

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

---

Институт природных ресурсов  
Направление подготовки: Геология  
Кафедра геоэкологии и геохимии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

| Тема работы                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ<br>РУД И РУДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД САЛАКИТСКОЙ ВУЛКАНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЙ<br>СТРУКТУРЫ (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ) |

УДК 553.3.061.4:551.243(571.61)

Студент

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 2ЛМ5А  | Вильгельм Евгений Андреевич |         |      |

Руководитель

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

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО       | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | И.В. Шарф | К.Э.Н.                    |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент | О.С.Кырмакова |                           |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой | ФИО         | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|---------------|-------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор     | Е.Г. Языков | Д.Г.-М.Н.                 |         |      |

Томск – 2017 г.

# ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ООП 020700)

## Геология

| Код результата                      | Результат обучения<br>(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 ГРП, 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<br>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                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 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 ИПР  
Направление подготовки (специальность)  
Кафедра ГЭГХ

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(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  | Вильгельму Евгению Андреевичу |

Тема работы:

Геолого-структурные условия локализации и вещественный состав руд и рудовмещающих пород Салакитской вулcano-тектонической структуры (Амурская область)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

- Образцы пород (18 штук);  
- Шлифы (18 штук);  
- Данные поискового бурения;  
- Результаты полевых геофизических исследований;

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

(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).

- Проработка литературы по геологическому строению и истории геологического развития Верхне-Брянтинского рудного узла;  
- Анализ геологических, геофизических, геоморфологических условий нахождения объекта Верхне-Брянтинский;  
- Построение структурно-прогнозной карты;  
- Выделение наиболее перспективных участков;  
- Создание геолого-генетической модели объекта;

|                                                                                                    |                                                          |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--|
| <b>Перечень графического материала</b><br><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>        |                                                          |  |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br><i>(с указанием разделов)</i> |                                                          |  |
| <b>Раздел</b>                                                                                      | <b>Консультант</b>                                       |  |
| <i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>                             | <i>доцент кафедры ЭПР, к.э.н Шарф Ирина Владимировна</i> |  |
| <i>Социальная ответственность</i>                                                                  | <i>ассистент каф. ЭБЖ Кырмакова Ольга Сергеевна</i>      |  |
| <b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>            |                                                          |  |
| <i>Краткий геологический очерк рудопроявлений</i>                                                  |                                                          |  |

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

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 2ЛМ5А  | Вильгельм Евгений Андреевич |         |      |

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

Студенту:

| Группа | ФИО                           |
|--------|-------------------------------|
| 2ЛМ5А  | Вильгельму Евгению Андреевичу |

| Институт            | ИПР          | Кафедра                   | ГЭГХ                                                      |
|---------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Уровень образования | Магистратура | Направление/специальность | Геология / Геология месторождений стратегических металлов |

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

|                                                                                                                                      |                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Геолого-экономическая оценка объекта исследований |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов                                                                                           | ССН-92; СНОР-93                                   |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  | Налоговый кодекс Российской Федерации             |

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

|                                                                                                             |                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ                                                     | Геолого-экономическая оценка оруденения                                                                                                                                               |
| 2. Разработка научно-исследовательской работы.                                                              | Определение основных технико-экономических показателей отработки рудопроявления, расчет себестоимости добычи и переработки руды, издержек производства, амортизации и налогообложения |
| 3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок | Календарный план отработки месторождения                                                                                                                                              |
| 4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности                                           | Расчет экономической эффективности проекта                                                                                                                                            |

## Перечень графического материала:

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 24.04.2017 |
|------------------------------------------------------|------------|

## Задание выдал консультант:

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

## Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО            | Подпись | Дата |
|--------|----------------|---------|------|
| 2ЛМ5А  | Вильгельм Е.А. |         |      |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

|        |                               |
|--------|-------------------------------|
| Группа | ФИО                           |
| 2ЛМ5А  | Вильгельму Евгению Андреевичу |

|                     |         |                           |                                                           |
|---------------------|---------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Институт            | ИПР     | Кафедра                   | ГЭГХ                                                      |
| Уровень образования | Магистр | Направление/специальность | Геология / Геология месторождений стратегических металлов |

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

|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) | <i>Рабочий процесс проходил в кабинете самостоятельной работы магистров международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» кафедры ГЭГХ (540 аудитория 20 корпус НИ ТПУ). В кабинете предусмотрено 7 индивидуальных рабочих мест. Каждое место представляет собой компьютерный стол с тумбой и полками для книг, оснащенный ПК.</i> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

|                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Производственная безопасность</b><br>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения<br><br>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения | 1.1. <i>Вредные факторы:</i><br>- недостаточная освещенность рабочей зоны;<br>- отклонение параметров микроклимата в помещении;<br>- степень нервно-эмоционального напряжения;<br>- шум;<br>- электромагнитное излучение.<br>1.2. <i>Опасные факторы:</i><br>- электрический ток;<br>- пожарная опасность.                    |
| <b>2. Экологическая безопасность</b>                                                                                                                                                                                                        | <i>Все работы должны быть выполнены безопасным образом при соблюдении следующих принципов:</i><br>- оказывать наименьшее негативное воздействие на окружающую среду;<br>- сохранять и рационально использовать природные ресурсы;<br>- обеспечивать промышленную безопасность производственных процессов, снижать вероятность |

|                                                                           |                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                           | <i>возникновения аварийных ситуаций;<br/>- оперативно и качественно<br/>восстанавливать нарушенные в<br/>результате производственной<br/>деятельности компоненты<br/>окружающей среды.</i> |
| <b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>                           | <i>Меры соблюдения безопасности при<br/>возникновении пожара в помещении.</i>                                                                                                              |
| <b>4. Правовые и организационные вопросы<br/>обеспечения безопасности</b> | <i>Обеспечение безопасности на рабочем<br/>месте;<br/>Режим труда и отдыха при работе с<br/>ПК.</i>                                                                                        |

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

**Задание выдал консультант:**

| Должность | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент | Кырмакова О.С. |                           |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 2ЛМ5А  | Вильгельм Евгений Андреевич |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 111 с., 7 рис., 11 табл., 25 источников, 3 прил.

Ключевые слова: вулкано-тектоническая структура, кальдера обрушения, метасоматоз, геоморфологические условия, вторичные кварциты.

Объектом исследования являются Участок Солнечный с рудопрооявлениями Салакит и Солнечный.

Цель работы – построение прогнозной геолого-генетической модели объекта Верхне-Брянтинский и всесторонний анализ объекта с выделением наиболее перспективных на Au-Ag оруденение участков.

В процессе исследования проводилось: изучение вещественного состава руд и вмещающих пород, их петрографический анализ, анализ геологических, геофизических и геоморфологических условий объекта.

В результате исследования создана структурно-прогнозная карта и геолого-генетическая модель объекта с выделением наиболее перспективных на Au-Ag оруденение участков.

Область применения: полученные данные могут быть использованы при проектировании последующих стадий геолого-разведочных работ на данной площади.



|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Оглавление                                                                                 |    |
| Введение                                                                                   | 10 |
| 1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА                                                     | 11 |
| 2 ИСТОРИЯ ИЗУЧЕННОСТИ ВЕРХНЕ-БРЯНТИНСКОГО<br>РУДНОГО УЗЛА                                  | 13 |
| 3 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА                                                            | 18 |
| 3.1 Стратиграфия                                                                           | 20 |
| 3.2 Магматизм                                                                              | 22 |
| 3.3 Тектоника                                                                              | 26 |
| 4 КРАТКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РУДОПРОЯВЛЕНИЙ                                               | 32 |
| 4.1 Рудопроявление Салакит                                                                 | 32 |
| 4.2 Рудопроявление Салакит                                                                 | 35 |
| 4.3 Рудопроявление Нижнее                                                                  | 39 |
| 5 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ                                                          | 41 |
| 7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ                                                               | 46 |
| 7.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование<br>мероприятий по их устранению | 46 |
| 7.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....                                         | 46 |
| 7.1.2 Отклонение параметров микроклимата в помещении .....                                 | 49 |
| 7.1.3 Степень нервно-эмоционального напряжения .....                                       | 51 |
| 7.1.4 Шум .....                                                                            | 52 |
| 7.1.5 Электромагнитное излучение (ЭМИ) .....                                               | 53 |
| 7.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование<br>мероприятий по их устранению | 54 |
| 7.2.1 Электрический ток.....                                                               | 54 |
| 7.3 Экологическая безопасность (Охрана окружающей среды)                                   | 56 |
| 7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях                                                  | 57 |
| 7.5 Правовые и организационные мероприятия по обеспечению<br>безопасности                  | 59 |
| 7.5.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.....                           | 59 |
| 7.5.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны ....                         | 60 |
| 8. ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ                                        | 61 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ                                                                          | 70 |
| Приложение А1                                                                              | 73 |
| Приложение А2                                                                              | 74 |
| Приложение Б                                                                               | 75 |
| Приложение С                                                                               | 79 |

## **Введение**

### **Цели:**

Построение прогнозной геолого-генетической модели объекта Верхне-Брянтинский и всесторонний анализ объекта с выделением наиболее перспективных на Au-Ag оруденение участков.

### **Задачи:**

- 1) Проработать литературу по геологическому строению и истории геологического развития Верхне-Брянтинского рудного узла;
- 2) Проанализировать геологические, геофизические, геоморфологические условия нахождения объекта Верхне-Брянтинский;
- 3) Составить структурно-прогнозную карту на основе полевых геологических, геофизических исследований и результатах горно-буровых работ, минералого-геохимических исследований с выделением перспективных участков;
- 4) Создать геолого-генетическую модель объекта
- 5) Дать рекомендации по дальнейшему ведению работ;

### **Объекты данной работы:**

Участок Солнечный с рудопроявлениями Салакит и Солнечный.

### **Личный вклад автора**

Выполнены:

- 1) Литохимические поиски по вторичным ореолам;
- 2) Документация бульдозерных канав с бороздовым опробованием (примерно 700 проб) – около 700 пог.м;
- 3) Построение специализированных геологических разрезов по данным фотодокументации (ПЛ-1 и ПЛ-5);
- 4) Построение сводного геологического разреза;
- 5) Изучение вещественного состава гидротермально измененных пород и руд.

## **1 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА**

Рельеф площади среднегорный, с округлыми мягкими очертаниями и абсолютными отметками 600-800 м. Относительные превышения достигают 150-300 м [24].

Основная водная артерия района работ – р. Брянта. Форма долины корытообразная. Все ручьи и реки имеют быстрое течение и каменистые перекаты, свидетельствующие об интенсивном развитии глубокой эрозии в условиях новейших тектонических поднятий. Ширина рек изменяется от 1-2 м до 20-30 м, средняя глубина 0.2-1.7 м. Режим рек неустойчивый и зависит от количества атмосферных осадков [24].

Климат резко континентальный с отрицательной ( $-5.6^{\circ}\text{C}$ ) среднегодовой температурой. Зима холодная, снежная. Минимальная температура –  $-48$ - $-52^{\circ}\text{C}$ , максимальная  $+38^{\circ}\text{C}$ . По совокупности природных и климатических условий район приравнен к Крайнему Северу.

Площадь расположена в зоне многолетней мерзлоты и интенсивной заболоченности территории. Растительность таежная с преобладанием даурской лиственницы с примесью березы, сосны, ели. Практически вся площадь покрыта растительностью и задернована, что затрудняет проведение поисковых работ [24].

Животный мир состоит из типичных представителей таежной фауны: медведь, волк, лось, северный олень, кабарга и т.д. Из птиц встречаются рябчики, глухари, тетерева, кедровки и т.д. В реках водятся ленок, хариус. В летний период обилие кровососущих насекомых – комаров, мошки, оводов [24].

Обнаженность района весьма плохая. Коренные выходы приурочены только к берегам рек [24].

Согласно Карте сейсмического районирования России, район работ относится к сейсмически опасным территориям с магнитудой землетрясений до 6-7 баллов по 12-бальной шкале MSK-64, вероятность такого события достаточно высока [24].

Ближайший населенный пункт – поселок и ж/д станция Дипкун на БАМе, расположен на расстоянии 230 км от г. Тынды. Расстояние по железной дороге от г. Тынды до областного центра г. Благовещенска составляет 840 км. Экономика района развита слабо. Ведется сезонная золотодобыча, лесозаготовительные работы и охотничий промысел. Земли для сельскохозяйственной деятельности в районе не пригодны. В районе нет охраняемых территорий, заповедников, заказников. Водотоки рыбопромыслового значения не имеют, оленеводство развито слабо, промысел пушного зверя ведется в незначительных масштабах [24].

Население района сравнительно немногочисленно. Вдоль р. Десс имеется грунтовая дорога длиной 120 км, проходимая для автомобилей.

Площадь поисковых работ (30 км<sup>2</sup>) расположена в Тындинском административном районе Амурской области в пределах номенклатурного листа масштаба 1:200000 N-52-II и охватывает правобережье р. Брянта и включает нижние течения рек Зимовьекачи, Салакит, Олонгро (см.рис. 1) [17].

## **2 ИСТОРИЯ ИЗУЧЕННОСТИ ВЕРХНЕ-БРЯНТИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА**

История исследований коренной и россыпной золотоносности и геологического строения территории Брянтинского золоторудного узла неразрывно связаны друг с другом. Находки Н.П. Аносова в 1858 г. шлихового золота по косам р. Купури привлекли внимание золотопромышленников к территории бассейнов крупных правых притоков р. Зеи. Создавшиеся в этот период золотопромышленные компании открывают здесь крупные россыпные объекты. Так, Верхне-Амурской золотопромышленной компанией в 1877 году открыт ряд россыпей по рекам Брянте и Дессу (Анерт, 1928). Поиски и частичную отработку россыпей рек Брянта и Десс с успехом проводит Верхне-Амурская компания, с которой соперничают вольные старатели, работавшие здесь до 1930 года. Компанией по таким крупным водотокам, как Десс, Тексиха, Брянта открыты и отработаны ряд россыпей: Ясененская, Ильдеусская и целой группы кос по р. Десс [24].

С 1898 по 1914 год изучением данной площади занимаются сотрудники Геолкома России (Э.Э. Анерт и другие). Ими выполняются площадные и маршрутные геологические исследования, результаты которых публикуются в сборниках «Геологические исследования в золотоносных областях Сибири» (Анерт, 1911) [24].

Тридцатые годы характеризуются ростом поисковых и геологоразведочных работ, которые носили «дражную» специализацию, т.е. были направлены на поиски россыпных объектов для дражной отработки [24].

Проведенные работы не выявили крупных россыпных месторождений. Здесь разведываются небольшие по запасам россыпи - по р. Брянта, по р. Десс. Разведаны промышленные запасы по россыпи в истоках р. Брянта. В силу разобщенности таких россыпей, тяжелых горнотехнических условий и, главным образом, малых объемов запасов, данные объекты не были вовлечены в отработку (Борисова, 1965) [24].

В период с 1938-1949 гг. поисковые работы на россыпное золото осуществляют Дамбукинское приисковое управления треста Амурзолото и Амурская экспедиция треста «Золоторазведка» (Левыкин, 1946). Н.Ф.Левыкиным в 1946 г. впервые была составлена на геологической основе карта россыпной золотоносности масштаба 1:100000. Она охватывает площадь бассейнов рек Десса, Брянты, Утугая от истоков до их устья. Это одна из первых попыток обобщения материалов по россыпной золотоносности этой территории [24].

В период 50-60-х годов проводятся работы по составлению государственных геологических карт масштаба 1:1000000, 1:500000 и 1:200000 (Зубков, 1954; Лебедев, 1957; Нестеренко, 1960; Глуховский и др., 1969) и аэромагнитные съемки масштаба 1:200000 (Яковенко и др., 1959). По данным аэромагнитных работ установлено, что Брянтинская ВТС расположена в отрицательном магнитном поле. Выделен глубинный разлом северо-восточного простирания, отделяющий породы докембрийского фундамента от мелового вулканогенно-осадочного комплекса. Объемы поисковых и разведочных работ на россыпи и коренное золото в этот период незначительны [24].

В 1965 г. Ю.Б.Казьмин и его группа завершили оценку перспектив золотоносности Усть-Нюкжинского, Апсаканского, Малогилюйского и Брянтинского узлов на основе поисковых, геологических и геоморфологических данных (Казьмин и др., 1962). В эти же годы изучается петрология и металлоносность базитов и ультрабазитов Лучанского интрузива (Кудинов, Хромцов, 1963; Щека, 1969), проводятся геолого-съемочные и региональные работы (Чеботарев и др., 1965; Глуховский, 1969). Только в начале 70-х годов возобновляются поисково-разведочные работы на россыпное золото в узле (Роголев и др., 1974). В этот период на наиболее перспективных участках выполняются геолого-съемочные работы масштаба 1:50000 (Фердман и др., 1973) и поисковые работы на рудное золото (Григорьев и др., 1973). При этих работах (Фердман и др., 1973) впервые установлена платиноносность

пироксенитов, убогая золотоносность медно-никелевых руд. Вместе с тем, они подтвердили золотоносность медных руд Брянтинского (Октябрьского) рудопоявления. Был также выявлен ряд золоторудных проявлений (Солнечное, Салакит, Первое, Контакт, Хакули и др.). Степень изученности их слабая. Горные работы выполнены в небольшом объеме и лишь на отдельных участках [24].

В 2004-2006 гг. в пределах Брянтинского золоторудного узла ООО Горнодобывающая компания «Одолго» подрядным способом с ООО НППФ «Регис» и ОАО «Амургеология» были проведены поисковые работы на рудное золото (Маркашов, 2007) [24].

Поисковые работы масштаба 1:50000 включали геологические маршруты с одновременным литохимическим опробованием по сети 500×100 м на площади 135,02 км<sup>2</sup>. Поисковые работы масштаба 1:10000 проведены на участках Солнечный, Бончок, Хакули. Комплекс работ по сети 100×20 м включал геологические маршруты, литохимическое опробование, геофизические исследования (магнитометрию, электроразведку – методы СГ и МКП-ВП), ртутнометрию. По результатам работ выделены площади, перспективные на золотое оруденение золото-кварцевой формации, связанной с мезозойскими гранитоидами тындинско-бакаранского интрузивного комплекса [24].

В период 60-70 годов наблюдается также интенсификация геофизических работ. Проведены аэрогеофизические работы более крупного масштаба 1:50000-1:25000 (Игнатьев, 1960; Гуляев, 1971) [24].

В 80-90-е годы в пределах узла проводятся в основном тематические работы регионального плана. Эти исследования посвящены вопросам эндогенной и экзогенной золотоносности (Дербеко и др., 1993; Капанин и др., 1998; Ковтонюк и др., 1991; Лобов, 1996; Мельников и др., 1989, 1990, 1995; Эйриш, 1992). Для основных золотоносных узлов Верхнего Приамурья, в том числе и для Брянтинского узла, В.Д. Мельниковым проведен анализ

соотношения коренной и россыпной золотоносности на основе аномалий экстенсивности золотоносности. Эти же аномалии положены в основу районирования золотоносных площадей с выделением областей, районов и узлов. Им же было проведено выделение основных золотоносных районов и узлов. В частности, Брянтинский узел был выделен в составе Верхнегилуойского золотоносного района. Эта схема с небольшими усовершенствованиями была использована и для прогнозных оценок (Мельников и др., 1989; Эйриш, 1992; Дербеко и др., 1993). Составленные в 1989 году (Мельников, 1989) по оригинальной методике карты россыпной золотоносности (как на геологической основе, так и на гидросети) всей Амурской области в масштабе 1:500 000 были длительное время (1990-1997) базовыми при выборе направлений поисковых работ. На этих картах выделены ведущие россыпеобразующие формации и выделены зоны их развития. Прогнозные ресурсы по категории  $P_3$  даны для каждого водотока в отдельности. Это сделало прогноз более конкретным. Последующие поисковые работы показали высокую сходимость предложенных тогда прогнозных ресурсов и полученных в процессе поисковых и разведочных работ запасов промышленных категорий для большинства прогнозируемых объектов [24].

