

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



Институт природных ресурсов
Специальность 21.05.02 «Прикладная геология»
Кафедра геологии, минералогии и разведки полезных ископаемых

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Геология Тарданского золоторудного узла и проект разведки участка Правобережный УДК 553.411:550.8(571.52)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2111	Сат Аяна Бавууевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ворошилов Валерий Гаврилович	Доктор геолого- минералогических наук, профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кочеткова Ольга Петровна	Старший преподаватель		

По разделу «Производственная и экологическая безопасность при проведении
геологоразведочных работ»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Грязнова Елена Николаевна	Кандидат технических наук		

По разделу «Бурение скважин»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ворошилов Валерий Гаврилович	Доктор геолого- минералогических наук, профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гаврилов Роман Юрьевич	к. г-м. н.		

Томск - 2017г

	пород и руд) 4.Методика проектируемых работ 5.Ожидаемые результаты работ 6.Социальная ответственность 7.Экономическая часть 8.Смета
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Лист 1.Геологическая карта Лист 2. Геологоразведочный план месторождения Лист 3. Проектный геологический разрез по р 260 Лист 4.Геолого-технический наряд Лист 5. Вещественный состав руд
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Кочеткова Ольга Петровна
Бурение скважин	Ворошилов Валерий Гаврилович
Производственная и экологическая безопасность при проведении геологоразведочных работ	Грязнова Елена Николаевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ворошилов Валерий Гаврилович	Доктор геолого-минералогических наук, профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2111	Сат Аяна Бавуевна		

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	5
РЕФЕРАТ.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ГЕОГРАФО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАБОТ.....	10
2. Обзор, анализ и оценка ранее проведённых работ.....	11
2.1. Геологическая изученность.....	11
2.2. Геохимическая изученность.....	14
2.3. Геофизическая изученность.....	16
3. Геологическое строение Тарданского рудного узла.....	20
3.1. Стратиграфия.....	20
3.2. Магматизм.....	21
3.3. Тектоника.....	23
3.4. Полезные ископаемые.....	25
3.4.1. Золото.....	25
3.4.2. Цветные металлы.....	27
3.5. Геохимическая характеристика района работ.....	27
3.6. Геофизическая характеристика района работ.....	28
3.7. Гидрогеологическая характеристика района работ.....	30
3.8. Геологическое строение участка Правобережный.....	32
3.9. Вещественный состав руд.....	32
4. Обоснование постановки проектируемых работ.....	41
5. Методика и объёмы работ.....	43
5.1. Геологическое задачи и методы их решения.....	43
5.2. Организация работ.....	43
5.3. Подготовительные работы и проектирование.....	43
5.4. Полевые работы.....	44
5.4.1. Горные работы.....	44
5.4.2. Буровые работы.....	46
5.4.2.2. Техника и технология буровых работ.....	48
5.4.3. Геологическая документация.....	56
5.4.4. Геофизические исследования в скважинах.....	57
5.4.5. Опробование.....	58
5.4.6. Гидрогеологические работы.....	64
5.4.7. Инженерно-геологические работы.....	64
5.4.8. Топографо-геодезические работы.....	64
5.4.9. Лабораторные работы.....	65
5.5. Камеральные работы.....	66
5.5.3. Календарный график выполнения работ.....	67
6. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ.....	69

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на проведение работ по объекту:

««Разведка проявления золота участка «Правобережный» Тарданского рудного узла»»

1. Основание выдачи геологического задания.

Лицензионное соглашение к лицензии КЗЛ 00367 БР на право пользование недрами предоставленной ООО «Тардан Голд» сроком действия до 01.08.2032 г;

2. Целевое назначение работ.

Разведка рудопроявления золота «Правобережное» Тарданского рудного узла;

3. Пространственные границы объекта.

Верхнее течение р. Соруглуг-Хем, верхнее течение р. Мал. Соруглуг-Хем с угловыми координатами:

Угловые точки участка	Северная широта			Восточная долгота		
	градусы	минуты	секунды	градусы	минуты	секунды
1	51	46	13	95	13	16
2	51	45	27	95	14	25
3	51	44	55	95	13	30
4	51	45	40	95	12	47

Площадь лицензионного участка - 0,25 км². По глубине горный отвод ограничен глубиной 1000 м ниже дневной поверхности.

4. Геологические задачи, основные методы и последовательность их решения

4.1. Геологические задачи:

4.1.1. Выявление, оконтуривание и оценка запасов рудных тел по категориям С₁ и С₂;

4.1.2. Оценка промышленной значимости Правобережного рудопроявления золота.

4.2. Основные методы

4.2.1. Вскрытие рудных тел с поверхности и прослеживание на глубину системой разведочных выработок, буровых скважин и опытно-промышленным карьером;

4.2.2. Опробование горных выработок и скважин;

4.2.3. Составление отчета о результатах разведочных работ на участке с подсчетом запасов золота по категориям С₁ и С₂.

4.3. Последовательность работ

4.3.1. Обобщение анализ результатов геологического изучения площади участка, подготовка, государственная экспертиза и утверждение ПСД;

4.3.2. Установление условий залегания, параметров (протяженность, мощность, глубина залегания), технологических свойств рудных тел с поверхности и на глубину проходкой и опробованием траншей и колонковых скважин;

4.3.3. Оценка разведанных запасов, представление их на государственную экспертизу и утверждение в ТКЗ.

5. Ожидаемые геологические результаты.

5.1.1. Разведка и постановка на баланс запасов рудного золота по категориям C_1+C_2 – 1,2 т (из них не менее 80% категории C_1).

6. Требования к форме и содержанию геологической документации.

Результаты работ излагаются в геологическом отчете, составленном в соответствии с национальным стандартом РФ ГОСТ Р 53579-2009 «Система стандартов в области геологического изучения недр» на бумажных и машинных носителях.

РЕФЕРАТ

Дипломный проект с., рис.20, табл.24, 4л. граф. материала.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ, ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ, ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА, БУРЕНИЕ СКВАЖИН, ТАРАДАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЕ, РЕСПУБЛИКА ТЫВА, МЕТОДИКА, СМЕТА.

Объект разработки – Цель проекта – Геология Тарданского золоторудного узла и проект разведки участка Правобережный. В процессе работы проводились анализ и обобщение литературных сведений, фактического материала ранее проведенных исследований, геофизические, гидрогеологические работы, расчеты. В работе обоснованы необходимые виды и объемы работ, составлена смета на выполнение работ.

В результате сформулированы задачи гидрогеологических, геофизических исследований, обоснованы необходимые виды и объемы работ, выбраны методики их выполнения, составлена смета на выполнение работ.

Дипломный проект выполнен в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, рисунки и графические приложения выполнены в программе Corel Draw, при построении таблиц использован офисный пакет Microsoft Excel 2007, так же были использованы программные редакторы Adobe Reader 10.1.

ВВЕДЕНИЕ

ООО «Тардан Голд» является владельцем лицензии на право пользования недрами КЗЛ 00367 БР. Лицензия выдана 22.08.2007 г. Управлением природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Республике Тыва.. В соответствии с лицензионным соглашением недропользователю предоставляется право пользования участком недр с целью геологического изучения и добычи рудного золота. Лицензионный участок имеет статус геологического и предварительного горного отвода с ограничением по глубине до 1000 м ниже дневной поверхности.

Сырьевая база золота ООО «Тардан Голд» представлена месторождениями Тардан и Барсучье с запасами на участке Барсучий категории С₁ руды – 466 тыс.т. и золота – 2517 кг, при среднем содержании 5,4 г/т и по месторождению Тардан - С₁+С₂ - 5289 кг на 01.01.2015. В настоящее время Тарданское и Барсучье месторождения обрабатывается. Анализ ранее проведенных работ и ГРР 2006-2014 гг позволяют выделить ряд перспективных на выявление месторождений золота участков, в т.ч. и Правобережный.

1. ГЕОГРАФО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАБОТ

Тарданский рудный узел находится на территории Каа-Хемского района, в центральной части Республики Тыва, в 78 км по дорогам от его административного центра - г. Кызыла (Рис. 1). Из них 60 км это асфальтированное шоссе, 18 км до рудника Тардан и 18 км до участка Правобережный - грунтовая дорога. Площадь лицензионного участка ограничена угловыми точками, географические координаты которых представлены в таблице №1 и составляет 520 км² и.

Таблица 2

Координаты угловых точек участка Правобережный

Угловые точки участка	Северная широта			Восточная долгота		
	градусы	минуты	секунды	градусы	минуты	секунды
1	51	40	00	95	05	00
2	51	51	00	95	05	00
3	51	51	00	95	30	00
4	51	44	50	95	30	00
5	51	40	00	95	22	40

Климат района резко континентальный. Минимальная температура минус 45°С; максимальная плюс 45°С. Среднегодовая температура, по данным Сарыг-Сепского метеопункта, составляет от минус 4°С до минус 6°С. Количество атмосферных осадков 340-430 мм. Основная их масса (до 60%), приходится на летнее время. Снег ложится в конце сентября, начале октября и сходит в апреле. Глубина снежного покрова 0,30-0,45 м. Глубина сезонного промерзания почвы 1,0-2,5 м. На отдельных участках северных залесенных склонов отмечается очаговая многолетняя мерзлота глубиной 5-6 м.

В районе преобладает низкогорный тип рельефа, переходящий к северу, северо-западу в среднегорье. Абсолютные отметки 830 –1820,1 м. Относительные превышения долин над водоразделами 150-600 м.

Низкогорный рельеф подразделяется на три подтипа:

1. Сглаженное низкогорье. Характеризуется абсолютными высотными отметками 800-1000 м при относительных превышениях от 50 до 150 м, а также развитием широких логов, сильно сглаженных склонов, выровненных или сопкообразных водоразделов;

2. Расчленённое низкогорье. Развито в верхнем и частично среднем течении р. Бай-Сют, с абсолютными отметками 1000-1300 м характеризуется ящикообразными долины с крутыми склонами и плоскими водоразделами;

3. Резко расчлененное низкогорье. Развито в среднем течении р. Бай-Сют и левобережье р. Мал.Копто с крутыми изрезанными склонами и остроконечными вершинами с абсолютными отметками от 900 до 1400 м.

Среднегорный рельеф с абсолютными высотами до 1820,1 м при относительных превышениях до 600 м, развит в северо-западной и центральной частях района и характеризуется довольно крупными изрезанными склонами и плоскими водоразделами.

Площадь работ расположена в бассейнах рек Бурен и Бай-Сют. В верхней части рек долины узкие V-образные с крутыми, нередко скалистыми склонами. Течение бурное с частыми перекатами и порогами. В среднем и нижнем течении долины расширяются, продольный профиль выполаживается с уклоном от 7-15 до 3-5⁰, течение становится более

спокойным. Поймы долин частично заболочены, отмечаются террасы нескольких уровней. Для долины р. Копто и её притоков характерна сильная заболоченность.

Режим рек непостоянный, зависящий от времени года и погоды. Наиболее полноводными водотоки бывают в апреле в период снеготаяния и в августе в сезон больших дождей. Расход воды р. Копто 15-18 м³/с, р. Бай-Сют по данным наблюдения 1967-70 годов в весенний период – 3-4 м³/с, в осенний – 0,18 м³/с, скорость течения достигает 1,5 -2,5 м/с. Реки Копто, Бай-Сют и Бурен могут служить в качестве источников хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения

Северная часть района сплошь покрыта таежной растительностью с преобладанием смешанных лесов - лиственницы, берёзы, черёмухи и ивняка, а на водораздельных частях - сосны, кедра. В южной части залесены склоны северной, северо-западной экспозиции и долины рек. Средняя залесенность при расчётах принимается равной 80% в целом по всей площади. Животный мир типичный для таежной зоны.

Основная база для проведения работ - рудник Тардан, находящийся в южной части Тарданского рудного узла. Ближайший населенный пункт - пос. Кундустуг. Он соединен линией электропередачи ЛЭП – 35/18 с г. Кызыл. Электроснабжение на площади работ имеется только на руднике и осуществляется через собственную ЛЭП.

Наем неквалифицированной рабочей силы возможен непосредственно в районе, рабочих со специальностями и ИТР в регионе ограничен.

Снабжение различными промышленными материалами осуществляется круглогодично через г. Кызыл, отстоящий от железнодорожной станции Минусинск на 415 км по асфальтированной дороге.



Рис. 1 Обзорная карта района работ. Масштаб 1:2 500 000

2. ОБЗОР, АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РАНЕЕ ПРОВЕДЁННЫХ РАБОТ

2.1. Геологическая изученность

Геологические исследования территории Тувы начаты в XIX столетии и связано оно, прежде всего, с поисками россыпного золота. Геологическое изучение Тарданского рудного узла началось с открытия Бай-Сютского россыпного месторождения в 1910 г. (Рис 2.1). С 1911 года началась его эксплуатация. Позже, в первой половине XX века трестом «Тувзолото» также были выявлены россыпи по рекам Копто - 1930 г. и Соруглуг-Хем - 1940 г.

С 1944 г. в Копто-Бай-Сютском золотоносном районе трестом «Золоторазведка» проводятся поисково-разведочные работы на коренное золото. В результате работ были выявлены отдельные кварцевые жилы в бассейне рек Бай-Сют и Кара-Хем.

В 1947 г. издана геологическая карта Восточной Тувы м-ба 1:1 000 000, а в 1950 г. сводная геологическая карта Тувы того же масштаба. В 1951 г. проведены съёмочные работы Тапса-Каа-Хемского междуречья масштаба 1:200 000 с попутными поисками полезных ископаемых и установлено наличие золота в скарнах с содержанием до 5 г/т. В пределах нижнекембрийских отложений выделено две свиты: туматтайгинская и тапсинская. Нижнепалеозойские интрузии впервые были расчленены по петрографическому составу.

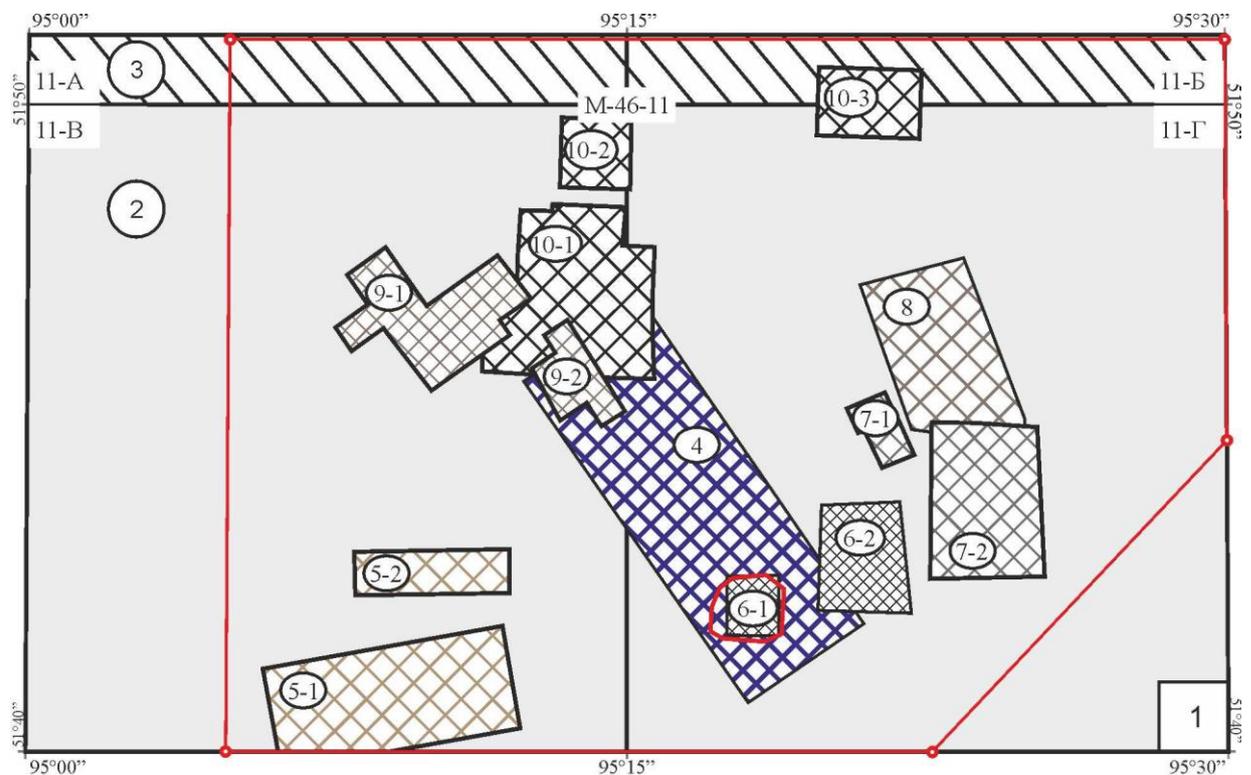
В 1956-1960 гг. была проведена государственная геологическая съёмка масштаба 1:200 000 на листе М-46-VI и разработаны стратиграфические схемы, описаны основные проявления полезных ископаемых (медь, железо, полиметаллы), установлены шлиховые ореолы золота, золотоносность скарнов участка Копто [Агентов, 1960].

В 1962-1964 гг. Федоровской партией на площади проведена геологическая съёмка масштаба 1:50 000 для листов М-46-11-В и М-46-11-Г. В комплексе с геологосъёмочными работами проведена магниторазведка, литохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния, шлиховое и гидрохимическое опробование. В результате составлены геологические карты, карты полезных ископаемых, уточнена стратиграфическая схема района, обозначены поля развития скарнов.

В 1964 году Байсютской партией в бассейне р. Бай-Сют проводились оценочные работы на россыпное золото и поисковые – на рудное. В результате пересчитаны запасы золота в россыпи р. Бай-Сют, выявлены несколько золоторудных тел в скарнах (в будущем Тарданское месторождение), а также ряд прямых и косвенных признаков золота в березитах на участке Тардан-2. Кварцевым жилам, локализованным в плагиогранитах и в осадочных породах, дана отрицательная оценка, но возможность обнаружения в районе месторождений кварцево-жильного типа не исключается. Авторами рекомендована постановка поисково-оценочных работ на выявленных проявлениях и поисковых работ на площади вдоль юго-западного контакта Копто-Байсютского массива таннуольского комплекса.

В 1969 г. в правобережье р. Бай-Сют на площади, охватывающей рудопроявления Соруглуг-Хем и Кызыл-Торг, проводила поисковые работы Кызылторгская партия. Было проверено на золотоносность Кызылторгское рудопроявление и оценено с поверхности Соруглуг-Хемское рудопроявление золота. По шлиховым потокам выявлено проявление золота «Правобережное».

В 1965-1971 гг. Тарданская и Коптинская партии провели поисковые и оценочные работы в бассейне р. Бай-Сют, на участке Копто, а также разведочные работы на Тарданском месторождении. Поисковые работы в бассейне р. Бай-Сют были проведены в масштабе 1:10 000, и сосредотачивались вдоль юго-западного контакта Копто-Байсютского разлома. В результате работ на отдельных участках в пределах контактовой части Копто-Бай-Сютского массива были выявлены рудопроявления Барсучье, Соруглуг-Хем, Копто, Правобережное.



- Геологическая съемка масштаба 1:200 000
 1. Агентов В.Б., 1960 (лист М-46-VI)

- Геологическая съемка масштаба 1:50 000
 2. Тверянкин И.Г., 1965 (листы М-46-11-В,Г)
 3. Бухаров Н.С., 1969 (листы М-46-11-А,Б)

- Поиски масштаба 1:10 000
 4. Телков И.И., 1962 (участок Бай-Сютский)
 5. Тверянкин И.Г., 1965 (5-1 - участок Кара-Суг; 5-2 - участок Аномальный)
 6. Кильчичаков К.М., 1965 (6-1 - участок Тарданский; 6-2 - участок Тардан-2)
 7. Кильчичаков К.М., 1967 (7-1 - участок Барсучий; 7-2 - участок Копто)
 8. Токунов В.Ф., 1968 (участок Копто)
 9. Токунов В.Ф., 1970 (9-1 - участок Кызыл-Торг; 9-2 - участок Правобережный)
 10. Кильчичаков К.М., 1977 (10-1 - участок Соруглуг-Хем; 10-2 - участок Бай-Сют; 10-3 - участок Хорлелиг)

- Площади лицензий:
 Тарданское месторождение (лицензия КЗЛ00322БР);

- Тарданский РУ (лицензия КЗЛ00367БР)

Рис. 2.1 Схема геологической изученности. Масштаб 1:200 000

В 1975-1976 годах для расширения сырьевой базы Тарданского месторождения в верхнем течении бассейна р. Бай-Сют проведены поисковые работы масштаба 1:25 000. На участках Соруглуг-Хем, Бай-Сют и Хорлелиг проведены поиски масштаба 1:10 000. На рудопроявлениях Копто и Соруглуг-Хем проведены поисково-оценочные работы [Кильчичаков, 1977ф].

На проявлении Соруглуг-Хем работами масштаба 1:2 000 выявлено 8 рудных тел (13 линз), оконтуренных по бортовому содержанию 2,0 г/т. Протяженность тел от 40 до 260 м при мощности от 0,9-3,8 м. Среднее содержание составило 4,4 г/т. Авторские запасы проявления по категории С₂, составили 2998,7 кг, из которых балансовых – 2221,4 кг.

Проявление Копто приурочено к скарнам, залегающим в виде будин в диоритах. Всего оконтурено 5 рудных тел протяженностью от 80 до 100 м при мощности от 0,8 до 10 м. Среднее содержание составило 8,7 г/т. Запасы категории С₂ составили 1240,1 кг, из них балансовых – 1162,1 кг (фактически это ресурсы категории Р₁).

В 1977-1979 годах на Тарданском месторождении проведены поисково-оценочные работы. В комплекс работ входили подземные горные выработки, канавы, шурфы, колонковые скважины. В результате работ на месторождении изучено 14 золоторудных тел.

В 1993 г. Тувинская геологоразведочная экспедиция выполнила пересчёт запасов золота, серебра и меди Тарданского месторождения [Рычков, 1993ф] и рудопроявлений всего Тарданского рудного узла по состоянию на 01.01.1993 г. При пересчёте запасов Тарданского месторождения по золоту запасы категории С₁+С₂ составили 7372 кг, ресурсы категории Р₁ до глубины 300 м – 15978 кг; по серебру ресурсы категории Р₁– 19448 кг; по меди в ресурсы категории Р₁ – 8918 т. Прогнозные ресурсы рудопроявления Соруглуг-Хем составили 1418,6 кг, рудопроявления Копто - 1015,6 кг, рудопроявления Барсучье - 1213,0 кг. Рудопроявлению Тардан-2 дана положительная оценка на выявление штокверкового прожилково-вкрапленного золото-сульфидного оруденения.

В 1997-1999 гг. для проведения экспериментальных работ по извлечению золота из руд проявления Копто, локализованных в скарнах, Тувинским институтом комплексного освоения природных ресурсов (ТИКОПР) была получена лицензия на опытно-промышленную обработку руд сближенных рудных тел 1 и 3, по своему составу и технологическим свойствам приближенных к рудам месторождения Тардан. На рудопроявлении Копто проведены работы, по результатам которых были получены дополнительные сведения о морфологии и внутреннем строении рудных тел рудопроявления, о вещественном составе и качестве руд. На основании полученных параметров оруденения и предположении о линзовидном выклинивании его на глубину был произведён ориентировочный пересчёт запасов. Запасы золота по категории С₂ составили 162 кг [Вамбольдт, 2010].

В 2002-2003 гг. при проведении ГУП «Тувинская геологоразведочная экспедиция» прогнозно-поисковых работ в пределах Тапса-Каа-Хемской золоторудной зоны была проведена переоценка прогнозных ресурсов золота по категории Р₂ на рудопроявление Соруглуг-Хем – 9950 кг, рудопроявлении Копто – 11193 кг, рудопроявлении Барсучье – 6279 кг.