В пределах Брянтинского золотоносного узла Л.В.Эйриш (Эйриш, 1992) выделил два золоторудных района – Брянтинский и Дальбергинский. По его данным, Брянтинский золотоносный район расположен в осевой части Северо-Станового гравитационного минимума на участке относительного повышения поля, близ контрастной положительной магнитной аномалии, а проведенные в пределах Верхнебрянтинской депрессии поисковые работы слишком незначительны по объемам и недостаточны для оценки этой структуры на золото-серебряное оруденение. Он полагает, что здесь необходимо провести более серьезные работы (канавы, бурение) с охватом её центральной части в верховьях правых притоков р. Бранты на участках развития субвулканических и дайковых образований [24].



Наиболее полной сводкой по россыпной золотоносности Брянтинского узла является работа Г.П.Ковтонюка (Ковтонюк и др.,1991). В ней на базе впервые для Брянтинского узла составленных карт россыпной золотоносности масштаба 1:25000 отображены все данные о россыпях и поисковых и разведочных работах, проведена прогнозная оценка всех объектов, а также даны рекомендации по направлению поисковых и разведочных работ [17].

### 3 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА

Описание геологического строения объекта Верхне-Брянтинский приведено по И.М. Фердману (Фердман, 1973) и Н.Н. Петрук (Петрук, 2001).

В металлогеническом отношении Верхне-Брянтинский потенциально серебро-золоторудный узел находится в пределах Сутамо-Брянтинского потенциального серебро-золоторудного района и входит в состав Северо-Становой серебро-золоторудной структурно-минерагенической зоны.

В целом основа кристаллического фундамента региона была заложена в архее, а затем претерпела две крупные эпохи тектономагматической активизации – раннепротерозойскую и мезозойскую, существенно переработавших первоначальные структуры и принесшие громадные массы магматических пород. (Граф. прил. А) [25].

Архейские породы представлены биотитовыми и гранат-биотитовыми гнейсами и кристаллическими сланцами гудынской свиты ( $AR_1gd$ ) пользуются незначительным распространением и встречаются в виде крупных ксенолитов в более поздних интрузивно-метаморфических образованиях. К архею также отнесены тела габброидов хорогочинского интрузивного комплекса ( $\nu AR_1 h$ ), в разной степени метаморфизованные гранитизированные и мигматизированные разности древнестанового интрузивного комплекса ( $AR^2_1 ds$ ) [25].

В раннепротерозойское время произошло формирование лучанского перидотит-габбрового комплекса ( $PR^1_1lc$ ), развитого в северной части площади. Комплекс сложен породами ультраосновного ряда: габбро, габбро-норитами, норитами, анортозитами; в подчиненном количестве отмечаются дуниты и перидотиты [25]. Мезозойский период активизации начался в позднеюрско-раннемеловой период (тындинско-бакаранский комплекс –  $J_3-K_1tb$ ). В это время происходит образование крупных (до 5000 км<sup>2</sup>) массивов (Десский) и множества мелких штокообразных и дайкообразных тел гранитоидного состава. Внедрение гранитоидов происходило в три фазы. Отмечается чрезвычайно разнообразный фациальный состав гранитоидов даже в пределах одного тела

(от гранодиоритов к гранитам сиенитам и диоритам). Позднеюрско-раннемеловые гранитоиды распространены на севере рудного узла [25].

Формирование золото-серебряного оруденения связывается с мезозойской тектоно-магматической активизацией, приведшей к формированию мелового сэгангринского трахиандезит-трахириолитового вулканического комплекса ( $K_1sg$ ) [25].

Вулканогенно-осадочные породы выполняют грабенообразную депрессию в кристаллическом фундаменте докембрия и залегает на нем с угловым несогласием. В нижней части разреза преобладают туфогенно-осадочные породы андезитового состава, сменяясь выше по разрезу на покровные тела андезито-дацитов с редкими прослоями их туфов.

Основным геотектоническим элементом, определяющим золотоносность площади, является Брянтинская ВТС, сложенная вулканогенно-осадочными образованиями сэгангринского комплекса и развитая в пределах глубокометаморфизованных породах архейско-протерозойского фундамента (Граф. прил. А) [25].

Площадь рудного узла имеет сложное блоково-мозаичное строение, обусловленное, прежде всего, серией ортогональных разломов докембрийского заложения, относящихся к Брянтинско-Тимптонской (субмеридиональной) и Ларба-Токкинской (Становой) (субширотной) системам разломов, неоднократно подновлявшимся в более поздние времена. Эти структуры служили зонами повышенной проницаемости на протяжении всех тектоно-магматических циклов. В их пределах широко проявлены процессы дислокационного метаморфизма – расщепления, регионального метаморфизма амфиболитовой фации, гранитизации, локального натрового метасоматоза и низкотемпературного гидротермально-метасоматического изменения пород. В ряде случаев они оказались благоприятными для локализации даек субвулканического комплекса [25].

Основная часть проявлений золото-серебряной минерализации локализована в линейных тектонических структурах субширотного простирания, осложненных тектоническими нарушениями северо-восточного простирания и развивается как по субвулканическим, так и вулканогенно-осадочным образованиям сэгангринского комплекса и сравнительно редко в габбро-амфиболитах архея. Залегание рудных тел, как правило, крутое  $70-80^{\circ}$ , хотя наблюдаются рудные зоны и с углами падения  $40-50^{\circ}$  [25].

### **3.1 Стратиграфия**

Стратифицируемые образования на изученной площади представлены архейскими метаморфическими породами гудынской свиты, нижнемеловыми эффузивно-осадочными породами сэгангринской свиты и рыхлыми четвертичными отложениями [25].

**Гудынская свита (AR<sub>1gd</sub>)** (графическое приложение А) Отложения свиты в виде небольших фрагментов наблюдаются в южных и северных частях площади. Они представлены биотитовыми и гранат-биотитовыми гнейсами, биотит-амфиболовыми и амфиболовыми кристаллическими сланцами с линзами амфиболитов. Мощность свиты- 2000 м. Отложения гудынской свиты на современных картах отнесены к раннему архею (Волкова, 1996, Петрук, 2001) [25].

**Сэгангринская свита(K<sub>1sg</sub>)** (графическое приложение А). Выделена в составе сэгангринского трахиандезит-трахириолитового комплекса. Отложения свиты слагают Брянтинскую вулкано-тектоническую структуру (односторонний грабен, по Фердману, 1973), занимающую центральную часть площади. Породы свиты, представлены андезитами, дацит-андезитами, их пирокластическими аналогами, туфогенными песчаниками, алевролитами, аргиллитами, конгломератами, риолитами и их туфами. Контакты свиты с породами фундамента большей частью дизъюнктивные, но на южной границе ее выходов видно, что она в ряде мест залегает на гранито-гнейсах, гранитах, габброидах архея и отложениях гудынской свиты. Они залегают с угловым

несогласием на породах фундамента, с преимущественным падением на север и северо-запад, под углами до 10-15°. Мощность свиты – 300 м [25].

Вторичные изменения пород свиты значительны, почти повсеместно они карбонатизированы, хлоритизированы, каолинизированы, в ряде мест окварцованы и несут золотое оруденение[25].

Возраст андезитов сэгангринской свиты по K-Ar методу – 127 млн. лет (Фердман, 1973) [25].

**Четвертичные образования (Q)** распространены повсеместно и представлены различными генетическими типами: аллювиальными, дефлюкционными, пролювиальными и элювиальными. Наибольшим развитием пользуются аллювиальный (древний и современный аллювий) и пролювиально-дефлюкционный типы. По возрасту они разделены на среднее, верхнее, верхнее-современное и современные звенья (Фердман, 1973). На графических приложениях четвертичные отложения показаны нерасчлененными. Мощность отложений – до 15-20 м [25].

Отложения среднего звена распространены на четвертой и третьей террасах по долинам высоких и средних порядков. Поверхность 4-й террасы сильно задернована (на нее, как правило, спускаются мощные дефлюкционные шлейфы), уступы разрушены. Ее высота по р. Брянте 40-50 м, по ее притокам около 20 м. Третья терраса цокольная с высотой уступа по р. Брянте 10-12 м, мощностью аллювия 3-5 м. Аллювиальные отложения представлены галечниками, валунниками, песками, супесями и суглинками [25].

Отложения верхнего звена составляют 2-ю надпойменную террасу. Терраса цокольная, с высотой уступа до 10-12 м по р. Брянте, мощностью аллювия 3-5 м. Разрез ее представлен галечниками, песками, супесями и суглинками [25].

Верхнее и современное звенья нерасчлененные распространены почти повсеместно. К ним относятся склоновые отложения дефлюкционно-пролювиального генезиса, мощностью 5-10 м. Они отличаются почти полным отсутствием окатанности и сортировки щебнисто-глыбово-суглинистого

материала, проявлена только мерзлотная сепарация на местах развития структурных грунтов. Состав отложений зависит от субстрата. Современные отложения – это отложения высокой поймы (высота ее уступа до 2 м) и отложения русел и низкой поймы. Они характеризуются грубообломочным составом и представлены галечниками и валунниками [25].

### **3.2 Магматизм**

Интрузивные и метаморфизованные интрузивные образования занимают около 40% площади, представлены телами разного состава и возраста и разделены на архейские (хорогочинский, древнестановой), протерозойские (лучанский, позднестановой) и мезозойские (тындинско-бакаранский, сэгангринский) интрузивные комплексы (графическое приложение А) [25].

**Хорогочинский комплекс(vAR<sub>1h</sub>)** распространен в южной части площади и представлен габбро, габбро-норитами, габбро-амфиболитами, кортландитами, пироксенитами, горнблендитами, перидотитами, гарцбургитами, лерцолитами, верлитами. Они имеют согласные контакты, претерпели совместно с вмещающими породами региональный метаморфизм гранулитовой и амфиболитовой фаций. В процессе ультраметаморфизма характеризуемые породы нередко полностью утрачивают первичный облик и наличие их устанавливается по реликтовой железо-титановой и апатитовой минерализации в метаморфитах [25].

Наиболее распространенными породами комплекса являются амфиболовые габбро, представляющие собой средне- и крупнозернистые породы массивной и полосчатой текстуры. Структура преимущественно офитовая, участками сидеронитовая и пойкилитовая. Они состоят из моноклинного пироксена (25-30%), плагиоклаза (25-30%), гиперстена (5-12%), роговой обманки (15-20%), изредка биотита, апатита и рудных минералов (титаномагнетит, ильменит до 3%, пирротин и пирит до 7-10%) [25].

Раннеархейские образования габброидов в южной части изученной территории первоначально были стратифицированы в архейский

метаморфический комплекс (Зубков, 1962), позднее (Глуховский, 1962) включены в состав раннепротерозойской интрузии габбро-троктолитов в качестве ее периферической зоны. В настоящее время данные образования выделены в качестве массивов (Брянтинский, Лучанский и др.) раннеархейских габброидов (Ботряков, 1990) [25].

**Древнестановой комплекс ( $AR^2_1ds$ )** наблюдается в северной части площади. В его составе отмечаются гнейсовидные плагиограниты, граниты, лейкограниты, гранодиориты. Возраст пород, оцененный U-Pb методом по циркону, составляет 2860-3380 млн. лет (Петрук, 2001; Ларин, 2003). Вмещающими породами для комплекса являются гнейсы и кристаллические сланцы архея и габброиды хорогочинского комплекса. Контакты с ними постепенные через зоны интенсивной гранитизации, гранито-гнейсы, теневые мигматиты и артериты до слабо измененных гнейсов, кристаллических сланцев и амфиболитов (Фердман и др., 1973) [25].

**Лучанский ( $PR^1_1lc$ ) перидотит-габбровый комплекс** сложен габбро, габбро-норитами, норитами, анортозитами. В подчиненном количестве отмечаются дуниты и перидотиты. Породы комплекса распространены в северной части площади. Массивы данного комплекса находятся в аллохтонном залегании и по мнению большинства исследователей (Петрук, 2001; Фердман, 1973; Геологическая..., 1990) отнесены к раннему протерозою, а имеющиеся определения абсолютного возраста –  $983 \pm 0.98$  и  $520 \pm 0.52$  млн. лет (Щека, 1969) отражают, вероятнее всего, возраст наложенных процессов [25].

**Тындинско-бакаранский ( $_2J_3-K_1tb$ ) комплекс** слагает небольшие фрагменты в северной части территории. На опоискованной площади развиты образования его второй фазы: гранодиориты, граносиениты, кварцевые диориты, граниты биотит-амфиболовые и амфиболовые, гранодиорит-порфиры. Интрузивные породы комплекса сопровождаются жильной серией (Фердман, 1973). Контакты комплекса с гранитизированными габбро-амфиболитами резкие секущие, с маломощными (0.5-2.5 см) зонами закалки в эндоконтакте и с

незначительной эпидотизацией в экзоконтактовой части. В массивах гранодиоритов содержится большое количество ксенолитов габбро-амфиболитов неправильной формы [25].

В составе комплекса выделены три группы фациальных разновидностей. Среди них преобладают разновидности умеренно кислого состава – гранодиориты. Мелко-, среднезернистые порфировидные гранодиориты, переходящие в гранит-порфиры, имеют четко выраженный гипабиссальный облик и содержат мелкие порфировидные выделения плагиоклаза размером  $0.4 \times 0.4$  см. Граниты амфибол-биотитовые и биотитовые порфировидные, переходящие в гранит-порфиры, характеризуются изометричными вкрапленниками плагиоклаза и калиевого полевого шпата величиной  $0.5 \times 0.5$  см, серого изометричного кварца и темно-зеленого идиоморфного амфибола на фоне мелкозернистой основной массы [25].

Возраст тындинско-бакаранского ИК, определенный Sm-Nd методом, 138-140 млн. лет (Ларин и др., 2002) [25].

**Сэгангринский ( $K_1sg$ )** комплекс трахиандезит-трахириолитовый представлен широким спектром субвулканических пород от андезито-базальтов до риолитов, дайками трахиандезитов и трахириолитов [25].

Породы комплекса массивные, практически не подверженные вторичным изменениям. Из-за высокой прочности они хорошо выражены в рельефе, образуя уступы, грядки, часто наблюдаются в элювиальных отложениях. От вулканических образований этого же комплекса отличаются меньшей степенью раскристаллизации. Субвулканические образования могут рассматриваться в качестве корневых зон кислых покровов, вероятно, уничтоженных эрозией [25].

Субвулканические тела образуют многочисленные дайки мощностью 1-3 м и протяженностью от десятков до первых сотен метров, часто неправильной формы тела площадью до  $1500 \times 500$  м [25].



Контакты их с вмещающими образованиями, по данным магнитометрических работ предшественников и работ 2004 года (Маркашов, 2007), резкие, крутые, в плане прямолинейные или извилистые. Приконтактовые изменения устанавливаются с трудом, поскольку они затушеваны более поздними гидротермально-метасоматическими процессами [25].

Андезито-базальты и базальты – тонкозернистые, массивные почти черные породы обычно афировой структуры. Это очень плотные, вязкие породы с незначительным количеством вкрапленников белого плагиоклаза, иногда выщелоченного, обохренного, в узких лейстах-призмах [25].

Субвулканические риолиты и риодациты слагают небольшие дайковые и штокообразные тела в поле развития вулканитов сэгангринской свиты. Описываемые породы контролируются близмеридиональными и северо-восточными разломами [25].

В южном борту Брянтинской ВТС описываемые породы образуют рой сближенных даек (Бончокское поле). Их мощности варьируют от 0.5-1.0 м до 10-12 м, отдельных тел - до 0.3 км. Протяженность до 2-2.5 км. Форма тел сложная. Контакты крутые, почти вертикальные, в плане прямолинейные или извилистые, с многочисленными апофизами во вмещающие породы. По ручьям Бончок, Северный и Дорожный наблюдалось пересечение данными породами архейских габбро-амфиболитов. Эти контакты нередко осложняются зонами брекчирования и притирания мощностью 0.1-0.3 м [25].

На водоразделе ручьев Бончок и Северный и по руч. Салакит отмечалось пересечение субвулканитами покровных андезитов и андезито-дацитов, а также пород вулканогенно-осадочного комплекса. Контакты между ними резкие, сопровождающиеся эпидотизацией, хлоритизацией и окварцеванием в экзоконтакте. В эндоконтактовых частях даек породы становятся более тонкозернистыми, плотными, уменьшается количество вкрапленников, породы приобретают афанитовую текстуру. В приконтактовых частях даек иногда

отмечаются породы, напоминающие автомагматическую брекчию с характерными раздробленными и распыленными вкрапленниками кварца и многостадийными вкрапленниками калиевого полевого шпата. Появление пород типа автомагматической брекчии свидетельствует о сложном многоэтапном процессе их формирования. Нередко контакты между различными породами даек разрывные [25].

Дайки трахириолитов и трахидацитов развиты исключительно в северной части Верхне-Брянтинской ВТС, на участке рудопроявления Солнечное [25].

Возраст субвулканических образований комплекса –  $116 \pm 7$  млн. лет (Фердман, 1973ф). Возможно, основная масса проявлений золота в пределах опоискованной площади связана именно с этим этапом магматизма [25].

### **3.3 Тектоника**

Брянтинская площадь поисковых работ расположена в пределах Алдано-Становой области тектоно-магматической активизации (ТМА), соответствующей одноименному геоблоку (Красный и др., 1999). Формирование области ТМА происходило в мезозойское (юра-мел) время в пределах Джугджуро-Станового блока Алдано-Станового щита. Характерными ее чертами является развитие крупных плутонов диорит-гранодиоритовой формации тындинско-бакаранского интрузивного комплекса, перекрытых меловой вулканогенно-осадочной толщей, ассоциированной с небольшими малоглубинными интрузивными телами. Формирование и размещение в мезозое вулcano-плутонических комплексов в пределах Станового геоблока и, в частности, Брянтинской ВТС связано с глубинными граничными линейно вытянутыми (мантийными) структурами. Их образование связано с формированием в верхней части мантии валообразных плюмов, вдоль которых происходило массовое поступление корово-мантийного материала [25].

Основным геотектоническим элементом, определяющим золотоносность площади, является Брянтинская ВТС, сложенная вулканогенно-осадочными

образованиями джелиндиканской свиты и породами сэгангринского комплекса от андезитов до риолитов, наложенная на глубокометаморфизованные породы архейско-протерозойского фундамента [25].

В пределах площади работ широко развиты ортогональные нарушения субмеридиональной и субширотной ориентировки, относящиеся соответственно к Брянтино-Тимптонской и Ларба-Токкинской (Становой) системам разломов (Лобов, 1996), что подтверждают и геофизические данные о проявленности в пределах Брянтинской ВТС регионального линеамента субмеридионального направления (Рис.7) [25].