В 2004-2008 годах силами ООО «Тардан Голд» проведены разведочные работы центральной части месторождения Тардан с целью постановки запасов на государственный баланс и подготовки месторождения к промышленному освоению. С целью проверки результатов разведочных работ проведена опытная отработка наиболее представительных рудных тел 24 и 26. Разработан регламент обогащения руд методом кучного выщелачивания. Выполнено ТЭО постоянных разведочных кондиций. В результате пересчёта на государственный баланс поставлены запасы месторождения по категориям С₁+С₂, составившие 8454,06 кг золота.

В 2008-2014 гг. силами ООО «Тардан Голд» проводило геологоразведочные работы в пределах Тарданского рудного узла и на тарданском месторождении.

На площади рудного узла по результатам поисковых работ по потокам рассеяния, были выделены перспективные участки, на которых в дальнейшем проведены поисковые работы по вторичным ореолам рассеяния. Наиболее перспективные литогеохимические аномалии были заверены горными и буровыми работами. По результатам литогеохимических поисков были посчитаны ресурсы золота категории Р₃, сумма которых

по всем выявленным геохимическим аномалиям составила 48,7 т. Горные и буровые работы позволили произвести расчет ресурсов категории P_1 на проявлениях Барсучье и Соруглуг-Хем. Ресурсы P_1 составили 867,1 кг.

На участке Правобережный в 2012-2014 гг. проведены рекогносцировочные маршруты и расчистка с опробованием ранее пройденных каналов. По результатам работ выявлено, что золоторудная минерализация относится приурочена к зоне контакта диоритов таннуольского комплекса с отложениями. По результатам опробования расчищенных каналов выделено 6 интервалов, протяженностью от 2 до 52 м со средним содержанием золота от 0,43 до 12,15 г/т. Оценённые прогнозные ресурсы P_1 – 1200 кг золота.

На проявлении Барсучье проведены оценочные работы. Проявление оценено сетью скважин 40×40 м до глубины 125 м; пробурено 22 скважины общим объёмом 2797,3 пог. м. Рудные тела приурочены к скарнам, образованным на контакте диоритов с известняками, и имеют линзовидное строение. Более 92% запасов золота сосредоточено в рудном теле № 1, которое простирается в субмеридианальном направлении на 180 м, по падению прослежено до глубины 125 м над уровнем дневной поверхности, средняя мощность 8,0 м. Главные рудные минералы - магнетит и пирит, нерудные - пироксен, эпидот, гранат, хлорит. В результате подсчета, запасы проявления по категории C_1 составили 2516,9 кг, ресурсы категории P_1 – 304,7 кг. В настоящее время месторождение обрабатывается.

В 2012-2013 гг. проводился второй этап разведочных работ на месторождении «Тардан». Геологоразведочные работы проводились на глубоких горизонтах и флангах центральной части месторождения в пределах рудных зон №№ 2, 3, 6, 9, 10 и 14. Кроме того, изучались рудные зоны 4, 5 и 6а, в процессе проведения работ выявлена новая рудная зона № 15. Разведочные работы проводились с помощью бурения колонковых скважин. Всего пройдено 180 буровых скважин общим объемом 17714,2 пог. м.

В результате подсчета, вновь выявленные запасы месторождения по категориям C_1+C_2 составили 1452,3 кг. С учетом добычи золота в период 2007-2015 годов и пересчёта запасов в недрах по состоянию на 01.01.2015 г. оставалось:

- по категории C_1+C_2 – 1349 тыс. тонн руды и 5579 кг золота;
- в том числе:
- по категории C_1 – 1024 тыс. тонн руды и 4014 кг золота;
- по категории C_2 - 325 тыс. тонн руды и 1565 кг золота.

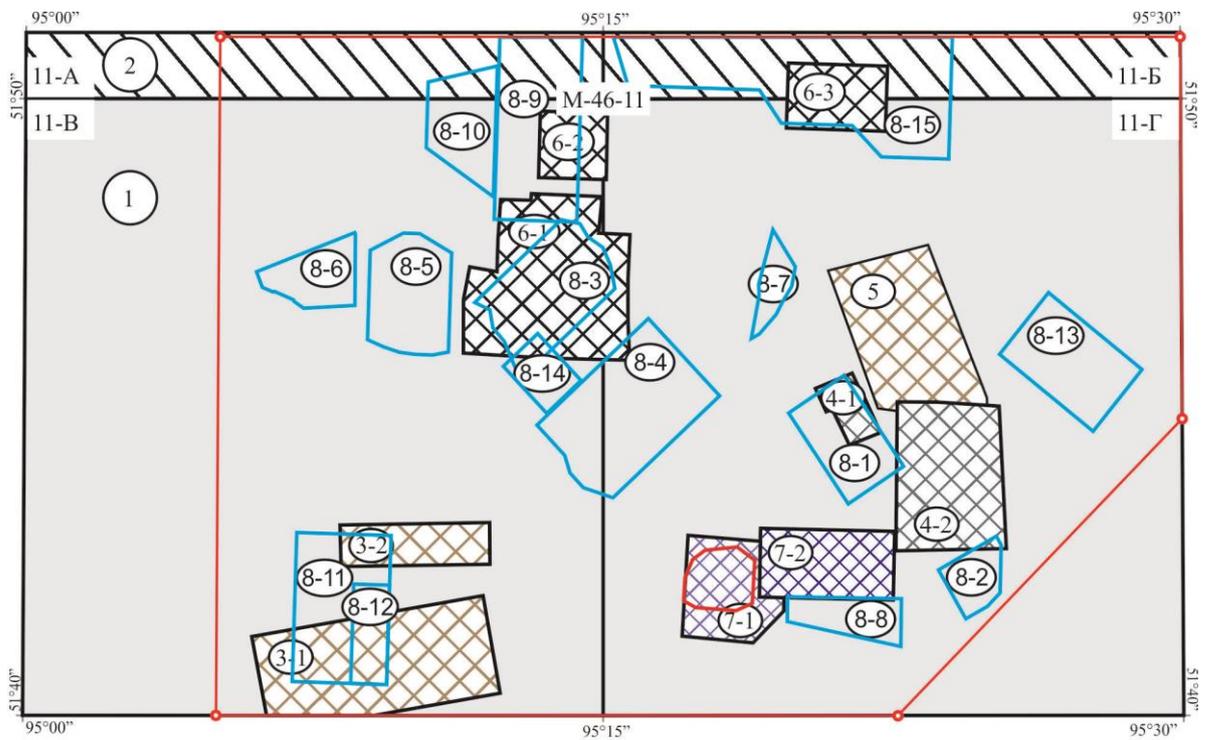
2.2. Геохимическая изученность

На площади Тарданского рудного узла геохимические работы проводились с 1962 г (Рис. 1.2). В 1962-1964 гг на листах М-46-11-В и М-46-11-Г проведена литохимическая съемка по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:50 000 (500×100 м) и на участках детализации (Аномальный и Кара-Суг) по сети 100×20 м в комплексе с геологическими работами. Площадь опробования составила 634 км^2 .

В 1965-1966 годах Тарданской партией были проведены литогеохимические поиски масштаба 1:10 000. В результате работ были выявлены вторичные ореолы золота, меди, свинца, цинка, серебра. Поиски производились по сети 100×20 м. Лабораторные исследования проводились спектральным анализом на 11 элементов: медь, свинец, цинк, серебро, барий, вольфрам, висмут, мышьяк, молибден, олово, бор.

В 1967-1971 годах совместно с геологическими и геофизическими работами на Тарданском рудном поле проведены геохимические работы масштаба 1:2 000. Площадь работ составила $4,8 \text{ км}^2$. Работы выполнялись по предварительно разбитой сети 20×10 м.

В 1973 г. Терехтыгской партией произведено шлиховое опробование вдоль склонов на участке «Копто» и частично в междуречье Бурен-Кара-Суг. Опробование производилось с шагом 60-80 м.



- Литохимические поиски по вторичным ореолом рассеяния
масштаба 1:50 000
1. Тверянкин И.Г., 1965 (листы М-46-11-В,Г)
 2. Бухаров Н.С., 1969 (листы М-46-11-А,Б)
- Литохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:10 000
3. Тверянкин И.Г., 1965 (3-1 - участок Кара-Суг; 3-2 - участок Аномальный)
 4. Кильчичаков К.М., 1967 (4-1 - участок Барсучий; 4-2 - участок Копто)
 5. Токунов В.Ф., 1968 (участок Копто)
 6. Кильчичаков К.М., 1977 (6-1 - участок Соруглуг-Хем; 6-2 - участок Бай-Сют; 6-3 - участок Хорлелиг)
 7. Орехов А.Н., 2008 (7-1 - Тарданский участок; 7-2 - Коптинский участок)
 8. Совлук А.В., 2014 (8-1 - Барсучий; 8-2 - Копто-2; 8-3 - Соруглуг-Хем; 8-4 - Малый Соруглуг-Хем; 8-5 - Кызыл-Торг; 8-6 - Усть-Кызыл-Торг; 8-7 - Усть-Хорлелиг; 8-8 - Южно-Тарданский; 8-9 - Верхнебайсютский; 8-10 - Хорум-Кошке; 8-11 - Кара-Суг2; 8-12 - Кара-Суг; 8-13 - Курлуг; 8-14 - Правобережный; 8-15 - Северный)
- Площади лицензий:
Тарданское месторождение (лицензия КЗЛ00322БР);
- Тарданский РУ (лицензия КЗЛ00367БР)

Рис. 2.2 Схема геохимической изученности. Масштаб 1:200 000

В 1975-1976 годах проведена съемка по вторичным ореолам рассеяния на участках Соруглуг-Хем, Хорлелиг, Бай-Сют масштаба 1:10 000. [Кильчичаков, 1977ф] Общая площадь работ составила 28 км². Литохимическое опробование проводилось с целью поисков золоторудных тел по вторичным ореолам рассеяния элементов-спутников (медь, серебро, свинец, цинк). Кроме того, на проявлении Соругулуг-Хем проведены работы масштаба 1:2 000. Опробование проводилось по предварительно разбитой сети 100×20 м для работ масштаба 1:10 000 и 20×10 м – для масштаба 1:2 000. В результате

литохимических поисков масштаба 1:10 000 на участке Соруглуг-Хем установлены ореолы рассеяния меди, свинца, цинка, бария и серебра. Их размеры варьируют от 200 до 1 000 м по протяженности при ширине 100-360 м. По результатам масштаба 1:2 000 установлено, что над золоторудными телами из элементов-спутников локальные ореолы образуют лишь медь, серебро и частично цинк. Остальные элементы не образуют над рудными зонами локальных ореолов.

В 2007 году по договору подрядных работ ООО «Гео-Сервис» провело литохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния масштаба 1:10 000 на Тарданском и Коптинском участках, общая площадь которых составляет 16,1 кв. км [Орехов, 2008ф]. Пробы отбирались по сети 100×40 м, на участках детализации сеть сгущалась до 100×20 м (Тардан-2). Лабораторные исследования проводились спектральным полуколичественным атомно-эмиссионным методом (на 33 элемента) и спектрохимическим методом в лаборатории ОАО «Минусинская ГРЭ» на золото. По результатам проведенных работ выявлены 11 контрастных вторичных ореолов рассеяния золота и его элементов-спутников, дана геохимическая характеристика участков, сделан вывод о весьма низких коэффициентах парной корреляции золота с другими элементами.

В 2008 году ООО «Тарадан голд» провело поиски по потокам рассеяния на площади всего Тарданского рудного узла. Расстояние между точками пробоотбора было принято равным 500 м. В руслах постоянных или временных водотоков опробовалась илисто-глинистая фракция донных отложений, в логах – делювиально-пролювиальные отложения. Отбор проб производился из копушей глубиной до 0,7 м. Всего отобрано 1067 проб. Плотность опробования составила 2,1 точки на км². Пробоподготовка включающая в себя высушивание, просеивание и истирание до крупности 0,074 мм производилась в лаборатории ООО «Тардан Голд». Лабораторные исследования на 41 элемент методом ICP-MS проводились в лаборатории ООО «Стюарт Геокемикл энд Эссей». Чувствительность анализа на Au 0,01 г/т. По результатам этих работ было выявлено 37 участков повышенной продуктивности, которые были разбракованы по перспективности и очередности проведения работ. В итоге было выделено 15 участков для проведения литогеохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния [Совлук, 2014ф].

На участке Правобережный проведено литогеохимическое опробование по сети 50×50 м. В результате выявлены ореолы рассеивания золота, меди и цинка, приуроченные к зоне контакта диоритов таннуольского комплекса и вмещающих отложений вадибалинской и туматтайгинской свит. По данным литогеохимической съёмки прогнозные ресурсы Р₃ золота составили 3,315 т золота [Совлук, 2014].

В период с 2008 по 2012 год на 15 участках отобрано 35080 проб. Общая площадь участков, где проводились геохимические поиски, составила 130,3 км². С целью экономии средств, опробование по сети 50×50 м применялось лишь для наиболее перспективных участков. Для участков с большой площадью и менее значимыми перспективами была выбрана сеть опробования 100×50 м. Для расширения границ одного из участков, с целью прослеживания выявленных аномалий, опробование проводилось по разреженной сети с шагом 100×100 м. Кроме того, для проведения опытно-ревизионных работ, по ранее известным аномалиям на двух участках сеть опробования составила 500×50 м.

Аналитические исследования производились в подрядной организации ООО «Стюарт Геокемикл энд Эссей». На основании интерпретации данных, полученных по результатам литогеохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния, были выявлены геохимические аномалии золота и его элементов-спутников.

2.3. Геофизическая изученность

Первые геофизические работы на площади начались с аэромагнитной съёмки масштаба 1:100 000, которая выполнялась в 1952 году (Рис. 2.3).

В 1957 году площадь, была покрыта аэромагнитной и аэрогаммаспектрометрической съёмкой масштаба 1:25 000, которую проводила партия №30 Северной экспедиции. Стоит отметить, что полевые материалы обработаны не полностью, а работы были поставлены по простиранию основных геологических структур. Ни смотря на вышесказанное на графике отчётливо выделяется магнитная аномалия в районе участка Кара-Суг и зона контакта известняков вадибалинской свиты с диоритами таннуольского комплекса.

В 1962-1964 годах проведена магниторазведка масштаба 1:50 000 в комплексе с геолого-съёмочными работами в пределах листов М-46-11-В и М-46-11-Г [Тверянкин, 1965ф]. Работы масштаба 1:50 000 проведены по сети 500×50 м. К перспективным из выявленных аномалий относились аномалии участка Кара-Суг, участка Копто, участка Верхне-Соруглуг-Хемский. На участках Кара-Суг и Аномальный проведена магниторазведка масштаба 1:10 000. Работы масштаба 1:10 000 проводились по сети 100×20 м. Участок Кара-Суг площадью 20 км² в первую очередь представлял практический интерес для нахождения железорудного объекта.

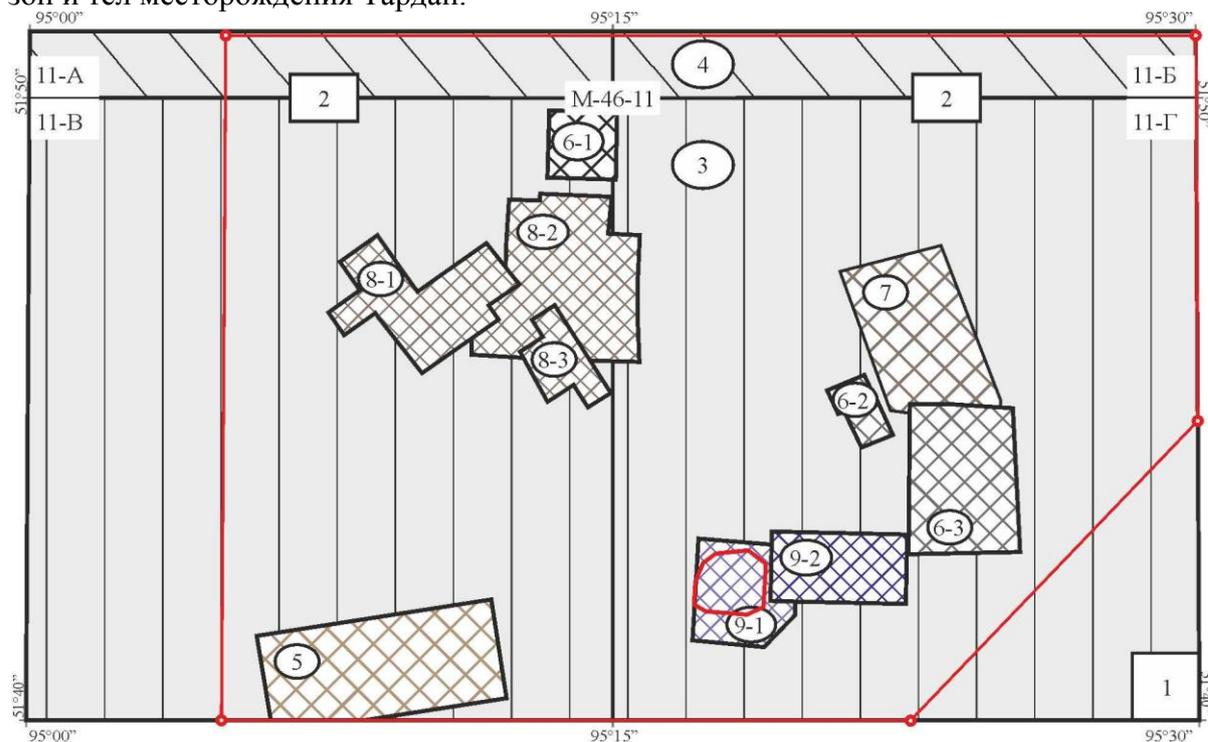
В 1965-1966 годах Тарданской партией проведены магнитометрические работы на участках Барсучий, Бай-Сют, Копто. Работы производились по сети 100×20 м. В результате их проведения выявлены магнитные аномалии, дана физическая характеристика основных петрографических разностей. Кроме того, на Тарданском месторождении проведены электроразведочные работы в вариантах симметрического профилирования на постоянном токе и вызванной поляризации. Наиболее хорошие результаты получены методом ВП, он был рекомендован для поисков золоторудных скарнов, сопровождаемых вкрапленным сульфидным оруденением.

В 1967-1971 годах в пределах Тарданского рудного поля проведены поиски безмагнетитовых золотосодержащих скарнов. Работы осуществлялись следующим комплексом методов: вызванной поляризации, естественного электрического поля, вертикального электрического зондирования. Все используемые методы чётких результатов не дали. В 1969 году, всвязи с тем, что на картах масштаба 1:50 000, из-за мелкомасштабности, магнетитсодержащие скарны, с которыми в районе связано золото, не отмечались, была проведена магниторазведка масштаба 1:10 000. Работы охватили участки Кызыл-Торг, Соруглуг-Хем и Правобережный [Токунов, 1970ф]. Общая площадь магнитометрических поисков по сети 100×10 м составила 13,7 кв. км. Полученные данные легли в основу дальнейших горных работ.

В 1976-1977 г. Саянской аэрогеофизической партией выполнена аэромагнитная съёмка масштаба 1:25 000 и составлены карты 1:50 000 масштаба [Холяндра, 1977ф]. Аномалии по характеру поля были систематизированы и дана их вероятная генетическая природа. В результате работ получен материал для геологического картирования и прогнозирования возможных рудных объектов на площади работ.

В 2007 году по договору подрядных работ ООО «Гео-Сервис» провело геофизические работы масштаба 1:10 000 [Орехов, 2008ф]. Геофизические поиски велись на Тарданском и Коптинском участках на площади 16,1 км². В состав работ входили: магниторазведка по сети 100×10 м, электроразведка методом ВП и гамма-спектрометрические исследования по сети 100×40 м. Целевым назначением этих работ является создание геофизической основы для поисково-оценочных работ в пределах Тарданского рудного узла. Изучение геофизических полей месторождения Тардан проведено для создания геофизического поискового эталона месторождений данного генетического и геолого-промышленного типа. Рудные тела месторождения Тардан приурочены к локальным аномалиям магнитного поля, имеющим дипольную структуру в пределах крупного магнитовозмущающего объекта, который погружается в юго-восточном направлении в сторону Бай-Сютского разлома. Эти локальные аномалии приурочены к тектоническим нарушениям северо-западного простирания. Нарушения

именно северо-западного направления контролируют локализацию большинства рудных зон и тел месторождения Тардан.



- Гравиметрическая съемка масштаба 1:200 000
1. Кунгурцев Л.В., 1979 (лист М-46-VI)
- Аэромагнитная съемка масштаба 1:25 000
2. Халяндра Л.И., 1977 (листы М-46-11-А, Б, В, Г)
- Наземные геофизические работы масштаба 1:50 000
3. Тверянкин И.Г., 1965. Площадная магниторазведка (листы М-46-11-В, Г)
4. Бухаров Н.С., 1969. Площадная магниторазведка (листы М-46-11-А, Б)
- Поиски масштаба 1:10 000
5. Твердянкин И.Г., 1965 (участок Кара-Суг)
6. Кильчичаков К.М., 1967 (6-1 - участок Бай-Сют; 6-2 - участок Барсучий; 6-3 - участок Копто)
7. Токунов В.Ф., 1968 (участок Копто)
8. Токунов В.Ф., 1970 (8-1 - участок Кызыл-Торг; 8-2 - участок Суруглуг-Хем; 8-3 - участок Правобережный)
9. Орехов А.Н., 2008 (9-1 - участок Тарданский; 9-2 - участок Копто)
- Площади лицензий:
Тарданское месторождение (лицензия КЗЛ00322БР);
- Тарданский РУ (лицензия КЗЛ00367БР)

Рис. 2.3 Схема геофизической изученности. Масштаб 1:200 000

В 2011-2012 годах Согласно Договору подряда ООО ГП «СИБИРЬГЕОФИЗИКА» провела наземные геофизические работы на Тарданском месторождении и поисковых

участках рудного узла [Клюкас, 2012ф]. Общий объём выполненных работ составил 43,81 пог. км, из которых 27,9 пог. км проведены на участках Тарданского рудного узла (Барсучий, Копто, Кара-Суг, Соруглуг-Хем, Южно-Тарданский), и 15,91 на месторождении Тардан. В состав работ вошли магниторазведка и электротомография (выделение аномалий кажущегося сопротивления (КС) и вызванной поляризации (ВП) в варианте 2D) [Клюкас, 2012ф]. Глубина исследований до 200 м.

3. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ТАРДАНСКОГО РУДНОГО УЗЛА

В региональном плане Тарданский рудный узел расположен на юге Алтае-Саянской складчатой области в зоне границы структур Западного Саяна и Тувинской котловины. Рудный узел приурочен к краевой северо-западной части Каа-Хемского плутона, внедрившегося в разновозрастные отложения вулканогенно-терригенно-карбонатного состава, в зоне глубинного Каа-Хемского разлома. Стратифицированные образования относятся к вулканогенной туматтайгинской свите позднерифейского возраста, карбонатной вадибалинской свите венд-раннекембрийского возраста, а также к красноцветным песчаникам дерзигской свиты силурийского вораства.

3.1. Стратиграфия

В стратиграфическом отношении геологическое строение района характеризуют отложения рифейского, венд-кембрийского, силурийского возраста, а также отложения четверичной системы (Граф. 1).

Позднерифейские-нижнекембрийские отложения Тарданского рудного узла и прилегающих площадей геологосъемочными и тематическими работами расчленены на три свиты: охемскую, туматтайгинскую и вадибалинскую [Кильчичаков, 1977ф].

Средний-верхний рифей.