Многочисленные разновозрастные и разноплановые разломы хорошо дешифрируются на аэрофотоснимках и являются мезозойскими и кайнозойскими, для некоторых предполагается докембрийский возраст. Имеющийся материал, с известной долей условности, позволил выделить 2 группы разломов:

а) древние разрывные нарушения системы Станового глубинного разлома, заложенные в докембрии и частично подновленные в период мезозойской ТМА;

б) молодые разрывные нарушения мезо- кайнозойского возраста [25].

Древние разрывные нарушения системы Станового глубинного разлома. Наиболее ранние разрывные нарушения трассируются вытянутыми телами габбро, позднее переработанными процессами гранитизации и ультраметаморфизма. На площади работ зафиксированы три зоны предположительно докембрийского возраста [25].

Первая из них, субмеридиональная, проходит через долину р. Брянты и междуречье Салакит-Зимовьекачи за пределы территории, являясь продолжением Джелиндакано-Петровской зоны разломов (Раузер, 1970). Она имеет ширину до 4-5 км и протяженность до 30 км. Эта зона по правобережью р. Брянты залечена телом гранитоидов тындинско-бакаранского комплекса и перекрыта Верхнебрянтинской ВТС мелового возраста [25].

Зона докембрийского заложения, субширотная, прослежена по правобережью р. Бранты через нижнее течение р. Олонгро до р. Хакули. Ширина ее от 2 до 5 км, протяженность около 20 км. Она выражена в магнитном поле участками градиентных зон, смещенными относительно друг друга. В электромагнитном поле – это зона высоких, 4000-6000 Ом×м, сопротивлений, что, вероятно, указывает на широко проявленные здесь процессы окварцевания, чаще всего по габброидам [25].

Третья зона докембрийского заложения, субширотная, наблюдается в среднем течении рр. Зимовьякачи-Салакит до верховьев р. Хакули [25].

Описанные зоны служили зонами повышенной проницаемости на протяжении всех тектоно-магматических циклов. В их пределах широко проявлены процессы дислокационного метаморфизма – рассланцевания, регионального метаморфизма амфиболитовой фации, гранитизации, локального натрового метасоматоза и низкотемпературного гидротермально-метасоматического изменения пород. В ряде случаев они оказались благоприятными для локализации даек субвулканического комплекса [25].

В более поздний период, возможно, в период становления субсогласных тел гнейсовидных гранодиоритов, возникли первые ясно выраженные узкие линейные зоны протяженных разломов субширотного или северо-восточного, северо-западного направлений. Эти разломы ограничивают крупные блоки разновозрастных интрузивных комплексов. Большинство разрывных нарушений являются крутопадающими сбросами с амплитудами перемещений вдоль них до десятков и сотен метров. Они, как правило, сопровождаются зонами катаклаза, милонитизации и гидротермального изменения пород мощностью от первых десятков до 1-2 км. Все протяженные разломы этого типа являются долгоживущими, поскольку, неоднократно подновлялись в период мезозойской ТМА [25].

Тектонические нарушения мезо-кайнозойского возраста имеют значение для развития территории, поскольку с ними часто связано оруденение. Они

являются не только рудоподводящими, но и рудоконтролирующими. Формирование их было многоэтапным и, частично, они наследуют направления древних зон нарушений. Главные направления простираций: северо-восточное и субмеридиональное–север-северо-восточное [25].

Данные разломы контролируют размещение габброидов хорогочинского, гранитоидов позднестанового и гранодиоритов тындинского-бакаранского комплексов. Они хорошо выражены градиентными зонами в магнитном поле и локальными аномалиями в электромагнитном поле [25].

Среди разломов, заложенных после становления основной массы мезозойских интрузий, выделены две группы: субширотного – северо-восточного и северо-восточного - близмеридионального направлений [25].

Первая группа развита внутри крупных блоков мезозойских пород. Они осложняют внутреннюю структуру блоков, ограничивают блоки высоких порядков и контролирует размещение раннемеловых даек. Разломы сопровождаются локальным дроблением пород и зонами гидротермально-метасоматических изменений: хлоритизации, эпидотизации, пиритизации, окварцевания мощностью до 0.4 км (Фердман, 1973). К этому же времени, вероятнее всего, относится формирование мощной зоны (2-3 км) катаклаза и милонитизации северо-восточного направления, которая фиксируется по правобережью р. Салакит. В пределах зоны породы приобретают мелкозернистую катакластическую структуру и подвержены интенсивным гидротермально-метасоматическим изменениям: хлоритизации, эпидотизации и окварцеванию [25].

Южная зона субширотных разломов, вероятнее всего, наследует простирацию зон разломов докембрийского заложения. К ней приурочены рудопроявления золота Бончок, Олонгро, Зимовьякачи, ряд других мелких проявлений. Она отчетливо выражена градиентом в магнитном поле и сопровождается линейной зоной мелких изолированных аномалий пониженных до 1500 Ом×м сопротивлений [25].

Северная зона субширотных разломов характеризуется аномальным отрицательным магнитным полем, сопровождающимся понижением сопротивления пород до 200 Ом×м, обусловленным высокой степенью аргиллизации пород до полнопроявленных аргиллизитов (уч. Салакит). Высокая деструкция пород обеспечивала хорошие условия для циркуляции минерализованных растворов, поэтому именно в ней максимально проявлены гидротермально-метасоматические процессы: пропилитизация, зеленосланцевый метасоматоз, окварцевание, карбонатизация и др. Мощность зоны более 2.5 км, протяженность более 15 км. Именно в этой зоне сконцентрирована основная масса рудопоявлений золота – Солнечное, Салакит, Первое, Нижнее, Хакули-I, Хакули-II, Контакт и другие [25].

Перемещения вдоль этих разломов были различными на разных участках. Наибольшие амплитуды перемещений характерны для границ современной Верхнебрянтинской ВТС. Внутри структура осложнена многочисленными мелкими разрывами сбросово-сдвигового характера с амплитудой от первых десятков метров до 150-200 м преимущественно субширотного направления. Эти разрывы обусловили ступенчатое строение ВТС, центральные части которой опущены по отношению к краевым. Так, в северо-восточной части, на водоразделе рек Салакит и Зимовьекачи по разлому широтного направления контактируют мелкогалечные туфоконгломераты и андезито-дациты. Северный блок поднят по отношению к южному на 20 м (Фердман, 1973) [25].

Вторая группа разломов мезозойского заложения имеет северо-восточное – близмеридиональное ( $10-50^0$ ) направление. Эти разломы сопровождаются маломощными зонами катаклаза и милонитизации и, как правило, не сопровождаются гидротермально-метасоматическими изменениями. Обычно пересекают разломы, имеющие близширотное простирание и приуроченные к ним дайки, часто со смещением [25].

Заложение разломов северо-западного направления происходило при становлении субвулканических образований сэгангринского комплекса [25].

В кайнозойское время происходило подновление многих разломов, сопровождавшееся малоамплитудными перемещениями. По многим разломам северо-восточного и субмеридионального простирания были заложены речные долины. В результате новейших движений сформировался современный облик рельефа. Новейшие тектонические движения приводят к инверсии рельефа, в частности, Верхнебрянтинская депрессия испытывает тенденцию к поднятию, что подтверждается интенсивной эрозионной речной деятельностью в её южной части, резко разветвленной речной сетью [25].

## **4 КРАТКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК РУДОПРОЯВЛЕНИЙ**

### **4.1 Рудопроявление Салакит**

Рудопроявление расположено на левом борту долины руч.Салакит, в 6 км от его устья, среди речных аллювиальных отложений. Рудопроявление открыто в 1970 году. Среди покровных дациандезитов обнажается шток (0,2 км<sup>2</sup>) аргиллизированных субвулканических риодацитов. В нем локализованы жилы и прожилки опаловидного кварца, образующими линейную штокверкоподобную зону) (Приложение А) [25].

Приурочено к мощной протяженной тектонической зоне северо-восточного простирания, ограничивающей с севера Брянтинскую ВТС. В геологическом строении принимают участие раннемеловые андези-дациты, прорванные штоком риодацитов сэгангринского субвулканического комплекса. Вся рудоносная площадь сложена риодацитами, перекрыта элювиально-делювиальными и аллювиальными отложениями [25].

Оруденение приурочено к участку пересечения тектонических нарушений субширотного(Аз. 80-110°) и северо-восточного (Аз. 30°) простираний. Рудовмещающими нарушениями являются более поздние зоны дробления субширотного простирания. Все системы нарушений контролируют размещение субвулканических образований и ограничивают горстообразный блок, окруженный мощной тектонической зоной перетертых до глины андезитов с щебенкой кварца. Преимущественные углы падения субширотных нарушений 60-80°. Менее представлены тектонические нарушения субмеридионального и СЗ простирания. Эти системы зон интенсивного дробления, ограничивают горстообразное поднятие, являющееся рудоносной площадью, где широко развиты кварцевые жилы и прожилки. Золотоносные жилы с прожилками халцедоновидного кварца, собраны в несколько систем, образующих в совокупности сложную по морфологии штокверково-жильную зону. Наиболее четко выражены следующие системы жил: 1) аз. пад. 120-140°, угол 70-80°, мощностью 0.2-1 м, протяженностью до 100 м; 2) аз. пад. 10-20°,



угол  $60-70^{\circ}$ , наиболее мощные (до 2-3 м) и протяженные (до 200-300 м); 3) аз. пад.  $90-100^{\circ}$ , угол  $70^{\circ}$ , мощностью 0.2-0.4 м и протяженностью до 60-70 м. Менее представлена система жил аз. пад  $160$ , угол  $50^{\circ}$ . Для прожилков характерны как линейные зоны вблизи жил, так и штокверковые зоны на участках сочленения нескольких жил, где количество кварца достигает 60-70% от всей массы породы [25].

Жилы и прожилки сложены сероватым тонкозернистым халцедоно-опаловидным кварцем с различными цветовыми оттенками. Весьма характерны слабоизвилистые и ритмично-полосчатые текстуры жил, обусловленные чередованием прослоев разноструктурного кварца и карбоната. Типична каркасно-пластинчатая структура, обусловленная псевдоморфозами кварца по карбонату. Нередко в краевых частях жил наблюдаются колломорфные почковидные выделения халцедона и опала, часты брекчиевидные текстуры. Кварц обычно содержит буровато-желтые и темно-синие до черной окраски гидроокислы железа, серебра и марганца. Количество рудных минералов не превышает десятых долей процента, макроскопически отмечается только пирит. Под микроскопом установлены аргентит, образующий нитевидные прожилки, реликтовый пирит в виде тонкой вкрапленности идиоморфных кристаллов пентагонального габитуса, частично или нацело замещенных гидроокислами железа. Золото наблюдается редко, размер золотинок не превышает 0.3 мм, отмечается четкая приуроченность его к границам разноструктурных модификаций кварца, барита, карбоната. В протоловках много пирита, барита, иногда золота (до 30-40 зерен), киновари (до 3-5 зерен), единичные зерна аргентита, халькопирита, галенита, метациннабарита, гюбнерита. По данным пробирного анализа кварца и окварцованных пород, содержания золота варьируют от 0.1 до 10.3 г/т, серебра - десятки г/т. Содержание ртути не превышает сотых долей %. Среднее отношение золота к серебру не превышает 1:10-30 [25].

Наиболее золотоносны жилы с каркасно-пластинчатым кварцем с брекчиевидной структурой. Спектральными анализами в жилах установлены (в %): медь, серебро - 0.001-0.003, свинец - 0.001, молибден, барий - 0.03-0.06 [25].

Как правило, жилы и прожилки приурочены к субвертикальным тектонически ослабленным зонам, сопровождающимся, в разной степени проявленными, околорудными изменениями (пропилитизация, хлоритизация, аргиллизация) вмещающих пород субвулканического комплекса [25].

Жилы часто характеризуются зональным строением (Рис. 4.1.1).



Рисунок 4.1.1 – Рудопроявление Солнечное. Зональный прожилок в измененных риодацитах, сложенный халцедоновидным кварцем (центральная часть) и кварц-карбонатным агрегатом (зальбанды)

Кварц, как минимум, четырех генераций. Кварц 1-ой генерации представлен почти сливной разновидностью, наблюдающейся в зонах кварцевого метасоматоза. В нем отмечаются редкие выделения лимонита. Кварц 2-ой генерации – халцедоновидный серый, образующий прожилки в риолитах и кварцевых метасоматитах. Мощность прожилков от 1-2 до 5-6 мм. С данной генерацией кварца сопряжены гнездовые выделения лимонитизированного пирита. Кварц 3-ей генерации - гребенчатый с тонкими просечками лимонита. Кварц 4-ой генерации развит в зонах брекчирования в составе кварцевого и кварц-карбонатного цемента [25].

В брекчированных породах в разноразмерных угловатых обломках отмечаются трахириолиты, риодациты, риолиты, светло-серые кварцевые метасоматиты, серый халцедоновидный кварц. Цемент кварцевый, кварц-карбонатный, возможно, кварц-карбонатно-сульфидный, так как иногда интенсивно лимонитизирован и имеет ржавый оттенок. Для кварца характерны каркасно-пластинчатые, иногда друзовидные текстуры [25].

Таким образом, юго-восточный контакт субвулканических риодацитов с вмещающими андезитовыми порфиритами тектонический, а с севера тело риодацитов не ограничено, перекрыто аллювиальными отложениями руч. Салакит [25].

#### **4.2 Рудопроявление Салакит**

Рудопроявление Салакит расположено на правом борту руч. Салакит, в 700 м северо-западнее рудопроявления Солнечное. В его пределах предшественниками выявлено два объекта – Салакит-1 и Салакит-2 [25].

Рудопроявление Салакит-1 открыто в 1970 году, детальные работы проведены в 1971 г. (канав 80 м<sup>3</sup>, шурфов 10 м, 55 штуфных проб, 40 шлиховых проб). Проявление расположено в зоне северного тектонического ограничения Брянтинской ВТС, вмещающими оруденение породами являются габбро-амфиболиты и гранито-гнейсы. Оно приурочено к участку сочленения субширотного (110°) и северо-восточного (60°) тектонических нарушений [25].

Рудопроявление в магнитном поле °Т расположено в градиентном поле, разделяющем более магнитные габброиды лучанского ИК и менее магнитные раннемеловые вулканы. В этой же зоне в её юго-западном продолжении находится рудопроявление Нижнее. В электромагнитном поле объект расположен в краевой части аномалии с высоким сопротивлением до >5000 Ом×м, в пределах которой расположены рудопроявления Солнечное и Первое. Вместе с этими рудопроявлениями Салакит образует на фоне общей аномалии слабой интенсивности небольшой локальный максимум в поле ВП [25].

Канавой БК-5 в интервале 0-79 м вскрыта зона развития вторичных (метасоматических) кварцитов со слабой сульфидной минерализацией с многочисленными, маломощными зонками брекчирования и тектоническими швами; с юга зона ограничена обрывистым бортом руч. Салакит, с севера – тектоническим нарушением мощностью 4 м, по которому развита глинисто-щебнистая кора выветривания. В интервале канавы 83-140 м развиты интенсивно измененные, каолинизированные и ожелезненные вулканиты, имеющие тектоническую границу с габброидами лучанского интрузивного комплекса [25].

Канавой БК-5 в интервале 0-79 м вскрыта зона развития вторичных (метасоматических) кварцитов со слабой сульфидной минерализацией с многочисленными, маломощными зонками брекчирования и тектоническими швами; с юга зона ограничена обрывистым бортом руч. Салакит, с севера – тектоническим нарушением мощностью 4 м, по которому развита глинисто-щебнистая кора выветривания. В интервале канавы 83-140 м развиты интенсивно измененные, каолинизированные и ожелезненные вулканиты, имеющие тектоническую границу с габброидами лучанского интрузивного комплекса, слагающими фундамент Брянтинской ВТС [25].

По полученным результатам анализов бороздовых проб в канаве БК-5 по борту 0,4г/т оконтурено рудное пересечение мощностью 82 метра со средневзвешанными содержаниями золота и серебра – 1,56 г/т и 10,88г/т, соответственно. Тектоническое нарушение, ограничивающее рудную зону с севера, характеризуется повышенными содержаниями золота (0,38 г/т на мощность 4 м) [25].

Кварц плотный, тонкозернистый обычно с карбонатом, серый с голубым оттенком, каркасно-пластинчатая структура выражена слабо (Рис. 20). По данным предшественников, количество рудных минералов не превышает 0,5-0,8%. В кварце встречаются пирит, молибденит, аргентит, пираргирит, халькопирит. Золото мелкое (до 0,3 мм), бледножелтой окраски, крючковатой и

комковатой формы, исключительно в сростках с кварцем. Отношение золота к серебру в жилах 1:10. Спектральным анализом установлены (в %): молибден, медь, серебро – 0,002-0,01 [25].

В правом борту руч. Салакит фиксируется обнажение длиной 30 м и высотой до 20 м кварцевых, адуляр-кварцевых и карбонат-кварцевых метасоматитов, образованных по гнейсовидным гранитоидам, насыщенных жилами и прожилками тонкозернистого кварца и карбоната. Породы хлоритизированы и содержат тонкую вкрапленность сульфидов. Метасоматиты на отдельных интервалах интенсивно брекчированы [25].

Ранее (по данным Эйриша, 1992ф) оно было опробовано пунктирной бороздой. Практически во всех пробах содержание золота превысило 1 г/т, в 2-х пробах оно составило 5-10 г/т. Содержание серебра в пробах 10-40 г/т, в одной пробе 100 г/т. По данным пробирного анализа содержание золота в пробах не превышало 3.5 г/т, серебра - 26 г/т. Элементы-спутники: цинк, мышьяк, сурьма (0.0п - 0.00п %), кобальт и никель ( 0.00п %). В 200 м ниже по течению содержание серебра в штуфной пробе составило 424 г/т. В протолочках золото мелкое (0.1-0.2 мм), светло-желтого цвета, форма различная [25].

В 2006 году ООО НПГФ «Регис» здесь пройдена расчистка длиной 30 м, где произведено сплошное бороздовое опробование. Установлены повышенные содержания золота во всех пробах (от 0,55 до 6,2 г/т), среднее – 2.1 г/т. Содержания серебра колеблются от 0,55 до 19,2 г/т. Элементы залегания выявленного рудного тела остались невыясненными [25].

Рудопроявление Салакит приурочено к северному контакту Верхне-Брянтинской ВТС с породами фундамента, представленными протерозойскими метаморфизованными габброидами лучанского интрузивного комплекса. Зона контакта вскрыта всеми скважинами по падению и прослежена по простираанию всеми тремя буровыми профилями. Контакт вулканитов пологий (30-40°) тектонический; в зоне контакта габброиды интенсивно изменены,

брекчированы, окварцованы, осветлены. Меловые вулканиты подроблены и брекчированы; интенсивно проявлена аргиллизация, окварцевание [25].



Рисунок 4.2.2 – Рудопроявление Салакит. Зона метасоматического окварцевания. Кварц тонкозернистый, интенсивно катаклазированный, лимонитизированный

Вулканогенные образования ВТС представлены в основном лавами, туфолавами и туфами андезитовых порфиритов с дайками и силлами субвулканических порфировидных дацитов, риодацитов, трахириолитов, трахитов. Вулканиты покровной фации, как правило, интенсивно изменены – аргиллизированы, хлоритизированы, в связи с чем, породы рыхлые, ломаются руками. Субвулканические образования – крепкие, прочные породы от светло-серого, светло-коричневого до темно-серого цвета аргиллизированы и интенсивно окварцованы [25].