Охемской свита ($R_{2-3} oh$) в районе работ прослеживается на 85-95 км полосой широтного направления (зона Каа-Хемского разлома) от среднего течения р. Тапса до левобережья притоков среднего течения р. Дерзиг [Кальная, 2002ф]. В пределах Тарданского рудного узла, отложения свиты распространены исключительно в зоне Каа-Хемского глубинного разлома на север-северо-восточной границе лицензионной площади.

Свита имеет неоднородный состав: метаалевролиты, метапесчаники, хлоритовые, карбонат-хлоритовые сланцы, прослои, линзы мраморизованных известняков, metabазальты, метаандезиты, рассланцованные порфиры, метатуфопесчаники, метатуфогравелиты, метатуфоконгломераты. Метаморфизм пород охемской свиты не превышает мусковит-хлоритовой субфации фации зеленых сланцев. Для сланцевой толщи зоны Каа-Хемского разлома характерно моноклинальное залегание пород с субширотным простиранием. Контакты с вышележащими породами и образованиями таннуольского комплекса тектонические. Зеленосланцевые рифейские отложения вмещают в себя более 90% россыпной золотоносности Тувы.

Мощность отложений не менее 3500 м.

Туматтайгинская свита ($R_3 tm$) широко распространена в пределах Тарданского рудного узла. Свита сложена вулканогенными, вулканогенно-осадочными образованиями базальт-андезит-дацитово-формации с прослоями известняков, песчаников. Поля распространения позднерифейских вулканитов с севера ограничены зоной Каа-Хемского разлома и представляют собой провесы кровли Каа-Хемского ареал-плутона таннуольского комплекса. Этим обстоятельством обусловлен площадной характер ороговикования пород свиты. Наибольшее распространение свита получила в междуречье Копто-Бай-Сют, где её отложения разделяют Буренский и Копто-Бай-Сютский массивы таннуольского комплекса.

Мощность свиты достигает 2000 м [Кальная, 2002ф].

Венд-нижний кембрий. Нерасчленённый.

Вадибалинская свита ($V-E_1 vd$) свита сложена массивными светлыми различных оттенков доломитами, доломитистыми известняками, известняками. На площади рудного узла наибольшее распространение вадибалинская свита получила на левобережье р. Бай-Сют (Граф. 1). Отложения свиты прослеживаются вдоль западной-юго-западной границы Копто-Бай-Сютского интрузивного массива на расстояние более 22 км при ширине до 1,5 км. Большинство границ с вышележащими отложениями туматтайгинской свиты

имеют тектонический характер, а контакты с интрузивными образованиями зачастую скарнированы. В основании свиты залегает толща мраморизованных известняков с линзами эффузивов - мощность до 400 м. Выше по разрезу сменяется оолитовыми мраморизованными известняками - мощность до 300 м. Оолитовые мраморизованные известняки, в свою очередь, сменяются кварц-плагиоклазовыми порфирами - мощность до 100 м [Вамбольдт, 2008]. Общая мощность свиты 600-800 м.

Силурийская система. Нижний-верхний отделы.

Дерзигская свита ($S_{1-2 dr}$) в районе работ наиболее распространена в верховьях р. Дерзиг в 22 км от Тарданского рудного узла в северо-восточном направлении. Отложения свиты представлены красноцветными разнозернистыми песчаниками, гравелитами, конгломератами с редкими линзами известняков. Известняки свиты содержат обильную фауну брахиопод и мшанок раннего и позднего силура.

В пределах рудного узла дерзигская свита в основном расположена в его южной части и прослежена на 12 км от правобережья среднего течения р. Бай-Сют до урочища Кара-Суг. С севера и востока распространение свиты ограничивается разломами, с запада - Бренским массивом таннуольского комплекса, с юга граница свиты погребена под четвертичными отложениями. [Тверянкин, 1965ф]. Кроме южной части лицензионного участка, отложения дерзигской свиты обнаружены в его северо-восточной части. Здесь они представлены небольшим тектоническим блоком в зоне Каа-Хемского Южного разлома. Мощность свиты в нижнем течении р. Бай-Сют, где она с глубоким размывом залегает на гранитоидах таннуольского комплекса, 150 м. Мощность свиты в бассейне р. Дерзиг - 600 м.

Четвертичная система.

Четвертичные отложения подразделены в районе на средний, верхний, нерасчлененный современный и верхний, и современный отделы [Тверянкин, 1965ф].

Нерасчлененный современный и верхний отдел (Q_{III-IV}) включает в себя делювиально-пролювиальные и делювиально-солифлюкционные отложения находящиеся на правобережье рек Копто, Бай-Сют, Соруглуг-Хем и в долине р. Кара-Суг. Кроме того, делювиально-пролювиальные отложения наблюдаются у верховий левых притоков р. Бай-Сют. Они представлены лёссовидными суглинками с незначительным количеством обломков местных пород. По данным буровых работ их мощность достигает 30 м.

Современный отдел (Q_{IV}) сложен аллювиальными отложениями пойм и русел рек [Кильчичаков, 1977ф]. Современные пойменные и русловые аллювиальные отложения распространены в долинах всех водотоков. Мощность аллювия изменяется от 3 до 15 м.

В аллювиальных отложениях поймы рек Бай-Сют и Соруглуг-Хем локализованы золотоносные россыпи, частично отработанные. Оставшиеся запасы около 500 кг пригодны для открытой добычи. Мощность аллювиальных отложений колеблется от 5 до 80 м.

3.2. Магматизм

Интрузивные породы слагают более 50% площади района работ. Представлены метагаббро, аподунитовыми и апогарцбургитовыми серпентинитами актовракского гипербазитового комплекса и разнообразными породами, преимущественно кислыми, таннуольского комплекса.

Актовракский комплекс ($\sigma \epsilon_1 ak$) представлен мелкими линзовидными телами метаультрабазитов и метагаббро, которые располагаются исключительно среди отложений охемской свиты и находятся в пределах подвижной зоны Каа-Хемского глубинного разлома. Все тела комплекса интенсивно серпентинизированы. По составу резко преобладают антигоритовые серпентиниты. Взаимоотношения с вмещающими породами тектонические. Первичные породы дунитового состава сохранились только в центральных частях наиболее крупных массивов [Тверянкин, 1965ф]. На площади работ

установлен лишь один из массивов актовракского комплекса. Располагается он в северо-восточной части лицензионного участка, на левобережье реки Чанд-Хем. В плане массив представляет, вытянутое в северо-западном направлении, линзовидное тело длиной около 5 км (в пределах площади работ находится только его западная часть - 2,5 км) и шириной около 1,7 км.

Мажалыкский комплекс ($v-v \text{ } \epsilon_1? t$) выделяется в юго-восточной части Тарданского рудного узла. Комплекс выделяется на основании распространённости его пород в районе работ, согласно последней редакции государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 листа М-46 (третье поколение) и представлен габбро-пироксенитовой формацией. Предварительно, к мажалыкскому комплексу можно отнести пироксениты и габбропироксениты участка Кара-Суг.

Таннуольскогий комплекс ($\gamma\delta \text{ } \epsilon_2 t$) занимает до 70% площади района, на которой представлен тремя массивами, входящими в состав крупного Каа-Хемского плутона: на севере - Тапсинский, на западе - Буренский, в центральной части и на востоке: Копто-Байсютский. Тапсинский массив находится за пределами площади лицензионного участка. Буренский и Копто-Байсютский массивы на площади работ представлены только частично, продолжаясь на десятки километров за её пределы. Массивы сложены разнообразными по составу породами от гранитов до габбро, прорванными многочисленными дайками плагиогранитов, диоритовых порфиритов. Таннуольский комплекс имеет двухфазное строение. Породы первой фазы представлены габбродиоритами, диоритами и кварцевыми диоритами, вторая фаза сложена тоналитами, гранодиоритами и плагиогранитами.

Большинство известных рудопроявлений золота и месторождение Тардан приурочены к экзо- и эндоконтакту Копто-Байсютского массива. Контакты его извилистые с большим количеством выступов и заливов. На контакте массива с отложениями туматтайгинской и вадибалинской свит, часто образуются скарны, в том числе золотосодержащие. Массив с севера и северо-востока ограничен Каа-Хемским Южным разломом. На западе прорывает вулканогенно-осадочную толщу рифей-нижнекембрийского возраста. На юге и востоке уходит за пределы лицензионной площади. В теле массива отмечаются многочисленные останцы кровли, слагаемые эффузивами туматтайгинской и известняками вадибалинской свит. Характерно, что часто простираение контактов интрузии практически полностью совпадает с простираением вмещающих пород в экзоконтакте массива и прогибах кровли [Тверьянкин, 1965ф]. Падение контактов крутое, близкое к вертикальному. В плане массив вытянут в северо-западном направлении. Строение массива грубо зональное: центральная его часть сложена плагиогранитами, краевые – кварцевыми диоритами, диоритами и габбродиоритами.

Буренский массив заходит на площадь проводимых работ лишь своей восточной краевой частью. Массив имеет почти изометричную форму. На севере и востоке он прорывает вулканогенную толщу туматтайгинской свиты, в восточной части имеет с последней тектонические контакты. Буренский массив представлен различными породами от гранодиоритов до пироксенитов. Контактные изменения проявлены в виде ороговикования, скарнирования, мраморизации. ореол контактовых изменений достигает 200 м. [Вамбольдт, 2008].

Бреньский комплекс ($\gamma\delta \text{ } D_1 b$) в районе представлен массивами гранодиоритового и аляскитового состава, пространственно и парагенетически сопряженными с вулканитами кендейской свиты, с которыми образуют единую вулканоплутоновую ассоциацию. Массивы бреньского комплекса наиболее распространены севернее Каа-Хемского разлома. Массивы, как правило, монопородные, либо гранодиоритовые, либо аляскитовые. Фации эндоконтакта всегда представлены порфиристыми разностями субвулканического облика. Экзоконтактные изменения незначительны, проявлены спорадически.

3.3.Тектоника

В тектоническом отношении район работ расположен на юго-восточной границе Алтае-Саянской складчатой области. Строение лицензионного участка определяется сочленением салаирской Ондум–Буренской зоны складчатости с зоной Каа-Хемского глубинного разлома, что обусловило сложное блоковое строение территории и наличие многочисленных разрывных нарушений (Рис. 3.4).

Каа-Хемская зона глубинных разломов представляет собой широкую (15-20 км) зону смятия, осложнённую субпараллельными разрывами. С севера зону ограничивает Каа-Хемский Северный разлом, а с юга Каа-Хемский Южный, которые на местности выражаются серией разрывов, зонами окварцевания хлоритизированных и эпидотизированных трещиноватых и рассланцованных пород. Амплитуда вертикального смещения по ним достигает нескольких километров [Кальная, 2002ф].

Одум-Буренский конседиментационный антиклинорий с севера ограничивается Каа-Хемским Южным разломом. На территории лицензионного участка структура в основном сложена позднерифейскими породами, прорванными интрузиями таннуольского комплекса.

Крупнейшим разрывным нарушением района является Каа-Хемский Северный субширотный долгоживущий разлом, представляющий собой серию сближенных тектонических нарушений с многочисленными ответвлениями. Он разделяет две структурно-фациальные зоны. В общей структуре региона разлом протягивается на 150 км. По своей морфологии это вертикально падающий сброс, распадающийся на несколько составляющих [Кальная, 2002ф]. Амплитуды смещения по нему достигают нескольких километров. Породы в зоне влияния разлома имеют вертикальное падение и простирание, совпадающее с простиранием дизъюнктива. Вдоль северной ветви разлома картируются линейно вытянутые вдоль него тела актовракских гипербазитов.

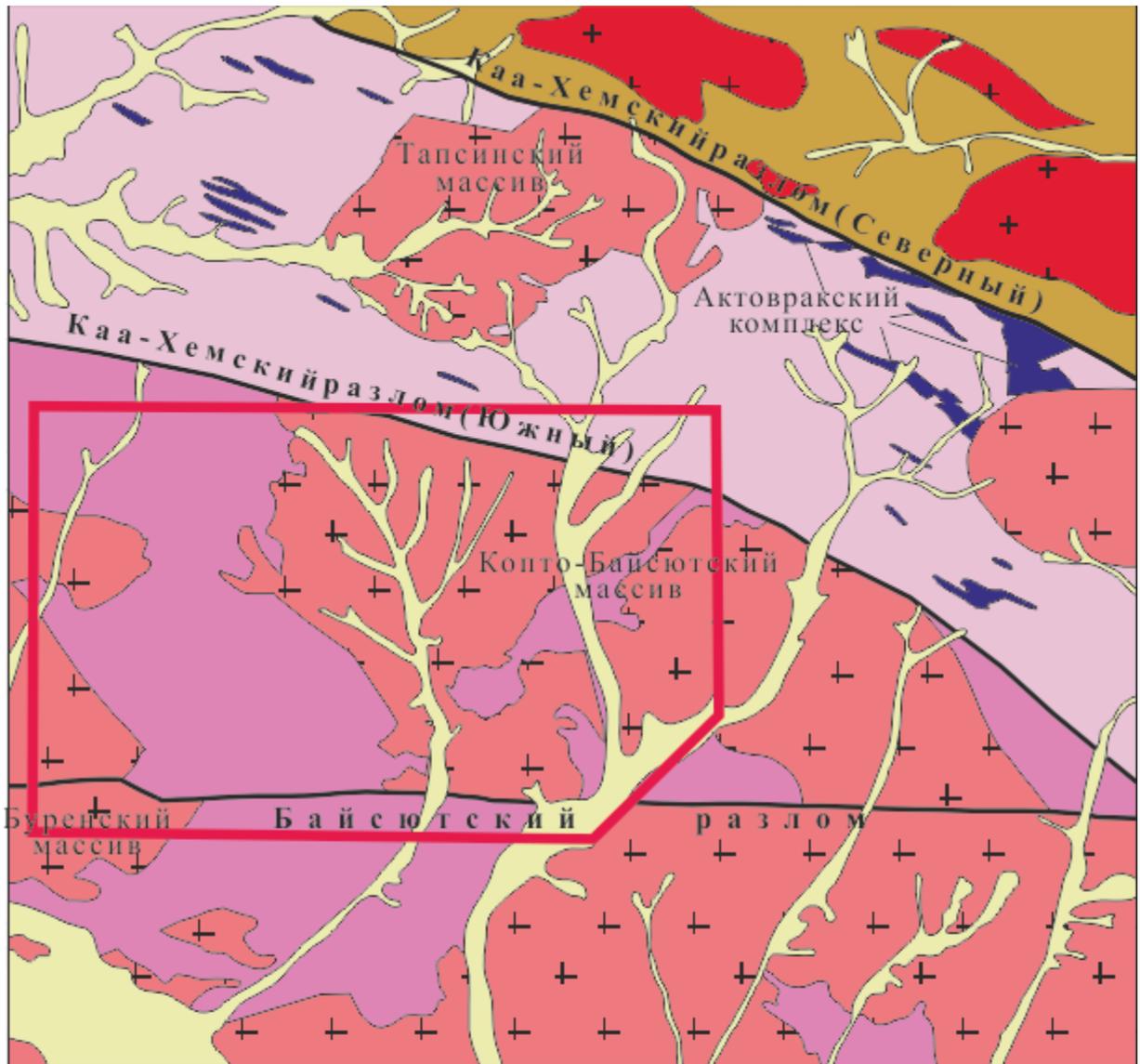
Непосредственно на лицензионной площади прослежен только Южный Каа-Хемский разлом. Разлом представляет собой систему сближенных ветвящихся нарушений с главным швом, по которому проходит контакт пород подвижной зоны Каа-Хемского глубинного разлома и зоны салаирской складчатости. Одно из нарушений, морфологически представляет собой надвиг, по которому отложения Каа-Хемской зоны глубинных разломов надвинуты на Копто-Бай-Сютский массив и отложения туматтайгинской и вадибалинской свит. Для сланцевой толщи зоны Каа-Хемского разлома характерно моноклинальное залегание пород с субширотным простиранием, согласным простиранию разлома, и крутым падением на север. Часто встречаются кварцевые жилы и прожилки.

Ещё одним крупным тектоническим нарушением является Байсютский разлом широтного простирания (Рис. 1.4). На отрезке р. Бай-Сют – урочище Кара-Суг по нему проходит контакт древних вулканогенно-осадочных образований с более молодыми силурийскими красноцветными осадочными породами. По морфологии разлом является вертикальным сбросом с амплитудой до 1200 м. [Тверянкин, 1965ф]. Вдоль разлома гранодиориты таннуольского комплекса катаклазированы, эффузивы передроблены, окварцованы, гематитизированы, известняки брекчированы в полосе шириной до 200 м.

Остальные тектонические нарушения являются более мелкими. По пространственной ориентировке они группируются в три системы: разломы северо-западного, разломы северо-восточного простирания и субширотные разломы.

К разломам северо-западного простирания приурочено большинство выявленных проявлений золота, меди, полиметаллов. Наиболее крупным из тектонических нарушений северо-западного простирания является Соруглуг-Хемский разлом. Под небольшим углом к нему расположена крупная зона повышенной трещиноватости, дробления и рассланцевания пород. В среднем и нижнем течении р. Соруглуг-Хем она сопровождается многочисленными дайками основного состава. На левобережье р. Бай-Сют зона

контролируется дайками плагитгранитов, насыщена кварцевыми жилами. В пределах зоны дробления отмечается обохренность, гематитизация и окварцевание пород. Река Бай-Сют в месте пересечения с зоной дробления делает коленообразный изгиб, после которого россыпь золота вниз по течению резко увеличивает свои параметры (Граф. 1). В плотике россыпи была отмечена мощная зона березитизации, насыщенная кварцевыми прожилками.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Образования фундамента Каледонской геосинклинали
- Область распространения инициальных вулканитов и позднегеосинклинальных образований
- Область распространения орогенных формаций
- Контур лицензии

Рис. 3.4. Тектоническая схема Тарданского рудного узла. Масштаб 1:500 000

Западнее, параллельно Соруглуг-Хемскому разлому по отложениям туматтайгинской свиты проходит Кызылторгский разлом. Прослежен на 13 км в виде чёткого шва. В узлах сопряжения этого разлома с нарушениями субширотного простирания, сопровождается значительным окварцеванием, обохренностью, гематитизацией и пиритизацией (рудопроявление Кызыл-Торг). Амплитуда смещения по разлому достигает 800-900 м. По отношению к субширотным нарушениям этот разлом является более молодым, смещая или ограничивая последние.

Тарданский разлом прослежен от левобережья р. Бай-Сют до проявления Правобережное, и располагается между Соруглуг-Хемским разломом и Кызылторгским. На значительной части своего протяжения он является тектоническим контактом отложений туматтайгинской и вадибалинской свит.

Тектонические нарушения северо-восточного простирания менее проявлены на площади работ. Самым крупным нарушением такого направления является Солонхемский разлом, проходящий по долине руч. Мал.Соруглуг-Хем и прослеженный далее на северо-восток, пересекая долины рек Бай-Сют и Копто, до сопряжения с зоной Каа-Хемского разлома [Тверьянкин, 1965ф].

В субширотном направлении, кроме Байсютского, картируются ещё два параллельных сближенных разлома, берущих своё начало от верховий ручья Кызыл-Торг (левого верхнего притока р. Бурен) в отложениях туматтайгинской свиты. С запада разломы берут начало в известняках вадибалинской свиты, после чего прослеживаются далее на восток по интрузивным образованиям Копто-Бай-Сютского массива.

3.4.Полезные ископаемые

Полезные ископаемые района представлены проявлениями и месторождениями рудного и россыпного золота, проявлениями меди, свинца и цинка. Основным полезным ископаемым является золото. Серебро рассматривается, исключительно как попутное полезное ископаемое.

3.4.1. Золото

Среди *золоторудных* объектов на территории Тарданского рудного узла находятся: месторождения Тардан и Барсучье, рудопроявления Копто, Соруглуг-Хем, Правобережное, Тардан-2. Наиболее крупным и изученным на данный момент является месторождение Тардан.

Месторождение Тардан находится в среднем течении на правобережье р. Бай-Сют. Расположено месторождение в зоне контакта среднекембрийской интрузии преимущественно диоритового состава с карбонатными венд-ранне кембрийскими отложениями и кислыми вулканитами позднего рифея. Промышленное оруденение приурочено к линейным зонам гидротермальной проработки и локализовано в зоне эндо- и экзоскарнов. Руды месторождения относятся к одному промышленному типу – золото-сульфидному. Границы рудных тел обычно устанавливаются только по данным опробования. Распределение золота в рудах весьма неравномерное. На 01.01.2014 года запасы категории C₁+C₂ составляют 5289 кг. В настоящее время месторождение отрабатывается.

Месторождение Барсучье расположено в 6 км северо-восточнее месторождения Тардан, на левобережье р. Бай-Сют. Золотое оруденение выявлено в пироксен-гранатовых скарнах с линзами и вкрапленностью магнетита, развивающихся в области контакта диоритов с известняками. По результатам работ 2012-2014 гг выявлено 4 рудных залежи. Основное рудное тело залегает в виде линзы вытягивающейся на расстояние 180 м при ширине 3,09-21,49 м. Среднее содержание – 5,38 г/т. Всего на месторождении подсчитано запасов категории C₁ – 2516,9 кг. Ресурсы категории P₁ – 304,7 кг.

Рудопроявление Копто расположено в 7 км восточнее месторождения Тардан, на водоразделе рек Копто – Бай-Сют. Оруденение локализовано в зоне дробления и

интенсивной трещиноватости в скарнах, и представляет собой линзовидные залежи среди гранитоидов таннуольского комплекса. Протяженность скарновой залежи 800-850 м, мощность 100-150 м. Всего на рудопроявлении оконтурено 5 рудных тел. Интерес представляют только рудные тела 1 и 3, которые на глубине слагают собой единое тело. По данному телу пересчитаны и утверждены запасы по категории С₂ в количестве 162 кг золота и 17,2 тыс. т. руды при среднем содержании 9,4 г/т. Кроме золота в рудах присутствуют медь с содержанием 0,6-3,0% и серебро – 10-40 г/т. На данный момент запасы полностью погашены. Прогнозные ресурсы остальных рудных тел не превышают 100 кг.

Рудопроявление Суруглуг-Хем расположено в 11 км северо-западной месторождения Тардан, в истоках одноименной реки. Проявление приурочено к зонам скарнирования, развитым вдоль контактов языковидного выступа диоритов с известняками. Мощность скарнов 15-50 м, в раздувах достигает 60 м. В поле развития скарнов параллельно контактам проходят зоны дробления, в пределах которых установлены линзовидные тела гидротермально измененных пород. Из сульфидов преобладают халькопирит и пирит. В зоне окисления развиты малахит, азурит, лимонит. По составу скарны преимущественно пироксен-гранатовые. Золотое оруденение приурочено к сульфидизированным скарнам и к массивным гематит – магнетитовым линзам с гнездами халькопирита. По результатам работ 2013 года содержание золота в руде варьирует от 0,1 до 12,77 г/т, средневзвешенное - 1,43 г/т. Рудные тела имеют длину до 291 м при средней мощности рудных тел 6,89 м. Прогнозные ресурсы категории Р₁, составляют 562,4 кг.

Рудопроявление Правобережное расположено в 8,5 км северо-западнее месторождения Тардан, на правом берегу р. Соруглуг-Хем. На участке выявлено три зоны контактово-метасоматических пород протяженностью до 1000 м при ширине 300 м. По результатам штучного и бороздового опробования в пределах зон установлено крайне неравномерное распределение золота. Содержание его в пробах колеблется от следов до 5,6 г/т. Прогнозные ресурсы золота по категории Р₃, посчитанные по результатам литогеохимических работ 2012 года, составили 3,3 т. Проведённое в 2012-2014 гг. опробование четырёх расчищенных горных выработок позволило выявить шесть рудных интервалов в двух канавах с содержанием золота от 0,43 г/т до 12,15 г/т при протяжённости вскрытых интервалов от 2 до 52 м.