Золото-серебряное оруденение связано с зонами метасоматического и жильного окварцевания, и локализуется в субвулканических риодацитах сэгангринского комплекса. Зона метасоматического окварцевания (продуктивная зона) вскрыта канавой и прослежена по падению скважинами на глубину более 140 метров и по падению более 400 метров [25].

Продуктивная зона имеет пологое залегание (около 30°) и в своей верхней (приповерхностной) части представлена интенсивно подробленными практически монокварцевыми породами (метасоматические кварциты) мощностью от 10 м в скважине № 05 до 37,5 м в скважине №04 Далее по

падению мощность продуктивной зоны увеличивается до 65 м (скв. №13), 87 м (скв. №14) и 115 м (скв. №15) и здесь она сложена окварцованными брекчиями риодацитов, с зональными халцедон-кварцевыми жилами и кварц-карбонатными прожилками [25].

Рудовмещающая структура осложнена тектоническими нарушениями. Крупное тектоническое нарушение выходит на поверхность под руслом ключа Салакит и прослежено на глубину скважиной № 4 в интервале 31 – 42 метра. Керн в данном интервале представлен мелкозернистым полевошпат-кварцевым песком с глинистой фракцией до 20% (Рис. 24). Данное нарушение является крутопадающим ( $75^{\circ}$ ) в юг-юго-западном направлении, имеет вертикальную амплитуду смещения порядка 20 метров [25].

#### **4.3 Рудопроявление Нижнее**

Рудопроявление расположено в 500 м юго-западнее рудопроявления Салакит. Оно приурочено к северо-восточной зоне, трассирующей рудопроявления Салакит-I и Салакит-II, на ее пересечении с разломами субширотного направления [25].

Рудоносная зона, вскрытая канавой БК-7, развита в пределах тектонического контакта габброидов лучанского комплекса с гранодиоритами тындинско-бакаранского комплекса и представляет собой зону интенсивного метасоматического окварцевания шириной более 100 м [25].

Северная граница зоны проходит по контакту с тындинско-бакаранскими гранодиоритами, а южная граница скрыта под четвертичными отложениями [25].

По полученным результатам атомно-абсорбционного анализа 69 бороздовых проб (из 128 шт.) – 54% проб содержится свыше 10 г/т (до 269 г/т) серебра; в 41% проб содержания серебра менее 10 г/т; в 6-ти пробах содержание серебра более 300 г/т. Среднее содержание серебра по изученной части зоны составляет 58,4 г/т [25].

По данным наземной геофизики (магниторазведка и электроразведка) серебряное рудопоявление Нижнее и золото-серебряное Салакит находятся в единой линейной структуре, а различный тип обусловлен, по-видимому, зональностью оруденения. По аналогии с рудной зоной рудопоявления Салакит предполагалось южное (юго-восточное) пологое падение сереброрудной зоны [25].

По данным предшествующих исследований рудная минерализация представлена пираргиритом, полибазитом, аргентитом, джемсонитом, буланжеритом, халькопиритом, золотом, образующими вкрапленность (до 3-5%) в кварцевых жилах. Отмечаются тонкие прожилки жеодистого кварца мощностью первые мм, по плоскостям скола которых интенсивно развиты гидроокислы железа и марганца. Кроме этого наблюдаются согласные со сланцеватостью кварц-пиритовые прожилки мощностью до 1мм. Пирит кубического габитуса, кварц- серый полупрозрачный. Содержания Au до 5,1 г/т; Ag – до 56 г/т [25].

Скважины №№ 06, 07, 08 в верхней части разреза до глубины 10 м вскрыли интенсивно измененные, аргиллизированные, трудно диагностируемые вулканические породы, вероятно туфы андезитов, с обломками жильного кварца и характеризующиеся повышенными концентрациями серебра. Интервалы с кондиционным серебряным оруденением отсутствуют. Ниже по разрезу скважины вскрывают породы фундамента Брянтинской ВТС, представленные среднезернистыми, серыми, розовато-серыми гранодиоритами тындинско-бакаранского интрузивного комплекса. Таким образом, тектонический блок, в пределах которого проводились горно-буровые работы, был приподнят и в значительной степени эродирован [25].



## 5 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исходным материалом послужили образцы кернового материала со скважин № 1 (рудопроявление Солнечное) и № 3 (рудопроявление Салакит), пробуренным в конце 2014 года. Образцы отобраны и предоставлены главным геологом ЗАО «Русбурмаш» Фоминым В.Ю. Перечень используемых образцов отображен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень исследуемых образцов, отобранных из трех скважин на трех рудопроявлениях

| Скважина 1 (руд-е Солнечное) |           |             |                                                                                      |                             |
|------------------------------|-----------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| №                            | № образца | Глубина (м) | Фото                                                                                 | Краткое описание            |
| 1                            | 1/3       | 29,5        |   | Контакт андезитов и дацитов |
| 2                            | 1/9       | 37,4        |  | Андезиты                    |
| 3                            | 1/13      | 58,6        |  | Контакт андезитов и дацитов |
| 4                            | 1/16      | 65,7        |  | Андезиты                    |

Продолжение таблицы 5.1

| Скважина 3 (руд-е Салакит) |           |         |      |                                                                                      | Краткое описание                              |
|----------------------------|-----------|---------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| №                          | № образца | Глубина | Фото |                                                                                      |                                               |
| 5                          | 3/2       | 14,3    |      |    | Вторичный кварцит                             |
| 6                          | 3/3       | 23,35   |      |    | Вторичный кварцит                             |
| 7                          | 3/5       | 32,55   |      |   | Карбонат-полевошпатовый кварцевый метасоматит |
| 8                          | 3/6       | 40,05   |      |  | Карбонат-кварц-полевошпатовый метасоматит     |
| 9                          | 3/10      | 47,95   |      |  | Карбонат-кварц-полевошпатовый метасоматит     |
| 10                         | 3/13      | 49,65   |      |  |                                               |

| 11                        | 3/16      | 53,65   |      |    |  | Габбро-амфиболит                                     |
|---------------------------|-----------|---------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------|
| 12                        | 3/19      | 76,55   |      |    |  |                                                      |
| 13                        | 3/26      | 81,35   |      |    |  | Карбонат-кварцевый метасоматит по габбро-амфиболитам |
| Скважина 8 (руд-е Нижнее) |           |         |      |                                                                                      |  |                                                      |
| №                         | № образца | Глубина | Фото |                                                                                      |  |                                                      |
| 14                        | 8/1       | 10,75   |      |  |  | Кварцевый метасоматит                                |
| 15                        | 8/2       | 15,8    |      |  |  |                                                      |
| 16                        | 8/8       | 61,6    |      |  |  | Гранодиорит                                          |
| 17                        | 8/10      | 69,8    |      |  |  |                                                      |

Продолжение таблицы 5.1

|    |      |      |  |                                                                                    |  |
|----|------|------|--|------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 18 | 8/11 | 75,1 |  |  |  |
|----|------|------|--|------------------------------------------------------------------------------------|--|

Нами было изготовлено 18 шлифов на базе оптико-шлифовальной лаборатории института природных ресурсов Томского политехнического университета.

Для изучения минерального и петрографического состава отложений использовался микроскоп Axioskop 40 в проходящем свете, исследования проводились в учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики МИНОЦ кафедры геоэкологии и геохимии. Для получения снимков поверхности шлифа использовалась фотокамера, имеющаяся в структуре микроскопа. Посредством программного обеспечения XXX картинка с камеры выводилась на экран монитора компьютера (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Микроскоп Axioskop 40 с закрепленной на нем сверху камерой и подключением к компьютеру.

Также, был использован метод фазового анализа кристаллических образцов, который позволяет определить минералогический состав исследуемого порошка. Исследования были проведены с помощью дифрактометра D2 PHASER (рис. 3.4). Данный дифрактометр D2 PHASER оснащен интегрированным ПК и монитором, также он имеет программное обеспечение DIFFRAC.SUITE, которое позволяет проводить измерения и получать результаты. Исследования проводились в учебно-научной лаборатории электронно-оптической диагностики МИНОЦ кафедры геоэкологии и геохимии.



Рисунок 3.4 – Дифрактометр D2 PHASER

## 7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ в этом помещении описаны в таблице 7.1 в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 [1].

Таблица 7.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ по изучению вещественного состава и структурно-текстурных особенностей пород участка «Солнечный»

| Наименование видов работ                                                                               | Ф а к т о р ы<br>(ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ с измен. 1999 г.)                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                       | Нормативные документы                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                        | Вредные                                                                                                                                                                                                                                                              | Опасные                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Сбор, изучение, анализ имеющихся материалов; камеральная обработка, формирование пояснительной записки | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>2. Отклонение параметров микроклимата в помещении</li> <li>3. Степень нервно-эмоционального напряжения</li> <li>4. Шум</li> <li>5. Электромагнитное излучение.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрический ток</li> <li>2. Пожарная опасность</li> </ol> | ГОСТ 12.1.019 -79 [10]<br>ГОСТ 12.1.038-82 [4]<br>ПТЭ и ПТБ потребителей [14]<br>ПУЭ [15]<br>СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [8]<br>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [9]<br>СанПиН 2.2.4.548-96 [10]<br>]<br>ГОСТ 12.1.003 – 83 [5]<br>СН 2.2.4/2.1 .8.562-96 [15] |

### 7.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

#### 7.1.1 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.

Оценка освещенности производилась в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [8]. В таблице 7.2 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 взята из материалов аттестации рабочих мест по условиям труда.

Таблица 7.2 – Нормируемые и фактические показатели искусственного освещения [8]

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

Данное помещение имеет следующие размеры: длина (А) =7 м, ширина (В) = 6 м, высота Н = 3,5 м. Высота рабочей поверхности  $h_{rp}=0,8$  м. В кабинете используется система общего равномерного освещения.



Светильники размещены в 4 ряда. В каждом ряду установлено по 3 светильника типа ЛВО 4×18 мощностью 71,5 Вт (с длиной 0,595 м). Световой поток 3500 лм. Лампы встроены в навесной потолок, из чего следует, что высота расчетной высоты (h) равна 2,7 м ( $h = H - h_{рп} = 3,5 \text{ м} - 0,8 \text{ м}$ ).

Расчет освещения сводится к тому, чтобы узнать, сколько необходимо таких ламп для обеспечения освещенности помещения. По формуле:

$$N = \frac{E \times S \times z \times k}{\Phi \times \eta} \quad (1)$$

где N – число светильников;

E – заданная минимальная освещённость, лк;

S – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

z – характеризует неравномерность освещения и составляет 1,15 для ламп накаливания и 1,1 для люминесцентных ламп;

k – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы вследствие ее старения, запыленности и т.д. (для люминесцентных ламп 1,5 и для ламп накаливания 1,3)

Φ – световой поток, лм;

η – коэффициент использования;

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть не менее 300 лк [8], исходя из этого для расчетов примем E = 300 лк. S = 7×6=42 м<sup>2</sup>. Для люминесцентных ламп: z = 1,1; k = 1,5. Исходя из технических характеристик светильника Φ = 3500 лм. Для определения η необходимо найти индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} = \frac{7 \times 6}{2,7 \times (7 + 6)} = 1,2 \quad (2)$$

где I – индекс помещения;

h – расчетная высота;

A и B – длина и ширина помещения.



Найдя коэффициент  $i$ , необходимо оценить коэффициенты отражения поверхностей помещения: потолка -  $гп$ , стен -  $гс$ , пола -  $гр$ . Используя справочные данные определили, что  $гп = 0,5$ ;  $гс = 0,5$ ;  $гр = 0,25$ .

Далее, имея такие данные, нужно на основании специальных графиков кривых силы света определить значение  $\eta$ . Т.е. при  $гп = 0,5$ ;  $гс = 0,5$ ;  $гр = 0,25$  и  $i=1,2$ , значение  $\eta = 60 \%$

Находим искомое количество светильников по приведённой выше формуле:

$$N = \frac{300 \times 42 \times 1,1 \times 1,5}{3500 \times 0,6} = 9,9 \text{ шт} \quad (1)$$

Таким образом, для достижения необходимой освещенности в аудитории 10 светильников.

В учебной аудитории установлено 12 светильников, что указывает на достаточную освещенность помещения.

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

### **7.1.2 Отклонение параметров микроклимата в помещении**

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

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха [10];

К источникам теплоты относится вычислительное оборудование, приборы освещения. Из них 80% суммарных выделений дают ЭВМ, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещениях.

На рабочих местах производственные помещения, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением в залах вычислительной техники должны выполняться оптимальные условия микроклимата [10].

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 [10].

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в таблице 7.3, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

По интенсивности общих энергозатрат организма в процессе труда работа с ПЭВМ относится к категории работ Ia [10].

Из таблицы видно, 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 теплоощущения отсутствуют, что позволяет сохранять высокую работоспособность.

В помещениях, оборудованных ПЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ [8].

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88 [2] и СанПиН 2.24.548-96 [12]. Они едины для всех производств и всех климатических зон с некоторыми незначительными отступлениями.

Таблица 7.3 – Оптимальные величины и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений при работе в компьютерном помещении [10]

| Период года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | Темп-ра воздуха, °С |       | Темп-ра поверхн-й, °С |       | Относит. влажность воздуха, % |       | Скорость движения воздуха, м/с |      |
|-------------|--------------------------------------------|---------------------|-------|-----------------------|-------|-------------------------------|-------|--------------------------------|------|
|             |                                            | Фак.                | Опт.  | Фак.                  | Опт.  | Фак.                          | Опт.  | Фак.                           | Опт. |
| 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  |

В этих нормах 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.

### 7.1.3 Степень нервно-эмоционального напряжения

Длительная непрерывная работа с ПК вызывает усталость и перенапряжение зрения, внимания, нервно-эмоциональное и умственное напряжение. Все это может отрицательно повлиять на производительность труда, качество труда, «эмоциональное здоровье» человека и окружающее его общество.

Во избежание перечисленных последствий продолжительность непрерывной работы с ПК без перерыва не должна превышать 2 часов.

При работе на ПК необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий:

- проводить упражнения для глаз через каждые 20-25 минут работы на ПК, а при появлении зрительного дискомфорта, выражающегося в быстром развитии усталости глаз, рези, мелькании точек перед глазами и т.п., упражнения для глаз проводятся индивидуально, самостоятельно и раньше указанного времени;

- для снятия локального утомления должны осуществляться физкультурные минутки целенаправленного назначения индивидуально;

- для снятия общего утомления, улучшения функционального состояния нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, а также мышц плечевого пояса, рук, спины, шеи и ног, следует проводить физкультпаузы [9].

#### **7.1.4 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» [3] и СН 2.2.4/2.1 .8.562-96 [17] «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.

### 7.1.5 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.

Безопасные уровни излучений регламентируются нормами СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [13] и представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4. – Временные допустимые уровни (ВДУ) электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах [13]

| Наименование параметров                |                                    | ВДУ     |
|----------------------------------------|------------------------------------|---------|
| Напряженность электрического поля      | в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц    | 25 В/м  |
|                                        | в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц | 2,5 В/м |
| Плотность магнитного потока            | в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц    | 250 нТл |
|                                        | в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц | 25 нТл  |
| Напряженность электростатического поля |                                    | 15 кВ/м |

С целью снижения вредного влияния электромагнитного излучения при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие общие гигиенические требования [13]:

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.

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.

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

## **7.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению**

### **7.2.1 Электрический ток.**

Электрические установки, к которым относятся практически все оборудование ЭВМ, представляет для человека большую потенциальную опасность.

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

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании тока через тело. Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает на него сложное действие – термическое, электролитическое, биологическое, механическое.

Напряжения и токи, протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 7.5 [4].

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация работ, т.е. соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок потребителей [8], правил техники безопасности

при эксплуатации электроустановок потребителей [8] (ПТЭ и ПТБ потребителей) и правил устройства электроустановок (ПУЭ) [9].

Таблица 7.5 - Предельно допустимые значения напряжений и токов [4]

| 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: напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 минут в сутки и установлены, исходя из реакции ощущения; напряжения прикосновения и токи для лиц, выполняющих работу в условиях высоких температур (выше 25<sup>0</sup>С) и влажности (более 75%), должны быть уменьшены в три раза.

Аудитория, где проводится камеральная обработка результатов научной деятельности, согласно ПУЭ [9] относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25С<sup>0</sup>, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций).

Основные нормативные акты, устанавливающие требования электробезопасности являются ГОСТ 12.1.019 -79 [3] и ГОСТ 12.1.038-82 [4].

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

- 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 ПЭВМ и внешнего оборудования должны проводиться при отключенном электропитании.

### **7.3 Экологическая безопасность (Охрана окружающей среды)**

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 [2] .

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 [16].

#### **7.4 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 ЭВМ 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 [15].

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, отделки 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.

## **7.5 Правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности**

При разработке данного раздела учитывались необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе за компьютером.

### **7.5.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

В соответствии с пунктом 13.1 статьи 13 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118» [8]. О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03» [9] лица, работающие с ПЭВМ более 50% рабочего времени (профессионально связанные с эксплуатацией ПЭВМ), должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в установленном порядке.

Нормальная продолжительность рабочего времени согласно статье 91 Трудового кодекса РФ не может превышать 40 часов в неделю. Согласно статье 92 Трудового кодекса РФ сокращенная продолжительность рабочего времени при проведении работ профессионально связанных с эксплуатацией ПЭВМ не предусмотрена.

В соответствии с Типовой инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере ТОИ Р-45-084-01 [11], продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов. При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к различным видам трудовой деятельности, за основную работу с компьютером следует принимать такую, которая занимает не менее 50% времени в течение рабочей смены или рабочего дня.

Согласно статье 111 Трудового кодекса РФ при шестидневной рабочей неделе работникам предоставляются один выходной день в неделю – воскресенье.

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

Рабочее место – это часть пространства, в котором инженер осуществляет трудовую деятельность и проводит большую часть рабочего времени. Рабочее место, хорошо приспособленное к трудовой деятельности инженера, правильно и целесообразно организованное, в отношении пространства, формы, размера, обеспечивает ему удобное положение при работе и высокую производительность труда при наименьшем физическом и психическом напряжении. При правильной организации рабочего места производительность труда инженера возрастает с 8 до 20 процентов [14].

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03 [9] (рабочее место для выполнения работ, в положении сидя) конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места инженера должны быть соблюдены следующие основные условия:

- оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места;
- достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения;
- необходимо естественное и искусственное освещение для выполнения поставленных задач;
- уровень акустического шума не должен превышать допустимого значения.

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление инженера. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

## **8. ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ**

Геолого-экономическая оценка на основе предварительных технико-экономических расчетов (ТЭР) выполнена для наиболее перспективного и изученного объекта лицензионной площади в пределах Верхне-Брянтинского рудного узла – рудопроявления Салакит. По количеству оцененных ресурсов золота категории  $P_1$  рудопроявление Салакит соответствует рангу средних месторождений.

В основу ТЭР положены прогнозные ресурсы золота и серебра, подсчитанные по одному варианту бортового содержания золота – 0,4 г/т.

Ключевыми решениями, принятыми в ТЭР являются:

- 1) применение открытого способа разработки;
- 2) применение технологии кучного выщелачивания золота и серебра.