Рудопроявление Тардан-2 расположено в 1,5 км восточнее месторождения Тардан, на левобережье р. Бай-Сют. Здесь, среди плагиогранитов таннуольского комплекса расположены небольшие зоны березитизированных пород с кварцевыми жилами, протяженностью до 180 м при мощности до 10-18 м, и содержаниях золота в основном не превышающих 1 г/т. Этот тип оруденения практически не изучался с точки зрения большеобъемных штокверковых месторождений и месторождений типа минерализованных зон. В настоящее время устанавливается более 15 маломощных (первые метры) зон субмеридионального направления, расположенных на участке площадью 1000x500 м.

Россыпи золота в пределах площади работ находятся на рр. Бай-Сют, Копто, Соруглуг-Хем, Хорлелиг. Последние проводимые добычные работы были закончены в 2007-2008 годах. На данный момент ни каких работ не ведётся.

Месторождение р. Бай-Сют находится в среднем и верхнем течении пойменной части реки. Протяженность россыпи составляла 18 км, средняя ширина – 40 м, среднее содержание золота достигнутое при эксплуатации – 1,9 г/м³.

Месторождение р. Соруглуг-Хем располагается в среднем течении одноименной реки. Её длина составляла около 3 км, средняя ширина – 10-12 м, среднее содержание золота – 4-5 г/м³.

Месторождение р. Копто размещается в верхнем течении реки. Длина россыпи составляет 3,0 км, ширина – 50 м, среднее содержание – 0,3 г/м³.

Всего из россыпей Тарданского рудного узла добыто около 2 тонн учтенного золота. Остаточные запасы металла составляют около 500 кг.

3.4.2. Цветные металлы

На соседней с востока площади эффузивы туматтайгинской свиты вмещают крупное медно-свинцово-цинковое месторождение Кызыл-Таштыг. На площади Тарданского рудного узла цветные металлы представлены на рудопроявлении Кызыл-Торг.

Кызыл-Торгское проявление расположено в бассейне руч. Кызыл-Торг, левого притока верхнего течения р. Бурен. В результате поисково-оценочных работ 1962 года было выявлено три линзы кварц-карбонат-баритового состава в породах туматтайгинской свиты, содержащих сульфидную и гематитовую минерализацию. Линзы, не превышающие 80x20 м, приурочены к зоне изменённых пород вдоль Кызылторгского разлома, в местах интенсивного дробления пересекаемых разрывами других направлений. Оруденение, вкрапленное, представленное пиритом, халькопиритом, гематитом с содержаниями на поверхности Cu от 0,2 до 3,17%, Pb от следов до 1,15%, Zn от 0,1 до 8,27%.

Карасугское золото-медное проявление расположено в юго-западной части Тарданской площади в бассейне р. Кара-Суг. В пределах проявления распространены интрузивные образования Буренского массива таннуольского комплекса, а также пироксениты мажалькского (?). В 2012 году на Карасугском участке поставлены литохимические поиски масштаба 1:10 000, которые выявили ореолы золота интенсивностью до 0,25 г/т, сопряженные с аномальными ореолами меди и молибдена. Ореолы меди, оконтуренные по изоконцентрате 0,004 %, занимают площади до 0,5 км²; молибдена – по изоконцентрате 0,0002 %, развиты на площадях до 2,5 кв. км. В 2013 году на участке было пробурено 12 колонковых скважин общим объемом 1451,5 пог.м. По результатам бурения выделено два рудных тела с медно-золоторудной минерализацией, одно из которых расположено в изменённых пироксенитах и габброидах, а второе приурочено к мощной кварцевой жиле, рассекающей диориты и габброиды. Золото установлено в трёх скважинах. Длина интервалов подсечения золоторудной минерализации до 36,0 м со средним содержанием золота 0,37 г/т. Золотая минерализация приурочена к зонам дробления и окварцевания интрузивных пород различного состава, с наложенной сульфидной минерализацией. Медь по результатам атомно-абсорбционного анализа, с содержанием >0,1 % обнаружена в 280 пробах, при максимальном содержании 2,83 %. Серебро с содержанием >0,5 г/т обнаружено в 93 пробах с максимальным содержанием 6,6 г/т. При составлении отчета о полевых работах 2008-2014 гг, авторами был произведен подсчет прогнозных ресурсов Р₂ меди, серебра и золота по двум рудным телам [Совлук, 2014ф], которые составили 1168 тыс. т руды с 4506,9 т меди, 456,8 кг серебра и 242,4 кг золота.

3.5. Геохимическая характеристика района работ

Геохимические особенности проектной площади формируются следующими петрографо-литологическими разностями: известняками вадибалинской свиты, вулканогенными образования туматтайгинской свиты, сланцами охемской свиты, интрузивными образованиями таннуольского комплекса. Анализ структуры геохимического поля площади и геологического строения позволяет определить следующие геохимические особенности территории.

Ореолы меди тяготеют к площадям развития вулканогенных пород, а также к контактам вулканогенно-осадочных пород с интрузиями. Максимальные концентрации элемента во вторичных ореолах рассеивания как правило соответствуют проявлениям золота в скарнах и пропилитах, а также сульфидизированным габброидам и пироксенитам. Пространственные связи проявлены частично - с мышьяком и цинком.

Ореолы свинца также развиты над вулканогенными породами туматтайгинской свиты. Из других элементов проявлена пространственная связь с мышьяком и особенно цинком.

Ореолы цинка слабо дифференцированы и обычно фиксируют распространение пород туматтайгинской свиты. Пространственные связи цинка в наибольшей степени выражены для мышьяка, в меньшей мере для свинца.

Карбонатные породы вадибалинской свиты в зависимости от степени доломитизации характеризуются широкими пределами колебаний содержания кальция и магния. В составе вадибалинской свиты встречаются: титан, марганец, медь, стронций, ванадий, реже: хром, никель, кобальт и другие элементы.

Вулканогенные образования туматтайгинской свиты в геохимических полях в целом отличаются повышенными содержаниями свинца, цинка, меди, серебра, ванадия, бария, кобальта, никеля, молибдена, олова, фосфора, лития, иттрия.

Охемская свита, к которой отнесены метатерригенные сланцы Каахемского офиолитового пояса, развитые в северной части лицензии охарактеризована только по результатам геохимической съемки 2012 года. Поля развития свиты характеризуются общим повышенным фоновым содержанием золота (0,003 г/т), мышьяка ($2-3 \cdot 10^{-4}$, до $5 \cdot 10^{-4}$ %) и меди ($4-5 \cdot 10^{-3}$ %).

Магматические породы таннуольского комплекса характеризуются в целом повышенным содержанием кобальта, меди и олова. Значительную группу составляют элементы, содержания которых ниже кларка соответствующих пород: никель, серебро, стронций, барий, бериллий, ниобий, фосфор, литий, иттербий [Хомичев, 1992].

Для Тарданского узла весьма характерны процессы скарнообразования на контакте известняков вадибалинской свиты и выше описанных диоритоидов. Отчетливым поисковым признаком золотоносности скарнов являются ореолы рассеяния золота и меди. Так на месторождении «Барсучий» литогеохимическая аномалия золота площадью 0,08 км² (200х400м), с максимальным содержанием в эпицентре 0,84 г/т характеризует главное рудное тело с утвержденными запасами в размере 2517 кг золота. Медь образует ореол рассеяния 100х200м, с максимальной концентрацией $3 \cdot 10^{-3}$ %. Зачастую локальность аномалий золота объясняется локальностью выходов на поверхность самих же рудных тел. Но при достаточной длине по падению, такие рудные тела, несомненно, будут иметь промышленный интерес после их детальной разведки.

3.6. Геофизическая характеристика района работ

Среди различных показателей геофизических характеристик района работ наиболее изученным является магнитное поле. Именно по материалам магнитной съемки открыто Тарданское месторождение.

Магнитное поле площади Тарданского рудного узла отличается сложным строением. По магнитным свойствам породы, слагающие Тарданский рудный узел разделяются на две группы:

1. Крупные положительные аномалии связываются с интрузивными породами основного состава, локальные магнитные аномалии, преимущественно положительного знака, – со скарновыми телами. Первые создают магнитные аномалии интенсивностью до 500-1000 нТл. Намагниченность скарновых тел может колебаться в значительных пределах – от слабомагнитных до высокомагнитных. В среднем же интенсивность локальных магнитных аномалий, обусловленных скарновыми телами составляет 50-500 нТл, в отдельных случаях повышаясь до 5000 нТл и более [Клюкас, 2012ф].

2. Вулканыты туматтайгинской свиты и известняки вадибалинской являются практически немагнитными.

Магнитное поле пород таннуольского комплекса зачастую не соответствует геологическому строению массива. Эта особенно заметно при сравнении со штокообразными телами бреньского комплекса, которые напротив, как правило,

отражаются концентрированными магнитными аномалиями, соизмеримыми с ними по конфигурации, размерам и интенсивности [Хомичев, 1992].

Одной из причин несоответствия магнитного поля геологическому строению массива являются широкие вариации в содержании ферромагнетиков и, соответственно, значительные изменения магнитных свойств одних и тех же пород (даже сближенных телах). Магнитные свойства пород и руд определяются вкрапленностью магнитных минералов и, в первую очередь, магнетита, реже титаномагнетита и пирротина, магнитные свойства других породообразующих и рудных минералов значительно ниже и не вносят существенного вклада в наблюдаемое магнитное поле.

Для Тарданского рудного узла в качестве эталонного объекта изученного различными геофизическими методами возможно рассматривать месторождение Тардан.

На месторождении Тардан над известняками и эффузивами кислого состава отмечаются спокойные магнитные поля интенсивностью от -100 до +200 гамм. Над скарновыми залежами с линзами магнетита выделяются аномалии от 1700 (ближе к диоритам) до 2100 гамм. Массив диоритов на контакте с которым расположено наиболее крупное рудное тело месторождения, характеризуется магнитным полем интенсивностью от 50 до 2000 гамм. Отдельные рудные тела по форме соответствуют магнитным аномалиям интенсивностью до 5610 гамм, на фоне довольно низких значений (500-700 гамм).

Опытные работы методом измерения потенциалов естественной поляризации показали свою эффективность при обнаружении двух рудных тел. Следует отметить, что на участке Соруглуг-Хем данный метод аномалий не выявил, хотя на участке отмечены скарны с обильной вкрапленностью халькопирита и магнетита. Исполнителями полевых геофизических работ отсутствие аномалий объяснено мощной зоной окисления и развитием очаговой вечной мерзлоты [Кильчичаков, 1977ф].

В последние годы стал активно применяться метод электротомографии ВП-2D [Клюкас, 2012ф]. Метод устанавливает распространение сульфидной минерализации, наличие которой фиксирует зоны гидротермальной и метасоматической проработки вмещающих пород, весьма благоприятные для концентрации промышленного золотого оруденения.

По электрическим сопротивлениям основные виды горных пород (известняки, мраморы, граниты, гранодиориты, скарны, различные порфиры), слагающие участки проведенных геофизических работ в неизменном виде являются высокоомными образованиями. На моделях по электросопротивлению, реже по поляризуемости, наблюдаются разрывные нарушения. Они выделяются в виде зон высоких градиентов поля, характерных резких смещений поля. Наиболее крупные разломы отмечаются резким понижением электросопротивления и сопровождаются зонами дробления, расланцевания и глинизации пород.

Электрическая поляризуемость пород, слагающих рудное поле месторождения, и не затронутых гидротермально-метасоматическими процессами, низкая – $0,1 \div 0,5\%$. В целом и сульфидизированные породы, слагающие рудные зоны Тарданского месторождения по сравнению с другими золоторудными районами также обладают низкой поляризуемостью – $0,5 \div 2,0\%$. Тем не менее, на фоне практически не поляризуемых вмещающих пород, они отчетливо выделяются. При этом участки пород с поляризуемостью $0,5-1,0\%$ можно рассматривать как зоны рассеянной сульфидизации. Они образуют своеобразные ореолы рассеяния около непосредственно зон сульфидной минерализации, слагающих рудные зоны. На моделях по поляризуемости отбились практически все поверхностные рудные зоны установленные к настоящему времени на месторождении. Это позволяет считать обоснованность выделения рудных зон по материалам электротомографии очень высокой. Помимо известных рудных зон выделен ряд объектов, которые также можно интерпретировать как рудные зоны не выходящие на дневную поверхность.