Годовая производственная мощность горнодобывающего предприятия по руде принята 1200 тыс. т.

Основой для определения расчетной цены 1 грамма золота и 1 грамма серебра служит округленная средняя цена за период с 1 января 2016 г. по 31 декабря 2016 г. стоимости металлов на Лондонской Ассоциации торговли слитками драгоценных металлов (The London Bullion Market Association, LBMA, Великобритания).

Курс доллара принят в расчетах равным 63,06 руб./долл. – среднее значение за 2016 год по данным ЦБ РФ (Таблица 8.1).

Финансирование проекта освоения запасов месторождения Салакит предполагается осуществлять за счет собственных средств недропользователя.

Особенности геологического строения месторождения, морфология рудных тел – пологие залежи, их неглубокое залегание предполагают отработку запасов руды карьером. Основные параметры карьера приведены в таблице (Таблица 8.2).

Таблица 8.1 – Стоимость металлов

| Курс US\$, руб. 63,06 руб./долл. |         |                 |               |
|----------------------------------|---------|-----------------|---------------|
|                                  | долл./г | руб./т          | Долл (США)/кг |
| Стоимость 1г. золота на LBMA     | 40,141  |                 | 40141,00      |
| Цена покупки золота              |         | 2 531 300 000,0 |               |
| Стоимость 1г. серебра на LBMA    | 0,549   |                 | 549,00        |
| Цена покупки серебра             |         | 34 608 000,0    |               |

Значения показателей потерь и разубоживания приняты средние по отрасли для месторождений отрабатываемых открытым способом с морфологическим типом руд – пологие залежи и минерализованные зоны: потери – 4,1%, разубоживание – 8,3%. Сквозное извлечение металлов при кучном выщелачивании принято: золото – 70%; серебро – 48,5%.

Расчет эксплуатационных запасов руды и металлов, средних содержаний золота и серебра в эксплуатационных запасах, стоимости товарной продукции приведены в нижеследующей таблице (Таблица 8.3).

Таблица 8.2 – Основные параметры проектного карьера месторождения Салакит

| Наименование                    | ед. изм.             | Параметры |
|---------------------------------|----------------------|-----------|
| Угол наклона борта карьера      | град                 | 30-45     |
| Отметка дна карьера             | м                    | 480       |
| Максимальная глубина карьера    | м                    | 150       |
| Длина поверхности               | м                    | 760       |
| Ширина поверхности              | м                    | 510       |
| Площадь карьера по поверхности  | м <sup>2</sup>       | 287088    |
| Объем чаши карьера              | тыс. м <sup>3</sup>  | 9333      |
| Объем руды                      | тыс. м <sup>3</sup>  | 6254      |
| Объем вскрыши                   | тыс. м <sup>3</sup>  | 3079      |
| Коэффициент вскрыши             | м <sup>3</sup> /тонн | 0,2       |
| Запасы золота в контуре карьера | тонн                 | 20,5      |
| Горная масса                    | тыс.тонн             | 16260,5   |

Первоначальные капитальные вложения на строительство горнодобывающего предприятия на базе ресурсов месторождения Салакит определены укрупненно по данным проектов-аналогов. В качестве месторождений аналогов использовались месторождения золото-серебряной формации Охотско-Чукотского вулканогенного пояса (ОЧВП): месторождения Канчаланской металлогенической зоны (месторождения Жильное, Валунистое); месторождение Сопка Кварцевая Туромчинской рудной зоны, по которым были разработаны ТЭО разведочных кондиций, соответственно в 2014 и 2010 годах.

Капитальные затраты на организацию карьерной добычи складываются, в основном, из стоимости приобретаемого горного оборудования и технологического автотранспорта, а также объемов горно-капитальных работ.

В календарном плане отработки (Приложение Б) на первый-второй годы работы горного предприятия учтены затраты, необходимые для строительства автодороги от ст. Дипкун до рудопроявления Салакит и отведение русла руч. Салакит.

В состав инвестиционных затрат включены также затраты на реновацию горного и прочего приобретаемого оборудования в процессе эксплуатации предприятия. Кроме того, в совокупных инвестиционных затратах учтены оборотные средства, предназначенные для создания необходимого запаса материальных ресурсов, находящихся, как в сфере производства, так и в сфере обращения (готовая продукция на складе предприятия; продукция, отгруженная, но не оплаченная; средства в расчетах с дебиторами; авансы поставщикам).

Для обеспечения стабильной работы предприятия величина оборотных средств в настоящем ТЭР принимается равной величине двух месячных операционных расходов.

Таблица 8.3 – Добыча, извлечение и стоимость товарной продукции

| Показатели                  | Ед.изм. | Всего   |
|-----------------------------|---------|---------|
| Геологические запасы, всего | тыс.т.  | 16260,5 |
| Потери при добыче           | %       | 4,1     |

Продолжение таблицы 8.3

|                                              |          |         |
|----------------------------------------------|----------|---------|
| Разубоживание                                | %        | 8,3     |
| Эксплуатационные запасы руды, всего          | тыс.т.   | 17005,3 |
| Средние содержания в геологических запасах   |          |         |
| - золото                                     | г/т      | 1,26    |
| - серебро                                    | г/т      | 8,87    |
| Количество металлов в геологических запасах  |          |         |
| - золото                                     | т        | 20,5    |
| - серебро                                    | т        | 144,2   |
| Средние содержания эксплуатационных запасах  |          |         |
| - золото                                     | г/т      | 1,16    |
| - серебро                                    | г/т      | 8,13    |
| Количество металлов эксплуатационных запасах |          |         |
| - золото                                     | т        | 19,65   |
| - серебро                                    | т        | 138,32  |
| Извлечение металлов при КВ                   |          |         |
| - золото                                     | %        | 70,0    |
| - серебро                                    | %        | 48,5    |
| Количество металлов в чистоте                |          |         |
| - золото                                     | т        | 13,754  |
| - серебро                                    | т        | 67,084  |
| Стоимость товарной продукции, всего          | млн.руб. | 34083,0 |
| Стоимость золота                             | млн.руб. | 31829,0 |
| Стоимость серебра                            | млн.руб. | 2254,0  |

### Издержки производства

Совокупные эксплуатационные затраты проектируемого предприятия, представляют собой сумму затрат:

- на добычу руды;
- на переработку руды;

Расчет себестоимости добычи и переработки руды рудопроявления Салакит приведены в таблице (Таблица 8.4).



## Амортизация

Расчет амортизационных отчислений произведен исходя из балансовой стоимости основных фондов в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 1.01.2002 г. №1 «О классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы» для оборудования, зданий и сооружений дифференцировано в зависимости от норм амортизации, определенным согласно сроку полезного использования для каждой группы.

Таблица 8.4 – Себестоимость добычи и переработки руд рудопроявления Салакит

| № | Показатель                                                           | Ед. изм.   | Всего<br>рудопроявление | Примечание                                                               |
|---|----------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Добыча руды<br>(эксплуатационные<br>запасы)                          | тыс. тонн  | 17 005,3                |                                                                          |
| 2 | Вскрыша К=0,2                                                        | тыс. тонн  | 3 401,1                 |                                                                          |
| 3 | Затраты на горное<br>производство                                    | тыс. руб.  | 14 794 611,0            |                                                                          |
| 4 | Производственная<br>себестоимость                                    | руб./тонна | 725,0                   | из ТЭО по Жильному<br>с коэфф. 0,8 (затраты<br>на<br>добычу=906*0,8=725) |
| 5 | Переработка руды<br>КВ                                               | тыс. руб.  | 2 720 848,0             |                                                                          |
| 6 | Себестоимость КВ<br>1 тн. руды                                       | руб./тонна | 160,0                   | по месторождению<br>Сопка Кварцевая с<br>коэфф.1,2<br>(133*1,2=160)      |
| 7 | Итого затрат горно-<br>обогажительного<br>производства               | тыс. руб.  | 17 515 459,0            |                                                                          |
| 8 | Полная<br>себестоимость<br>горно-<br>обогажительного<br>производства | руб./тонна | 1 030,0                 |                                                                          |

### **Налог на добычу полезных ископаемых**

В соответствии с п.п. 5 и 6 п. 2 ст. «Налогового кодекса РФ» (часть вторая) от 05.08.2000 г. N 117-ФЗ (ред. от 24.11.2014 г., с изменениями и дополнениями, вступившим в силу с 05.12.2014 г.):

- ставка налога для золота составляет 6,0% от стоимости металла (цена металла принимается с учетом дисконта банка) за вычетом расходов на аффинаж;

- ставка налога для серебра составляет 6,5% от стоимости металла (цена металла принимается с учетом дисконта банка) за вычетом расходов на аффинаж.

Учитывая незначительную долю серебра в суммарной стоимости товарной продукции в расчетах принята единая налоговая ставка – 6,0%.

### **Налог на имущество**

В соответствии с гл. 30 «Налогового кодекса РФ» (часть вторая) от 05.08.2000 г. N 117-ФЗ (ред. от 24.11.2014 г. с изменениями и дополнениями, вступившим в силу с 05.12.2014 г.) в расчетах использована ставка налога на имущество в размере 2,2% от среднегодовой остаточной стоимости имущества.

### **Сводка доходов и расходов включает в себя следующие показатели:**

- доход предприятия, представляющий собой разность между стоимостью товарной продукции (валовым доходом) и затратами на аффинаж драгметаллов, составляющими для золота 1,5%, для серебра – 3,0% от стоимости товарной продукции;

- расходы предприятия, представляющие собой сумму эксплуатационных затрат (прямых, цеховых и общепроизводственных) и налогов и сборов, включаемых в состав себестоимости производимой продукции;

- валовая прибыль предприятия, представляющая собой разность между доходом (выручкой от реализации продукции) и расходами предприятия;

- амортизация основных фондов недропользователя (горно-капитальные, горно-подготовительные работы и объекты вахтового поселка);
- прибыль до налогообложения предприятия, представляющая собой разность между валовой прибылью и амортизацией;
- налог на прибыль, исчисляемый от базы налогообложения по ставке, установленной законодательством Российской Федерации;
- чистая прибыль, представляющая собой общую прибыль минус отчисления с прибыли до налогообложения минус налог на прибыль;
- свободные средства предприятия (чистая прибыль + амортизация + выручка от сдачи в аренду подрядчику имущества недропользователя);

Сводка доходов и расходов предприятия и суммарная величина показателей за период оценки приведена в Приложении Б.

### **Экономическая эффективность проекта**

Источниками финансового обеспечения проекта являются чистая прибыль и амортизация.

Основными показателями экономической эффективности инвестиционного проекта служат:

- чистый приведенный доход (NPV);
- внутренняя норма доходности (IRR);
- индекс доходности инвестиций (PI);
- дисконтированный период окупаемости инвестиций (DPB).

Ставка дисконтирования берется равной 10%.

Расчет интегральных показателей эффективности проекта по вариантам подсчета запасов приведен таблице (Таблица 8.5).

Таблица 8.5 – Основные технико-экономические показатели отработки рудопроявления Салакит

| Показатели                       | Ед.изм. | Всего    |
|----------------------------------|---------|----------|
| 1                                | 2       | 3        |
| Геологические запасы руды, всего | тыс.т.  | 16 260,0 |

Продолжение таблицы 8.5

|                                                                                                              |           |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|
| Потери при добыче                                                                                            | %         | 4,1         |
| Разубоживание                                                                                                | %         | 8,3         |
| Эксплуатационные запасы руды, всего                                                                          | тыс.т.    | 17 005,0    |
| Средние содержания в геологических запасах                                                                   |           |             |
| Золото                                                                                                       | г/т       | 1,26        |
| Серебро                                                                                                      | г/т       | 8,87        |
| Количество металлов в геологических запасах                                                                  |           |             |
| Золото                                                                                                       | кг        | 20 488,0    |
| Серебро                                                                                                      | т         | 144,231     |
| Средние содержания в эксплуатационных запасах                                                                |           |             |
| Золото                                                                                                       | г/т       | 1,16        |
| Серебро                                                                                                      | г/т       | 8,13        |
| Количество металлов в эксплуатационных запасах                                                               |           |             |
| Золото                                                                                                       | кг        | 19 650,0    |
| Серебро                                                                                                      | т         | 138,320     |
| Извлечение металлов при КВ                                                                                   |           |             |
| Золото                                                                                                       | %         | 70,0        |
| Серебро                                                                                                      | %         | 48,5        |
| Количество металлов в чистоте                                                                                |           |             |
| Золото                                                                                                       | кг        | 13 754,0    |
| Серебро                                                                                                      | т         | 67,084      |
| Стоимость металлов в чистоте                                                                                 |           |             |
| Золото                                                                                                       | руб/кг    | 2 314 200,0 |
| Серебро                                                                                                      | руб/кг    | 33 600,0    |
| Стоимость товарной продукции                                                                                 | млн.руб   | 34 083,5    |
| Золото                                                                                                       | млн.руб   | 31 829,5    |
| Серебро                                                                                                      | млн.руб   | 2 254,0     |
| Налоги на добычу благородных металлов                                                                        | млн.руб   | 2 044,9     |
| Себестоимость получения товарной продукции                                                                   | руб/тн    | 1 030,0     |
| Эксплуатационные расходы                                                                                     | млн.руб.  | 17 514,9    |
| Оборотный капитал 2-х мес. экспл. расходы                                                                    | млн.руб.  | 2 919,1     |
| Прирост оборотного капитала                                                                                  | млн.руб.  |             |
| Затраты на 1 рубль товарной продукции                                                                        | руб./руб. | 0,51        |
| Основные фонды, в т.ч. рудник                                                                                |           |             |
| Капитальные вложения в строительство рудника, в т.ч. отведение русла руч. Салакит и строительство автодороги | млн.руб.  | 2 200,0     |
| Выбытие новых фондов                                                                                         | руб./т    | 1 200,0     |
| Годовая амортизация на основные фонды                                                                        | млн.руб.  | 1 974,0     |
| Капвложения на поддержание выбывающих фонд.                                                                  | млн.руб.  | 960,0       |
| Основные фонды, в т.ч. КВ                                                                                    |           |             |

Продолжение таблицы 8.5

|                                                                     |                 |                |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|
| Капвложения в строительство фабрики                                 | млн.руб.        | 1 200,0        |
| Годовая амортизация на вновь вводимые фонды                         | млн.руб.        | 1 029,0        |
| Капвложения на поддержание выбывающих фондов                        | млн.руб.        | 420,0          |
| Общие капитальные затраты                                           | млн.руб.        | 4 455,4        |
| Общая годовая амортизация                                           | млн.руб.        | 3 003,0        |
| Общая остаточная стоимость основных фондов                          | млн.руб.        | 22 236,0       |
| Налог на имущество                                                  | млн.руб.        | 489,2          |
| Балансовая прибыль                                                  | млн.руб.        | 14 313,1       |
| Налог на добычу, имущество                                          | млн.руб.        | 2 534,1        |
| Налогооблагаемая прибыль                                            | млн.руб.        | 11 779,0       |
| Налог на прибыль                                                    | млн.руб.        | 2 355,8        |
| Чистая прибыль                                                      | млн.руб.        | 9 423,2        |
| Чистая прибыль + амортизация                                        | млн.руб.        | 12 426,2       |
| Чистый денежный поток                                               | млн.руб.        | 7 970,7        |
| Накопленный чистый денежный поток                                   | млн.руб.        | 36 643,9       |
| Сумма налоговых выплат в бюджет                                     | млн.руб.        |                |
| Срок окупаемости капитальных вложений                               | лет             | 4,0            |
| Ставка дисконтирования                                              | %               | 10,0           |
| Дисконтированный показатель чист. прибыль+аморт.                    | млн.руб.        | 6 291,3        |
| Дисконтированный показатель капитальных затрат                      | млн.руб.        | 3 361,0        |
| <b>Чистый дисконтированный доход (ЧДД) (NPV)</b>                    | <b>млн.руб.</b> | <b>2 930,2</b> |
| <b>Индекс доходности (ИД) (PI)</b>                                  |                 | <b>1,9</b>     |
| <b>Внутренняя норма доходности (ВНД) (IRR)</b>                      | <b>%</b>        | <b>27,6</b>    |
| <b>Срок окупаемости капитальных вложений дисконтированный (DPB)</b> | <b>лет</b>      | <b>4,5</b>     |

Результаты выполненных технико-экономических расчетов свидетельствуют о рентабельности отработки ресурсов рудопроявления Салакит при варианте бортового содержания золота – 0,4 г/т.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Нормативная литература:**

- 1 ГОСТ 12.0.003–74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 2 ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- 3 ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 4 ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
- 5 ГОСТ 12.1.003 – 83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
- 6 Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). Москва, 2017.
- 7 Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (золото рудное). Москва, 2017.
- 8 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
- 9 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.
- 10 СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 11 ТОИ Р-45-084-01 «Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере». - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002.

12 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.

13 ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации».

14 Бурлак Г.Н. Безопасность работы на компьютере: Организация труда на предприятиях информационного обслуживания: учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 144с.

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

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

17 СН 2.2.4/2.1 .8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий

### **Опубликованная литература**

18 London bullion market [Электронный курс] – режим доступа: URL: <http://www.lbma.org.uk/>

19 Рынок металлов [Электронный курс] – режим доступа: URL: [http://www.metaltorg.ru/metal\\_catalog/tsvetnyye\\_metally\\_splavy\\_prokat/dragotsennyye\\_metally/zoloto/](http://www.metaltorg.ru/metal_catalog/tsvetnyye_metally_splavy_prokat/dragotsennyye_metally/zoloto/)

20 Tobias Lukas Jeri. Gold Gewinnung & Vorkommen. 2005- 12 s. [Электронный курс]. – Режим доступа: URL: <http://www.mactronik.ch/infos/Goldwaschen.pdf>

21 H. Kern, Chr. Ebert. Entstehung und Vorkommen von Goldlagerstätten. Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst.Kiel, 1986.- S.53-68

22 Die größten Goldabbaugebiete der Welt - Karte der Goldvorkommen weltweit - Länder / Staaten. [Электронный курс]. – Режим доступа: URL: <http://www.goldbarren.eu/goldvorkommen-weltweit-gold-fundorte-deutschland.htm>

23 Meso- und epithermale Goldlagerstätten. [Электронный курс]. – Режим доступа: URL:

<https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Geologisches%20Portrait/Lagerst%E4tten/Meso-%20und%20epithermale%20Gold-Lagerst%E4tten>

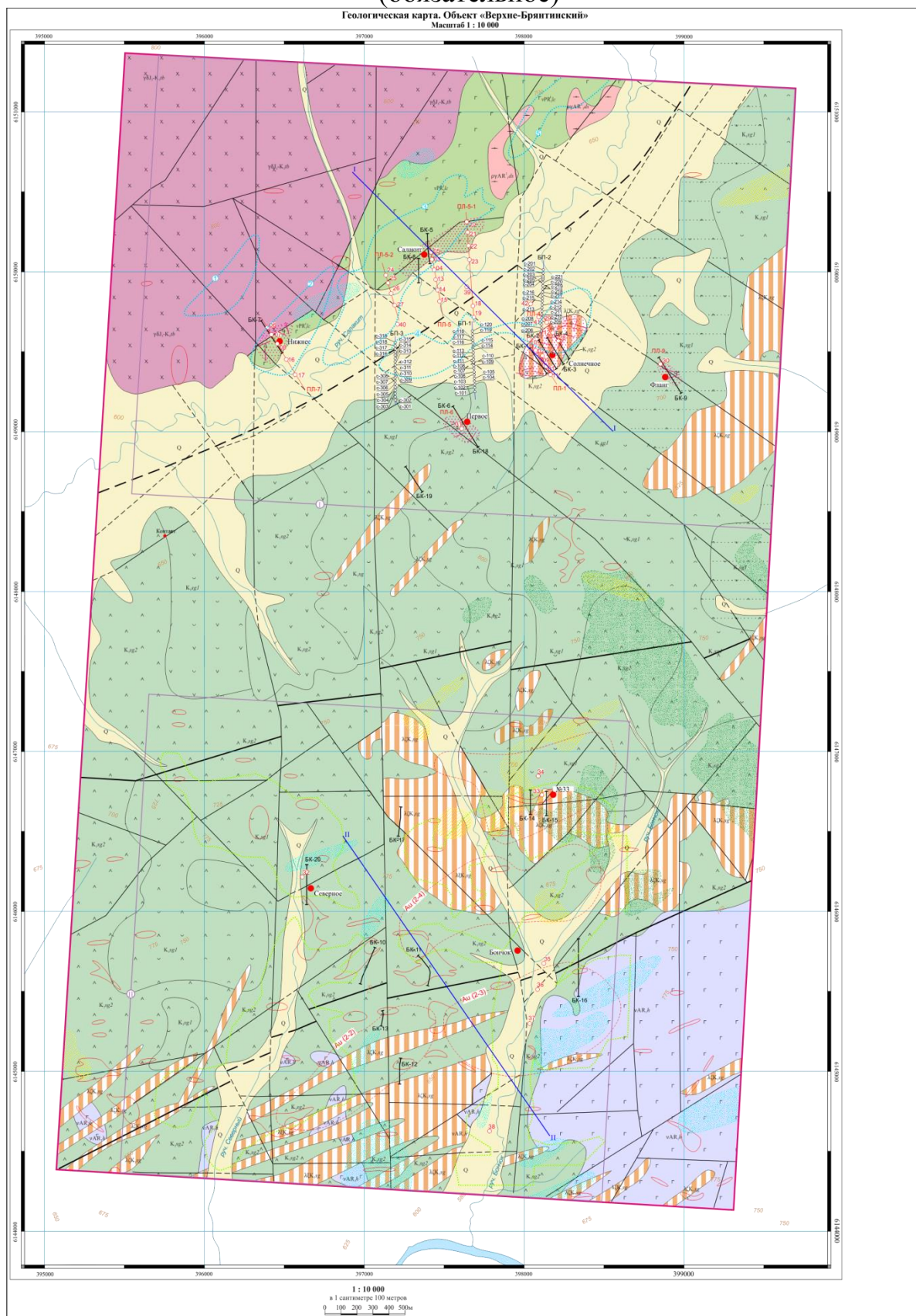
### **Фондовая литература**

24 Отчет по объекту Верхне-Брянтинский (Амурская область) ЗАО «Русбурмаш» 2014г.

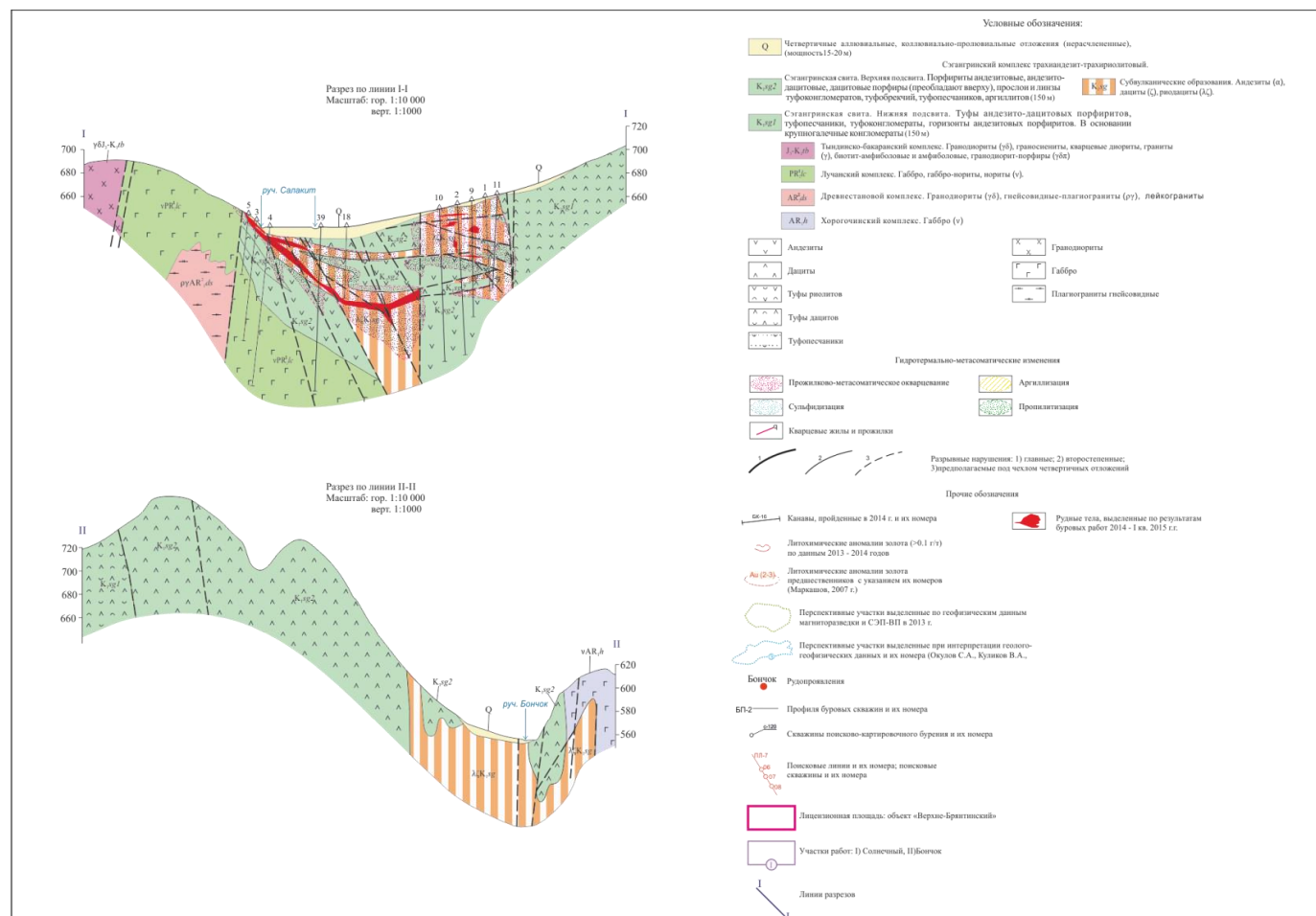
25 Отчет по объекту Верхне-Брянтинский (Амурская область) ЗАО «Русбурмаш» 2015г.



# **Приложение А1** **Геологическая карта объекта Верхне-Брянтинский** **(обязательное)**



# Приложение А2 Геологические разрезы объект Верхне-Брянтинский (обязательное)



## Приложение Б

(обязательное)

### Календарный план отработки месторождения

| Показатели                                     | Ед. изм. | Всего  | По годам отработки месторождения |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------------------------|----------|--------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                                |          |        | 1                                | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
| 1                                              | 2        | 3      | 4                                | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     |
| Геологические запасы руды, всего               | тыс.т.   | 16260  | 660,0                            | 1200,0 | 1200,0 | 1200,0 | 1200,0 | 1200,0 | 1200,0 | 1200,0 | 1200,0 | 1200,0 |
| Потери при добыче                              | %        | 4,1    | 4,1                              | 4,1    | 4,1    | 4,1    | 4,1    | 4,1    | 4,1    | 4,1    | 4,1    | 4,1    |
| Разубоживание                                  | %        | 8,3    | 8,3                              | 8,3    | 8,3    | 8,3    | 8,3    | 8,3    | 8,3    | 8,3    | 8,3    | 8,3    |
| Эксплуатационные запасы руды, всего            | тыс.т.   | 17005  | 690,2                            | 1255,0 | 1255,0 | 1255,0 | 1255,0 | 1255,0 | 1255,0 | 1255,0 | 1255,0 | 1255,0 |
| Средние содержания в геологических запасах     |          |        |                                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Золото                                         | г/т      | 1,26   | 1,260                            | 1,260  | 1,260  | 1,260  | 1,260  | 1,260  | 1,260  | 1,260  | 1,260  | 1,260  |
| Серебро                                        | г/т      | 8,87   | 8,870                            | 8,870  | 8,870  | 8,870  | 8,870  | 8,870  | 8,870  | 8,870  | 8,870  | 8,870  |
| Количество металлов в геологических запасах    |          |        |                                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Золото                                         | т        | 20,49  | 0,8                              | 1,5    | 1,5    | 1,5    | 1,5    | 1,5    | 1,5    | 1,5    | 1,5    | 1,5    |
| Серебро                                        | т        | 144,23 | 5,9                              | 10,6   | 10,6   | 10,6   | 10,6   | 10,6   | 10,6   | 10,6   | 10,6   | 10,6   |
| Средние содержания в эксплуатационных запасах  |          |        |                                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Золото                                         | г/т      | 1,16   | 1,155                            | 1,155  | 1,155  | 1,155  | 1,155  | 1,155  | 1,155  | 1,155  | 1,155  | 1,155  |
| Серебро                                        | г/т      |        |                                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Количество металлов в эксплуатационных запасах |          |        |                                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Золото                                         | т        | 19,65  | 0,80                             | 1,45   | 1,45   | 1,45   | 1,45   | 1,45   | 1,45   | 1,45   | 1,45   | 1,45   |
| Серебро                                        | т        | 138,31 | 5,61                             | 10,21  | 10,21  | 10,21  | 10,21  | 10,21  | 10,21  | 10,21  | 10,21  | 10,21  |
| Извлечение металлов при КВ                     |          |        |                                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Золото                                         | %        | 70     | 70                               | 70     | 70     | 70     | 70     | 70     | 70     | 70     | 70     | 70     |

Продолжение приложения Б

| 1                                            | 2         | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      | 13      |
|----------------------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Серебро                                      | %         | 48,5    | 48,5    | 48,5    | 48,5    | 48,5    | 48,5    | 48,5    | 48,5    | 48,5    | 48,5    | 48,5    |
| Количество металлов в чистоте                |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Золото                                       | т         | 13,75   | 0,6     | 1,0     | 1,0     | 1,0     | 1,0     | 1,0     | 1,0     | 1,0     | 1,0     | 1,0     |
| Серебро                                      | т         | 67,08   | 2,7     | 5,0     | 5,0     | 5,0     | 5,0     | 5,0     | 5,0     | 5,0     | 5,0     | 5,0     |
| Стоимость металлов в чистоте                 |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Золото                                       | руб/кг    | 2314200 | 2314200 | 2314200 | 2314200 | 2314200 | 2314200 | 2314200 | 2314200 | 2314200 | 2314200 | 2314200 |
| Серебро                                      | руб/кг    | 33600   | 33600   | 33600   | 33600   | 33600   | 33600   | 33600   | 33600   | 33600   | 33600   | 33600   |
| Стоимость товарной продукции, ВСЕГО          | млн.руб   | 34081,9 | 1383,4  | 2515,3  | 2515,3  | 2515,3  | 2515,3  | 2515,3  | 2515,3  | 2515,3  | 2515,3  | 2515,3  |
| Золото                                       | млн.руб   | 31827,9 | 1291,9  | 2348,9  | 2348,9  | 2348,9  | 2348,9  | 2348,9  | 2348,9  | 2348,9  | 2348,9  | 2348,9  |
| Серебро                                      | млн.руб   | 2253,9  | 91,5    | 166,3   | 166,3   | 166,3   | 166,3   | 166,3   | 166,3   | 166,3   | 166,3   | 166,3   |
| Налоги на добычу благородных металлов        | млн.руб   | 2044,9  | 83,0    | 150,9   | 150,9   | 150,9   | 150,9   | 150,9   | 150,9   | 150,9   | 150,9   | 150,9   |
| Себестоимость получения товарной продукции   | руб/тн    | 1030,0  | 1030,0  | 1030,0  | 1030,0  | 1030,0  | 1030,0  | 1030,0  | 1030,0  | 1030,0  | 1030,0  | 1030,0  |
| Эксплуатационные расходы                     | млн.руб.  | 17514,9 | 710,9   | 1292,6  | 1292,6  | 1292,6  | 1292,6  | 1292,6  | 1292,6  | 1292,6  | 1292,6  | 1292,6  |
| Оборотный капитал 2-х мес экспл. расходы     | млн.руб.  | 2919,1  | 118,5   | 215,4   | 215,4   | 215,4   | 215,4   | 215,4   | 215,4   | 215,4   | 215,4   | 215,4   |
| Прирост оборотного капитала                  | млн.руб.  |         | 118,49  | 96,95   | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| Затраты на 1 рубль товарной продукции        | руб./руб. | 0,51    | 0,51    | 0,51    | 0,51    | 0,51    | 0,51    | 0,51    | 0,51    | 0,51    | 0,51    | 0,51    |
| Основные фонды, в т.ч. рудник                |           |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Капитальные вложения в строительство рудника | млн.руб.  | 2200,0  | 800,00  | 800,00  | 200,00  | 200,00  | 200,00  |         |         |         |         |         |
| Балансовая стоимость основных фондов         | млн.руб.  |         | 800,00  | 1600,00 | 1800,00 | 2000,00 | 2200,00 | 2200,00 | 2200,00 | 2200,00 | 2200,00 | 2200,00 |
| Выбытие новых фондов                         | руб./т    | 1200,0  | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| Годовая амортизация на основные фонды        | млн.руб.  | 1974,0  | 56,00   | 112,00  | 126,00  | 140,00  | 154,00  | 154,00  | 154,00  | 154,00  | 154,00  | 154,00  |
| То же с нарастающим итогом                   | млн.руб.  |         | 56,00   | 168,00  | 294,00  | 434,00  | 588,00  | 742,00  | 896,00  | 1050,00 | 1204,00 | 1358,00 |

## Продолжение приложения Б

| 1                                           | 2        | 3       | 4      | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      | 13      |
|---------------------------------------------|----------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Остаточная стоимость существующих фондов    |          |         | 744,00 | 1432,00 | 1506,00 | 1566,00 | 1612,00 | 1458,00 | 1304,00 | 1150,00 | 996,00  | 842,00  |
| Капвложения на поддержание выбывающих фонд. | млн.руб. | 420,0   | 30,00  | 30,00   | 30,00   | 30,00   | 30,00   | 30,00   | 30,00   | 30,00   | 30,00   | 30,00   |
| Удельные кап.вложения в смену выбыв. фондов | руб./тн  |         | 43,46  | 23,91   | 23,91   | 23,91   | 23,91   | 23,91   | 23,91   | 23,91   | 23,91   | 23,91   |
| Основные фонды, в т.ч. КВ                   |          |         |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Капвложения в строительство фабрики         | млн.руб. | 1200,0  | 300,00 | 300,00  | 200,00  | 200,00  | 200,00  |         |         |         |         |         |
| Балансовая стоимость новых фондов           | млн.руб. |         | 300,00 | 600,00  | 800,00  | 1000,00 | 1200,00 | 1200,00 | 1200,00 | 1200,00 | 1200,00 | 1200,00 |
| Выбытие новых фондов                        | млн.руб. | 0,0     | 0,00   | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    |
| Годовая амортизация на вновь вводимые фонды | млн.руб. | 1029,0  | 21,00  | 42,00   | 56,00   | 70,00   | 84,00   | 84,00   | 84,00   | 84,00   | 84,00   | 84,00   |
| То же с нарастающим итогом                  |          |         | 21,00  | 63,00   | 119,00  | 189,00  | 273,00  | 357,00  | 441,00  | 525,00  | 609,00  | 693,00  |
| Остаточная стоимость существующих фондов    |          |         | 279,00 | 537,00  | 681,00  | 811,00  | 927,00  | 843,00  | 759,00  | 675,00  | 591,00  | 507,00  |
| Капвложения на поддержание выбывающих фонд. | млн.руб. | 420,0   | 30,00  | 30,00   | 30,00   | 30,00   | 30,00   | 30,00   | 30,00   | 30,00   | 30,00   | 30,00   |
| Общие капитальные затраты                   | млн.руб. | 4455,4  | 1278,5 | 1256,9  | 460,0   | 460,0   | 460,0   | 60,0    | 60,0    | 60,0    | 60,0    | 60,0    |
| Общая балансовая стоимость фондов           | млн.руб. |         | 1100,0 | 2200,0  | 2600,0  | 3000,0  | 3400,0  | 3400,0  | 3400,0  | 3400,0  | 3400,0  | 3400,0  |
| Общая годовая амортизация                   | млн.руб. | 3003,0  | 77,0   | 154,0   | 182,0   | 210,0   | 238,0   | 238,0   | 238,0   | 238,0   | 238,0   | 238,0   |
| Общая остаточная стоимость основных фондов  | млн.руб. | 22236,0 | 1023,0 | 1969,0  | 2187,0  | 2377,0  | 2539,0  | 2301,0  | 2063,0  | 1825,0  | 1587,0  | 1349,0  |
| Налог на имущество                          | млн.руб. | 489,2   | 22,51  | 43,32   | 48,11   | 52,29   | 55,86   | 50,62   | 45,39   | 40,15   | 34,91   | 29,68   |
| Балансовая прибыль                          | млн.руб. | 14313,1 | 581,0  | 1056,3  | 1056,3  | 1056,3  | 1056,3  | 1056,3  | 1056,3  | 1056,3  | 1056,3  | 1056,3  |
| Налог на добычу, имущество                  | млн.руб. | 2534,1  | 105,5  | 194,2   | 199,0   | 203,2   | 206,8   | 201,5   | 196,3   | 191,1   | 185,8   | 180,6   |
| Налогооблагаемая прибыль                    | млн.руб. | 11779,0 | 475,5  | 862,1   | 857,3   | 853,1   | 849,5   | 854,8   | 860,0   | 865,2   | 870,5   | 875,7   |
| Налог на прибыль                            | млн.руб. | 2355,8  | 95,1   | 172,4   | 171,5   | 170,6   | 169,9   | 171,0   | 172,0   | 173,0   | 174,1   | 175,1   |
| Чистая прибыль                              | млн.руб. | 9423,2  | 380,4  | 689,7   | 685,8   | 682,5   | 679,6   | 683,8   | 688,0   | 692,2   | 696,4   | 700,6   |
| Чистая прибыль + амортизация                | млн.руб. | 12426,2 | 457,4  | 843,7   | 867,8   | 892,5   | 917,6   | 921,8   | 926,0   | 930,2   | 934,4   | 938,6   |

## Продолжение приложения Б

| 1                                                      | 2        | 3       | 4      | 5       | 6      | 7      | 8      | 9     | 10     | 11     | 12     | 13     |
|--------------------------------------------------------|----------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Чистый денежный поток                                  | млн.руб. | 7970,7  | -821,1 | -413,3  | 407,8  | 432,5  | 457,6  | 861,8 | 866,0  | 870,2  | 874,4  | 878,6  |
| Накопленный чистый денежный поток                      | млн.руб. | 36643,9 | -821,1 | -1234,4 | -826,6 | -394,1 | 63,5   | 925,4 | 1791,4 | 2661,6 | 3536,0 | 4414,5 |
| Срок окупаемости капитальных вложений                  | лет      | 4,0     |        |         |        |        |        |       |        |        |        |        |
| Ставка дисконтирования                                 | %        | 10      | 10     | 10      | 10     | 10     | 10     | 10    | 10     | 10     | 10     | 10     |
| Номер года                                             |          |         | 1      | 2       | 3      | 4      | 5      | 6     | 7      | 8      | 9      | 10     |
| Дисконтированный показатель чист. прибыль+аморт.       | млн.руб. | 6291,3  | 415,8  | 697,2   | 652,0  | 609,6  | 569,8  | 520,3 | 475,2  | 433,9  | 396,3  | 361,9  |
| Дисконтированный показатель капитальных затрат         | млн.руб. | 3361,0  | 1162,3 | 1038,8  | 345,6  | 314,2  | 285,6  | 33,9  | 30,8   | 28,0   | 25,4   | 23,1   |
| Чистый дисконтированный доход (ЧДД)                    | млн.руб. | 2930,2  | -746,5 | -341,6  | 306,4  | 295,4  | 284,2  | 486,5 | 444,4  | 406,0  | 370,8  | 338,7  |
| Накопленный чистый дисконтированный доход              | млн.руб. |         | -746,5 | -1088,0 | -781,6 | -486,2 | -202,1 | 284,4 | 728,8  | 1134,8 | 1505,6 | 1844,3 |
| Индекс доходности (ИД)                                 |          | 1,9     | 0,4    | 0,7     | 1,9    | 1,9    | 2,0    | 15,4  | 15,4   | 15,5   | 15,6   | 15,6   |
| Внутренняя норма доходности (ВНД)                      | %        | 27,6    |        |         |        |        |        |       |        |        |        |        |
| Срок окупаемости капитальных вложений дисконтированный | лет      | 4,5     |        |         |        |        |        |       |        |        |        |        |

## Приложение С

### Раздел 4

#### ENTSTEHUNG UND VORKOMMEN VON GOLDLAGERSTÄTTEN

Студент:

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 2ЛМ5А  | Вильгельм Евгений Андреевич |         |      |

Консультант кафедры \_\_\_\_\_ (аббревиатура кафедры) \_\_\_\_\_:

| Должность             | ФИО                       | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Когут Светлана Валерьевна | к.ф.н.                    |         |      |

Консультант – лингвист кафедры \_\_\_\_\_ (аббревиатура кафедры) \_\_\_\_\_:

| Должность | ФИО | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----|---------------------------|---------|------|
|           |     |                           |         |      |

## **1 Einleitung**

Gold hat die Menschen schon immer fasziniert. Der Traum vom eigenen Goldbesitz wurde deshalb schon von vielen Menschen geträumt und hat stets eine spezielle Wirkung auf sie ausgeübt. Doch nur wenigen ist dieser bisher in Erfüllung gegangen. Während sich früher vor allem ärmere Menschen durch das Goldwaschen einen Zustupf an ihr geringes Einkommen erhofften, wird es heute oftmals als erholsames Hobby in der freien Natur betrieben [1].

Wie und wo nun Gold zu finden ist, kann in folgenden Texten erfahren werden. Kaum zu glauben, aber wahr: Das Edelmetall Gold ist praktisch überall auf der Welt vorhanden. Sei dies nun auf den Kontinenten, im Meer oder in uns selbst. Jedoch sind die Konzentrationen und Formen des Goldes recht unterschiedlich und weisen beträchtliche Schwankungen auf. Man sagt, dass das Gold in der Erdkruste durchschnittlich mit einer Konzentration von 0,005 g/t vorkommt. Schätzungsweise ergäbe das insgesamt 30 Milliarden Tonnen Gold. Diese gewaltige Menge befindet sich an den verschiedensten Orten der Welt. In folgenden Teilen der Erde wurden bisher große Goldvorkommen entdeckt:

- Australien
- USA
- Russland
- Mexiko
- Neuguinea
- Südafrika usw. [1].

Auf der Insel Nioam, welche zu der Lihir-Inselgruppe im Nordosten von Papua-Neuguinea gehört, wurde 1982 das größte Goldvorkommen der Welt entdeckt. In dem zusammengebrochenen Krater des Inselvulkans, mit dem Namen Luise Caldera, verbirgt sich der Goldschatz und wird seit 1997 massiv abgebaut. Es werden pro Tag ca. 75 Kilo Gold gewonnen. Man schätzt das gesamte Volumen auf etwa 1350 Tonnen sprich 1,35 Millionen Kilogramm Gold [3].



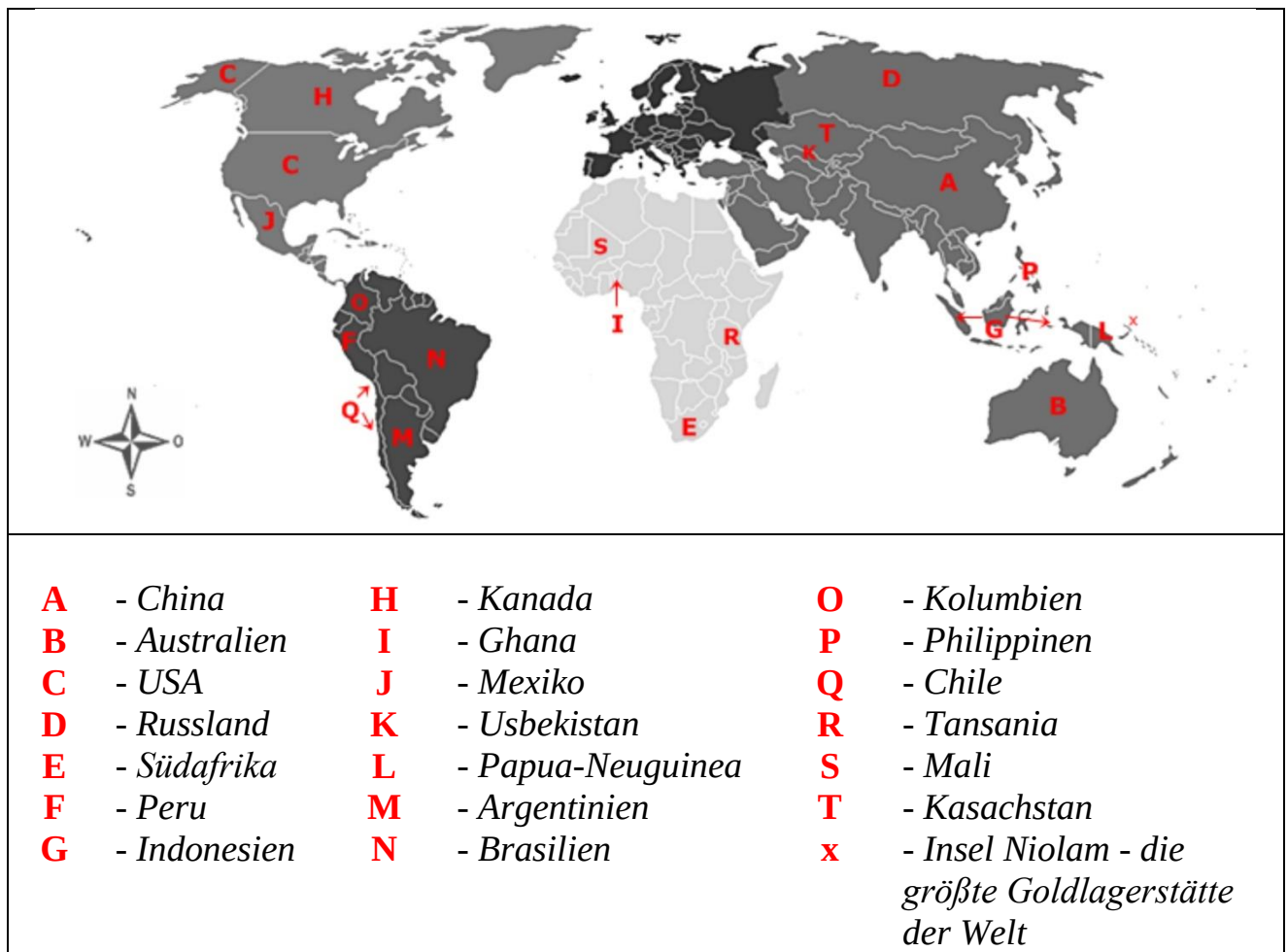


Abb. 1 – Landkarte der 20 Staaten mit den größten Goldvorkommen weltweit [3]

Ein Goldklumpen ist die Reinform des Edelmetalls Gold. Kommt das Gold so in der Natur vor, spricht man auch von einem Nugget. Diese Art des Vorkommens ist jedoch sehr selten. Meistens findet man das Gold in Form von Legierungen. Die Wichtigsten sind die sogenannten «Buntmetalle», wie Kupfer und Nickel. Wie alle anderen Rohstoffe auf diesem Planeten, ist auch das Gold nicht unerschöpflich. Forscher und Wissenschaftler sind der Meinung, dass zwar noch genügend Gold vorhanden sei. Trotzdem wird der Abbau mit den heutigen technischen Mitteln rasant vorangetrieben [1].

### Allgemeine Überlegungen zur Geochemie und Lagerstättenkunde

Die Erde besteht aus dem Erdkern, dem Erdmantel und der Erdkruste. Nur die allerersten Kilometer der Kruste sind für unsere Überlegungen von Interesse [2].

Von den 92 natürlich vorkommenden chemischen Elementen sind nur 9 wesentlich am Aufbau der äußersten Erdkruste beteiligt [2].

|            |        |
|------------|--------|
| Sauerstoff | 46,60% |
| Silicium   | 27,72% |
| Aluminium  | 8,13   |
| Eisen      | 5,00%  |
| Calcium    | 3,63%  |
| Natrium    | 2,83%  |
| Kalium     | 2,95%  |
| Magnesium  | 2,09%  |
| Titan      | 0,44%  |
| <hr/>      |        |
|            | 99,03% |

Alle übrigen 83 Elemente sind also mit weniger als 1 % in der oberen Erdkruste vorhanden. Wäre dieses restliche 1 % statistisch verteilt, so gäbe es keine abbauwürdigen Mineralkonzentrationen, also auch keine Goldlagerstätten. Geochemische und geologische Prozesse haben nun im Verlauf der rund 4.5 Milliarden Jahre währenden Erdgeschichte zu Differentiationen geführt. Deshalb sind einzelne dieser 83 Elemente weit über ihren statistischen Anteil hinaus in den erdoberflächennahen Bereichen lokal zu lagerstättenmäßigen Konzentrationen angereichert worden [2].

Bauwürdige Goldlagerstätten enthalten etwa 4-10 g Gold/t Gestein (Erz). Bei Durchschnittsgehalten von 0.002-0.005 g/t (0.002-0.005 ppm) in der oberen Erdkruste bedeutet dies, dass die lagerstättenbildenden Prozesse eine etwa 2.000fache Anreicherung bewirkt haben [2].

Die Anreicherungsprozesse können mit dem Aufstieg und der Abkühlung magmatischer Schmelzen (Magmendifferentiation), der Gesteinsverwitterung an der Erdoberfläche oder der erneuten Verfrachtung von Sedimentgesteinen in größere Erdtiefen und damit einhergehender Umwandlung infolge Druck- und Temperaturzunahme (Metamorphose) verbunden sein. Die Gesteine unterliegen somit einem ständigen Wandel,

einem ewigen „Stirb und Werde“, das von Stoffumsätzen (Mobilisation und Konzentration) begleitet wird (Abb. 1) [2].

### **3 Erzminerale des Goldes**

Der „Adel“ des Goldes besteht auch darin, dass es ungern mit anderen chemischen Elementen Verbindungen eingeht. Aus diesem Grund ist die Zahl der wirtschaftlich bedeutsamen Goldminerale nicht sehr groß. Das wichtigste Erzmineral für die Goldgewinnung ist das gediegen Gold, eine zweite, weniger bedeutsame Mineralgruppe bilden die Au-Ag-Telluride [2].

Gediegenes Gold ist fast immer mit Silber legiert. Der Silbergehalt im Gold wird durch den Feingehalt (F) angegeben. Reines, Ag-freies Gold hat demnach - wie aus der in Tabelle 1 angegebenen Formel leicht zu ersehen ist - einen Feingehalt von 1.000 [2].

Gediegenes Gold mit Goldgehalten  $> 75\%$  wird als Aurum bezeichnet; es hat eine goldgelbe Farbe, Betragen die Goldanteile nur 45- 75 % und sind die Silber- Anteile entsprechend höher, so spricht man von Elektum. Diese Legierung ist silberweiß. Gediegenes Gold hat eine außerordentlich hohe Dichte, je nach Zusammensetzung zwischen 13- 19 g/cm<sup>3</sup>, und ist sehr beständig gegenüber physikalischen und chemischen Verwitterungseinflüssen. Aufgrund dieser Eigenschaften gehört gediegen Gold zu den klassischen Seifenmineralen [2].

Tabelle 1 – Goldminerale [2]

| Name/Formel              |                                     | Gold-Gehalt<br>(%) | Spez.Gew.<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | Mohs-Härte | Kristall-<br>System |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------|---------------------|
| 1. Gediegen Gold         |                                     |                    |                                   |            |                     |
| Aurum                    | (Au, Ag)                            | >75                | 16-19,3                           | 2,5-3      | kub.                |
| Elektrum                 | (Au, Ag)                            | 45-75              | 13-16                             | 2-2,5      | kub.                |
| 2. Gold-Silber Telluride |                                     |                    |                                   |            |                     |
| Cavalerit                | Au Te <sub>2</sub>                  | 39,2-42,8          | 9,2                               | 2,5-3      | kub.                |
| Krennerit                | Au <sub>4</sub> Ag Te <sub>10</sub> | 30,7-43,9          | 8,6                               | 2,5        | kub.                |
| Sylvanit                 | Au Ag Te <sub>4</sub>               | 24,2-29,9          | 8,2                               | 1,5-2      | kub.                |
| Petzit                   | Ag Au Te <sub>2</sub>               | 19,0-25,2          | 9,1                               | 2,5        | kub.                |

#### 4 Gliederung der Goldlagerstätten

Die Bildung von Goldlagerstätten erfolgte entweder in tieferen Bereichen der Erdkruste oder an der Erdoberfläche (Abb. 1). Man unterscheidet daher endogene (primäre) und exogene (sekundäre) Lagerstättenbildungen. Die wichtigsten Lagerstättentypen dieser beiden Gruppen sind in Tabelle 2 aufgeführt [2].

Tabelle 2 – Genetische Gliederung der Gold-Lagerstätten [2]

| 1. Endogene (primäre Lagerstätten)                                                                                                                                            |                                                            |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Lagerstättentyp                                                                                                                                                               | Vorkommen                                                  | Anteil<br>Weltprod<br>uktion |
| 1. „Alte“ Goldquarz-Gänge<br>Hydrothermale Gänge mit Quarz, Sulfiden und ged. Gold in präkarnbrischen Rahmengesteinen                                                         | • Kirkland Knife,<br>Kanada<br>• Bendigo, Australien       | ca. 20 %                     |
| 2. „Junge“ Goldquarz-Gänge<br>Hydrothermale Gänge mit metasomat Hohlräume mit Quarz, Karbonaten, Baryt Fluorit und ged. Gold (Elektrum) in vulkan. Gesteinen tertiären Alters | • Cripple Creek,<br>Colorado<br>• Comstock Lode,<br>Nevada | < 2 %                        |
| 3. Disseminierte Gold-Lagerstätten<br>Hydrothermale, sehr feinkörnige Gold-Imprägnationen in kieseligen und dolomitischen Kalken und Quarziten                                | • Carlin,<br>• Gold Acres,<br>• Cortes,<br>alle Nevada     | 2-5 %                        |

| 2 . Exogene (sekundäre) Lagerstätten |                                                                                                                                    |                                                                                                                                                              |          |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1.                                   | Rezente Seifen<br>Unverfestigte oder halbverfestigte Flusssande mit ged. Gold und anderen Schwermineralen ca 20%<br>torium, Kanada | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yukon Territorium, Kanada</li> <li>• Sierra, Nevada, USA</li> <li>• Lena-, Aldan- und Amur-gebiet, UdSSR</li> </ul> | ca. 20 % |
| 2.                                   | Fossile" Seifen<br>Quarzgeröll-Konglomerate und Quarzitedes Präkambriums mit ged. Gold, Uraninit und Metallen der Pt-Gruppe        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Süd-Afrika</li> <li>• Serra de Jacobina, Brasilien</li> <li>• Tarkwaian, Ghana</li> </ul>                           | ca. 50 % |

#### 4.1 Endogene (primäre Lagerstätten)

Das Gold der primären Lagerstätten wurde durch heiße, wässrige Lösungen (Hydrothermen) zugeführt und aus diesen als „Berggold" ausgeschieden, Berggold findet sich auf sogen. Alten Goldquarz-Gängen zusammen mit derbem Quarz und Sulfiden, vorwiegend in präkambrischen Rahmengestein, sowie auf sogen. Jungen Goldquarz-Gängen zusammen mit feinkörnigem Quarz, Karbonaten, Baryt und Fluorit bevorzugt in der Nachbarschaft von vulkanischen Gesteinen tertiären Alters, Des Weiteren wurden vielfach kieselige und dolomitische Kalke und Quarzite mit hydrothermal zugeführtem Gold imprägniert [2].

Der Anteil der primären Lagerstätten an der derzeitigen Goldproduktion liegt zwischen 25 und 30%. Bei einer Jahresförderung von rd. 1.400 t sind das 400 t [2].

Hydrothermal gebildete Goldquarzgänge gehören zu den bedeutendsten primären Goldlagerstätten, von denen die präkambrischen mesothermalen sowie die tertiären epithermalen, die beide Gold als Hauptkomponente führen, die wirtschaftlich wichtigsten sind [4].

##### 4.1.1 Orogene (mesothermale) Goldlagerstätten

Die meisten und bedeutendsten Goldlagerstätten wurden mesothermal gebildet und treten gebunden an Störungs- und Scherzonen in präkambrischen (archaischen und paläoproterozoischen) Faltengürteln (Grünsteingürtel) auf. Präkambrische mesothermale Goldquarzgänge treten i.d.R. in grünschiefer- bis amphibolitfaziell-metamorphen Gebieten auf, die von Granitoid-Batholithen intrudiert wurden. Sie entstehen während der Gebirgsbildung, wobei aus den

involvierten Gesteinen metamorphe Fluide freigesetzt werden, welche Quarz, wenig Sulfide und Gold in Spalten absetzen. Die Fluide haben einen neutralen Charakter und Temperaturen zwischen 250 °C und 400 °C. Die Goldgehalte sind meist sehr hoch, mehr als 10 g/t sind keine Seltenheit. Daneben sind sie durch ein hohes Gold/Silber-Verhältnis, große vertikale Kontinuität ohne vertikale Zonierung und eine etwa syntektonische (posttektonisch) Platznahme charakterisiert. Häufige Begleitminerale können Pyrit, Arsenopyrit, Sphalerit, Chalcopyrit, Galenit, Molybdänit und Turmalin sein [4].

Mesothermale Goldquarzgänge führen ausschließlich Gold als wirtschaftlich wichtige Komponente. Die erzbringenden Lösungen der präkambrischen mesothermalen Goldquarzgänge waren CO<sub>2</sub>-reich (eine Carbonatisierung des Nebengesteins ist die Regel); es besteht allerdings derzeit keine Einigkeit darüber, ob diese magmatogen sind, direkt aus dem Erdmantel stammen oder aus metamorpher Devolatilisationsreaktion suprakrustaler Gesteine in tieferen Krustenbereichen herrühren [4].

Die Lagerstätten dieses Typs bildeten sich durch die gesamte Erdgeschichte mit bedeutenden Vorkommen in den archaischen Grünsteingürteln Afrikas und Westaustraliens, während des Proterozoikums (USA; Ashantigürtel in Ghana, Brasilien), den paläozoischen Lagerstätten Victorias (Australien), in der Superior Province auf dem kanadischen Schild. oder den jungen alpidischen Vorkommen in den Alpen („Tauern-Gold“) [4].

Es handelt sich meist um reine Goldlagerstätten ohne Gewinnungsmöglichkeit für andere Metalle. Einige wenige Lagerstätten enthalten allerdings solch hohe Gehalte an Arsen, dass sie zu den wichtigsten Vorkommen dieses Halbmetalls gehören. Die Mineralisation dieser besonderen Lagerstätten ist generell charakterisiert durch Quarz, karbonatische Minerale, Pyrit, Arsenopyrit, Buntmetallsulfide und unterschiedliche Sulfosalze. Die wesentlichen Goldminerale sind elementares Gold und verschiedene Telluride; Aurostibit ist von wenigen Lagerstätten bekannt. Ein weiteres Charakteristikum dieser Lagerstätten sind

gealterte Ganggesteine; in den alten präkambrischen Gesteinen sind die häufigsten Formen der Alterung Chloritisierung, Karbonatisierung, Sericitisierung, Pyritisierung, Arsenopyritisierung und Silizifizierung (Verquarzung). In den jüngeren Gesteinen ist die Propylitisierung (Chloritisierung und Pyritisierung) charakteristisch; es gibt auch Entwicklungen hin zu Adularisierung, Silifizierung, Kaolinisierung, Sericitisierung und seltener Alunitisierung [4].

Zu den gewöhnlich in diesen Lagerstätten konzentrierten Elemente gehören Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, B, Ti, Pb, As, Sb, Bi, V, Se, Te, S, Mo, W, Mn, Fe, und  $\text{SiO}_2$ ; weniger häufig sind Ba, Sr, U, Th, Sn, Cr, Co, Ni; Hg und Sb sind charakteristisch für jüngere Lagerstätten. Das Verhältnis Au/Ag der Erze ist generell höher als 1 in den meisten präkambrischen und in einigen jüngeren Lagerstätten; in vielen tertiären Lagerstätten ist das Verhältnis unter 1 [4].

Mesothermale Lagerstätten sind weitverbreitet in den präkambrischen Grünsteingürteln der Welt. Beispiele sind Yellowknife (North West Territories in Canada); Red Lake und Timmins, Ontario Canada; das Kolar Goldfeld in Indien; das Kalgoorlie Goldfeld in Australien und die Cam und Motor, Dalny und andere ähnliche Lagerstätten in Zimbabwe. Jüngere Repräsentanten sind das mesozoische Mother Lode System in Kalifornien; die tertiäre Comstock Lode in Nevada; der tertiäre Coromandel Goldgürtel in Neuseeland; die tertiäre Emperor mine in Fiji; die tertiären Distrikte Lebong und andere Lagerstätten in Indonesien; die tertiäre Lepanto Mine in den Philippinen, die tertiäre Lagerstätte Kasuga in Japan und die ebenfalls tertiären Lagerstätten Belaya Gora und ähnliche Vorkommen in Sibirien, Russland [4].

#### **4.1.2 Epithermale GoldLagerstätten**

Epithermale Gold-Lagerstätten sind gangförmige Lagerstätten, in welchen Gold, Silber und in einigen Fällen Kupfer, Zink und Blei in wirtschaftlich nutzbaren Mengen vorkommen. Gold ist der prinzipielle Rohstoff epithermaler Lagerstätten und kann sowohl gediegen als auch legiert mit Silber gefunden werden. Diese epithermalen Lagerstätten sind eng mit jungem felsischen Magmatismus an

Subduktionszonen (Inselbögen, Ozeanboden-Kontinent Kollisionen) verbunden. Hier kollidiert ozeanische Kruste mit kontinentalen Gesteinspaketen. Heiße hydrothermale Fluide aus den Magmen bzw. durch den Magmatismus aufgeheizte meteorische Wässer transportieren das Gold und setzen es auf Gängen, in Form von Stockwerksvererzungen oder als Imprägnation im Gestein wieder ab. Man unterscheidet „low sulfidation“ und „high sulfidation“ Epithermallagerstätten, die sich durch unterschiedliche Fluide und damit verbunden unterschiedliche Mineralführung auszeichnen. „Low sulfidation“ Lagerstätten formen sich aus neutralen hydrothermalen Wässern mit Temperaturen von 200 bis 300 °C, während „high sulfidation“ Lagerstätten aus sehr sauren Fluiden mit über 300 °C geformt werden. Beide Typen unterscheiden sich hinsichtlich der Mineralführung. Erzgehalte liegen gewöhnlich zwischen 1 und 10 g/t Gold sowie einem Goldinhalt von wenigen 10 bis über 1.000 t. Die Lagerstätten liegen nahe der Erdoberfläche und die Mineralisation fand in einer max. Tiefe von 1000 m statt; i.d.R. jedoch selten tiefer als 600 [4].

Einige „low sulfidation“ Vorkommen beinhalten auch große Mengen an Silber, Kupfer, Antimon und Zink. Neuere Untersuchungen aus aktiven Hydrothermalfeldern in Neuseeland deuten darauf hin, dass sich große Lagerstätten dieses Typs mit 1.000 t Goldinhalt in gerade einmal 50.000 Jahren bilden können. [4]

Epithermale Lagerstätten existieren auch in flachen marinen Umgebungen sowie assoziiert mit heißen Quellen. Aufgrund ihrer Lage in flachen Tiefen können epithermale Lagerstätten leicht verwittern und sind aus diesem Grund hochgradige, leicht abbaubare Quellen für Gold [4].

In einer sehr engen Verbindung zu den epithermalen Goldlagerstätten stehen Porphyry-Komplexe, in denen Gold ebenfalls enthalten sein kann [4].

#### **4.2 Exogene (sekundäre) Lagerstätten**

Die bedeutendsten sekundären Lagerstätten bilden die rezenten und fossilen Seifen; entsprechend wird das Gold in diesen Lagerstätten als Seifengold bezeichnet: In rezenten Seifen findet sich Gold zusammen mit anderen Schwermineralen in



unverfestigten und halbverfestigten Flusssanden, wie z. B, im Yukon Territorium in Kanada oder in der Sierra Nevada, USA [2].

Bei den fossilen Seifen handelt es sich um ehemalige Quarzgeröll-Konglomerate, die bereits im Präkambrium abgelagert wurden, und durch eine spätere Metamorphose überprägt und zu einem sehr harten Gestein verfestigt wurden, Hier findet sich ged. Gold zusammen mit Uraninit und Metallen der R-Gruppe ausschließlich in der silikatischen Binde-Matrix; ein Hinweis, dass es sich ursprünglich tatsächlich im Seifenablagerungen gehandelt hat [2].

Die wirtschaftliche Bedeutung der rezenten und vor allem der fossilen Seifenlagerstätten ist außerordentlich groß. Allein aus den Witwatersrand-Lagerstätten in Süd-Afrika wird nahezu die Hälfte der heutigen Weltproduktion gefördert [2].

Zwischen den primären Goldlagerstätten und zumindest einem Teil der sekundären Lagerstätten besteht nicht nur ein gewisser räumlicher, sondern auch ein genetischer Zusammenhang (Abb. 2). Nach der herkömmlichen Auffassung sind die Bachsedimente und das in ihnen auftretende Seifengold aufgearbeiteter Verwitterungsschutt aus primären Lagerstätten, wobei das Gold aufgrund seines hohen spez. Gewichtes und seiner großen physikalischen und chemischen Resistenz eine hydromechanische Anreicherung erfuhr [2].

Während des Transportes aus der primären Gold-Quelle sind sowohl physikalische als auch chemische Prozesse wirksam, welche die später in der Seifenlagertätte zur Ablagerung kommenden Goldkörner in ihrer Größe, Form, Morphologie und chemischen Zusammensetzung wesentlich verändern und prägen (Abb. 3), Aus der Summe der morphologischen und chemischen Eigenschaften des Seifengoldes bzw. deren Veränderungen gegenüber Goldkristallen, wie man sie von primären Lagerstätten kennt, lassen sich wichtige Rückschlüsse auf die Art des Goldtransportes, die Länge des Transportweges und die primäre Gold-Quelle ziehen, die auch mit Vorteil für die Goldprospektion genutzt werden können [2].

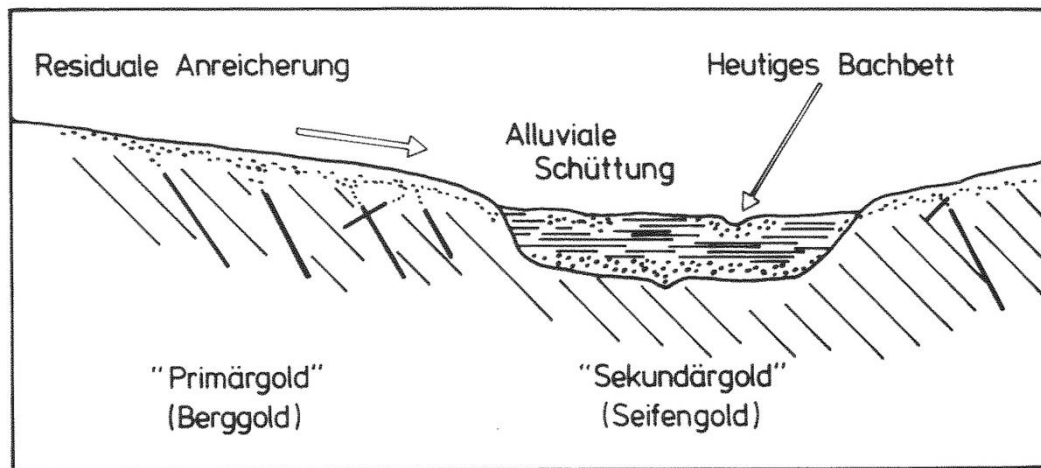


Abb. 2 – Querschnitt durch ein Tal mit Goldführenden Sedimentfüllungen. Das Schema erläutert den Zusammenhang zwischen Verwitterung, Sedimentschüttung und Seifenbildung [2]

Dies soll an dem Seifengoldvorkommen des Gevattergrabens im Frankenwald näher erläutert werden, welches wir in Zusammenarbeit mit der Preussag AG Metall {Goslar} näher untersucht haben [2].

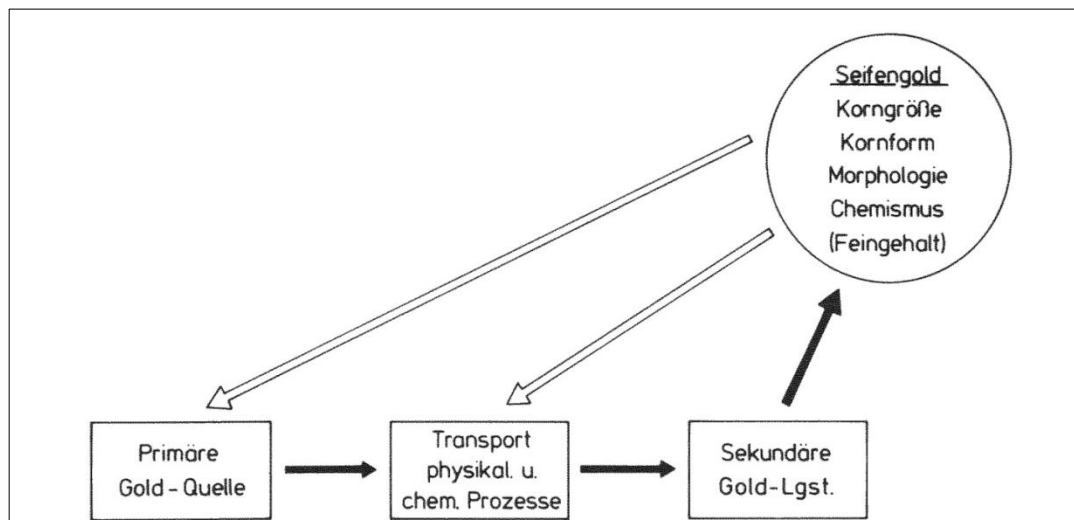


Abb. 3 – Beziehungen zwischen „Primärgold“ und „Sekundärgold“ [2]

## 5 Modellvorstellungen zur Entstehung primärer und sekundärer Goldlagerstätten.

Es stellt sich somit die heute weltweit diskutierte Frage, ob im endogenen und exogenen Bereich physikalisch-chemische Prozesse ablaufen können, die

imstande sind, die „geochemischen Goldgehalte“ großräumig zu mobilisieren und lokal zu wirtschaftlich bedeutsamen Anreicherungen zu konzentrieren [2].

Noch vor 15-20 Jahren herrschte in der Lagerstättenforschung die Meinung vor, dass die in primären Goldlagerstätten angereicherten Goldmengen und die begleitenden Metalle direkt aus der Kristallisation und Differentiation eines (meist) granitischen Magmenkörpers hergeleitet werden müssen. Fehlten konkrete Hinweise auf einen Intrusivkörper, so wurde der berühmte unbekannte Granit in großer Teufe als Erzlieferant herangezogen. Inzwischen konnte mit Hilfe absoluter Altersdatierungen der Nachweis erbracht werden, dass als Erzbringer angesehene Plutone in vielen Fällen zeitlich nicht mit den ihnen zugeschriebenen Goldführenden Gangvorkommen korreliert werden können, dies hat zu neuen metallogenetischen Konzepten geführt (Abb. 4). Danach wurden bedeutende primäre Goldquarzgänge, wie z. B. die der präkambrischen „Greenstone Belts“ in Südafrika, aus Hydrothermallösungen abgesetzt, die ihre Goldgehalte durch Auslaugung goldhaltiger basischer Vulkangesteine bezogen haben. Die heißen wässrigen Lösungen können im Rahmen von Entwässerungsreaktionen bei der regionalen Gesteinsmetamorphose freigesetzt worden sein oder auch von später intrudierten granitischen Plutonen herrühren. Da die Löslichkeit von Gold in wässrigen Lösungen mit der Temperatur stark zunimmt, verfügen thermale Wässer über ein sehr großes Lösungsvermögen [2].

Die oberflächennahe Goldmobilisation und -Konzentration wird besonders dann zu ökonomisch bedeutsamen Lagerstättenbildungen führen, wenn basische Vulkanite oder fereiche Sedimente als „geochemische Goldquelle“ langfristig einer tiefgründigen chemischen Verwitterung ausgesetzt werden. Derartige, großräumige Verwitterungsprozesse laufen bekanntlich am intensivsten und vollständigsten in tropisch-humiden Klimazonen ab, d. h. in Lateritgebieten durch ihre großflächige Verbreitung stellen lateritische Pädaoböden vermutlich eine sehr wichtige Quelle für die Entstehung von Seifenlagerstätten dar [2].

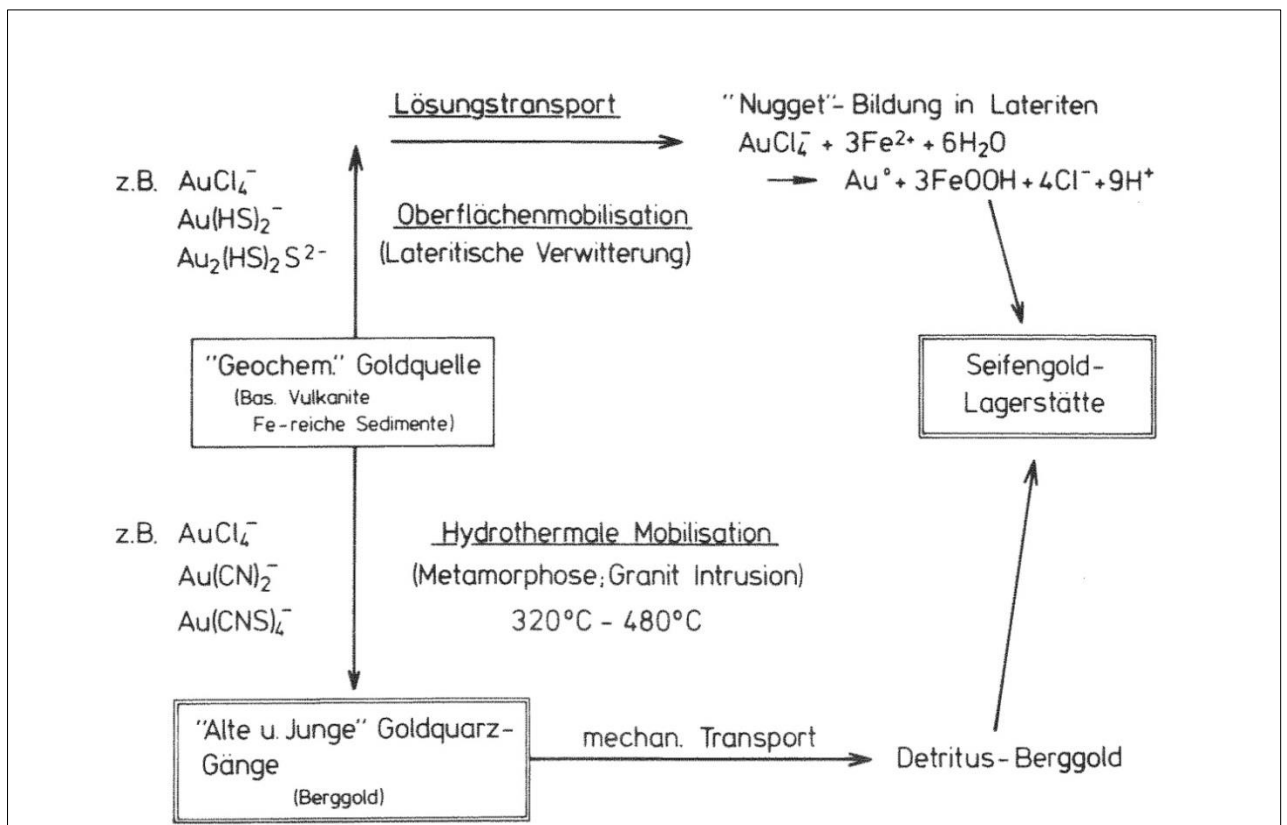


Abb. 4 – Metallogenetisches Konzept zur Bildung primärer und sekundärer Goldlagerstätten [2]

In Latentböden Australiens sind in jüngster Zeit ökonomisch bedeutsame Goldanreicherungen gefunden worden, die einmal mehr die exogene Mobilisierbarkeit von Gold beweisen. Auch bei der brasilianischen Lagerstätte Morro da Babilonia, wo sich derzeit ein wahrer Goldrausch abspielt, haben lateritische Verwitterungserscheinungen wesentlich zur Goldanreicherung [2].