На моделях по электросопротивлению, реже по поляризуемости, наблюдаются разрывные нарушения. Они выделяются в виде зон высоких градиентов поля, характерных резких смещений поля. Наиболее крупные разломы отмечаются резким понижением электросопротивления и сопровождаются зонами дробления, расланцевания и глинизации пород.

3.7. Гидрогеологическая характеристика района работ

По лицензионной площади протекают реки Бурен, Бай-Сют и Копто, которые носят типичный горный характер. Они имеют смешанное питание с преобладанием снегового [Кальная, 2002ф]. Водные режимы соответствуют горным рекам: имеют затяжное весеннее половодье, обусловленное неодновременным таянием снега на разных высотах и выпадением дождей в этот период.

По результатам ранее выполненной работы на площади лицензии КЗЛ 00367 БР были выделены следующие основные водоносные горизонты:

1. *периодически водоносный четвертичный* криогенно-таликовый слой в элювиально-солифлюкционных, делювиально-солифлюкционных, делювиально-коллювиальных, элювиальных, солифлюкционных отложениях развит на площади островного распространения многолетнемерзлых пород. Встречает на склонах северной экспозиции и в днищах заболоченных логов (абсолютные отметки 1600-2000м). Водовмещающие породы представлены глыбами в виде развалов и россыпей со щебнем и дресвой пород различного состава, реже супесями и суглинками. Обводненность пород крайне не постоянна и зависит от сезонного колебания температуры воздуха, количества атмосферных осадков, регулирующих процесс оттаивания и промерзания. Мощность зоны оттаивания не превышает 2-3 м. Для вод слоя характерны рассредоточенные, нисходящие родники и мочажины, создающие заболоченность. Дебиты родников измеряются от 0,1 до 3 л/с. Воды слоя ультрапресные с минерализацией 0,03-0,1 г/дм³, очень мягкие с жесткостью 0,1-1,5 мг-экв, по химическому составу хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые, магниевые-кальциевые. По физическим свойствам это прозрачные, пресные воды без цвета, запаха и вкуса;

2. *безводный проницаемый голоценовый* техногенный горизонт развит на участках россыпных месторождений золота Бай-Сюта, Соруглуг-Хем и Хорлелиг. Мощность горизонта до 10м. Техногенные образования представляют собой отвалы высоток 1-2 до 5-7м, состоящие из переотложенного руслового аллювия – гравийно-галечниковых, валунно-галечниковых отложений с песчаным, супесчаным, суглинистым заполнителем. Отложения безводны, обладают поровым типом фильтрации. Коэффициент фильтрации изменяется от 3-5 м/сут, до 20 м/сут;

3. *водоносный верхнеплейстоценовый и голоценовый* аллювиальный криогенно-таликовый горизонт выделен в долинах р. Бай-Сют, Копто и возможно р. Соруглуг-Хем, в зоне островного распространения многолетнемерзлых пород. Горизонт выявлен по данным бурения при поисках россыпного золота. Водовмещающие породы валунно-галечными, гравийно-галечными отложениями с песчаным, супесчаным, реже глинистым заполнителем, песчано-илистыми отложениями. Мощность аллювиальных отложений изменяется от 3 до 38м, при преобладании мощность 5-15м. Мощность водоносного горизонта изменяется от 2 до 16 м. Мощность мерзлых пород в аллювиальных отложениях изменяется от 0,5 до 20,5 м.

4. *водоносный среднеплейстоценовый и голоценовый* аллювиальный горизонт приурочен к аллювию низкой и высокой пойм, первой, второй и третьей надпойменной террас. Отсутствие водоупоров, сходный литологический состав позволяют объединить в один горизонт отложения среднего и верхнего звена неоплейстоцена и голоцена. Водовмещающими породами являются валунно-галечные, галечные отложения с песчаным, гравийно-песчаным, супесчаным заполнителем, пески, супеси, суглинки,

илистые отложения. По условиям залегания воды поровые, безнапорные. Водообильность пород неравномерна;

5. *относительно водоносная силурийская зона* (Дерзигская свита) распространена в южной, юго-западных частях Тарданского рудного узла. Водовмещающими породами служат песчаники, алевролиты и гравелиты. Тип проницаемости пород - трещинный в зоне экзогенной трещиноватости и трещинно-жильный в зонах тектонических нарушений. Глубина залегания подземных вод зависит от положения в рельефе. В зонах тектонических нарушений пород воды могут иметь напоры. По физическим свойствам подземные воды прозрачные, без цвета, вкуса и запаха, с температурой 2-3°C. Воды ультрапресные и пресные с минерализацией от 0,03 г/дм³ до 0,3 г/дм³, от мягких до умеренно жестких с общей жесткостью 4,6-5,0 ммоль/дм³, со слабощелочной реакцией с рН от 7,8 до 8,4. По химическому составу преимущественно гидрокарбонатные, магниевые-кальциевые и кальциевые-магниевые, хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые.

6. *относительно водоносная (водоносная) среднекембрийская зона* плутонических пород (Таннуольский комплекс) имеет широкое распространение на площади рудного узла. Водовмещающими породами служат граниты, плагиограниты, тоналиты, кварцевые диориты, диориты, реже габбродиориты образующие единую гидродинамическую систему. Объединение различных образований в одну водоносную зону обусловлено единым для них трещинным типом проницаемости, развитым в зоне экзогенной трещиноватости и в зонах тектонических нарушений, а также близкими условиями питания, транзита и разгрузки. Вскрытая мощность относительно водоносной зоны составляет 197 м [Кальная, 2002ф]. Зона интенсивной трещиноватости отмечается до глубины 80 м. Резистивиметрией, проведенной в одной из скважин исследователями выявлен водоприток в скважину в интервале 147,0-148,5 м. Описываемое гидрогеологическое подразделение перекрыто аллювиальным водоносным горизонтом, с которым имеет тесную гидравлическую связь. Движение подземных вод направлено, в основном в долины р. Бай-Сют и Соруглуг-хем. Гидравлические уклоны изменяются от 0,04 до 0,13. Воды преимущественно безнапорные. Водообильность плутонических пород, согласно имеющимся данным, характеризуется удельными дебитами скважин от 0,001 л/с до 1,5 л/с. Коэффициенты фильтрации и водопроницаемости изменяются соответственно в пределах от 0,002 м/сут до 1,9 м/сут и от 0,1 до 150 м²/сут.

При проведении режимных наблюдений в скважинах на Тарданском золоторудном месторождении, годовая амплитуда уровней подземных вод изменяется от 0,52 м до 1,10 м. Глубина залегания уровней составила 23-37 м, абсолютные отметки 911-1014 м [Кильчичаков, 1971ф].

По физическим свойствам воды прозрачные, без цвета, вкуса, запаха, с температурой от (-2°C) до 12°C, преобладает 1-4°C. Воды ультрапресные, пресные.

7. *относительная водоносная верхнерифейская зона* (туматтайгинская свита) развита преимущественно в западной части площади, а так же в небольшом количестве в южной и юго-восточных частях. Водовмещающие породы представлены эффузивами. В литологическом отношении это риолиты, их туфы дациты и реже андезиты. Зона залегает, в основном, первой от поверхности, и образует водоразделы с абсолютными отметками до 1820,1 м. Фильтрационные свойства пород в целом низкие. По типу проницаемости воды трещинные, преимущественно безнапорные, могут иметь напоры, обусловленные прослоями монолитных, практически водоупорных пород.

По физическим свойствам подземные воды прозрачные, без цвета, вкуса и запаха, с температурой 0-10°C, преимущественно 2-3°C. По химическому составу преимущественно гидрокарбонатные кальциевые-магниевые и магниевые-кальциевые.

8. *относительно водоупорная верхнерифейская зона* (Охемская свита) приурочена к зоне Каа-Хемского офиолитового пояса. Водовмещающие породы представлены метаморфическими сланцами, метаалевролитами, метапесчаниками,

метабазальтами с прослоями и линзами мраморизованных известняков. Степень метаморфизма в фации зеленых сланцев обуславливает развитие трещинного типа их проницаемости. Подземные воды трещинного типа приурочены, главным образом, к зоне интенсивной трещиноватости, трещинно-жильного типа – к зонам тектонических нарушений. Воды безнапорные и напорные. Напоры обусловлены наличием многолетнемерзлых пород, глинистых прослоев, а так же могут возникать в тектонических зонах. Глубина залегания подземных вод зависит от положения в рельефе.

По физическим свойствам воды прозрачные, без цвета, вкуса, запаха, с температурой 1-3°C. Воды ультрапресные и пресные с минерализацией 0,03-0,5 г/дм³, очень мягкие, мягкие и умеренно жесткие с общей жесткостью 0,2-6,0 ммоль/дм³, рН изменяется от 5 до 8,9. По химическому составу воды гидрокарбонатные, магниевые-кальциевые и натриево-кальциевые, хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые и кальциево-магниевые.

3.8. Геологическое строение участка Правобережный

Геологическая структура построена осадочно-вулканогенными отложениями туматтайгинской и вадибалинской свит, магматитами таннуольского комплекса и ассоциирующими метасоматитами, рассекаемыми разрывными нарушениями. Для данной площади характерно развитие четвертичных делювиальных отложений мощностью 2-4 м и залесенность, что затрудняет расшифровку геологической структуры.

В геологическом строении участка составляют вулканиты туматтайгинской свиты (на западе), которые сменяются в центральной части известняками вадибалинской свиты и диоритами второй фазы таннуольского комплекса. На севере и северо-востоке данные формации перекрываются четвертичными аллювиальными отложениями. Общее падение стратифицированных толщ туматтайгинской и вадибалинской свит – север, северо-восток, восток под углами 30-60°.

Диориты представлены мезократовыми и меланократовыми разностями, часто припилитизированы (серпентинизация, хлоритизация, карбонатизация) вплоть до образования собственно пропилитов, окварцованы, содержат кварц-карбонатные, кварцевые прожилки. Скарны представлены пироксеновыми, гранат-пироксеновыми, магнетитовыми разностями с широким развитием продуктов их изменения более поздними процессами (амфиболизация, серпентинизация, карбонатизация, окварцевание). Апокарбонатные метасоматиты представлены измененными (скарнированными) известняками, доломитистыми известняками и доломитами. Метасоматические изменения в них выражены в серпентинизации, развитии эпидота, окварцевании, сульфидизации, гематитизации, участками проявлены гранат и пироксен.

3.9. Вещественный состав руд

Вещественный состав вмещающих пород изучался непрерывно в ходе разведочных работ.

В строении месторождения принимают участие кальцитовые и доломитовые мраморы, ороговикованные туфопесчаники и туфоалевролиты, кварцевые диориты и гранодиориты. Рудовмещающими являются магнезиальные и известковые скарны, при чем последние резко преобладают. Описания шлифов и результаты определения минералов под электронным микроскопом помещены в приложениях к отчету.

Для диагностики рудных минералов и описания их взаимоотношений в аншлифах применялись методы текстурно-структурного анализа в отраженном свете с

использованием универсальных поляризационных микроскопов OLYMPUS BX51 и Carl Zeiss AxioScope. Фотографирование аншлифов выполнено камерой Canon EOS 650D, установленной на поляризационный микроскоп Carl Zeiss AxioScope. Изучение минералов в зернах проводилось методом сканирующей электронной микроскопии на электронном микроскопе JSM 6510 LV в режиме вторичных электронов (SE) для съемки рельефа поверхности и морфологии минералов, а также в режиме обратно рассеянных электронов (BSE) для выполнения рентгеноспектрального микрозондового полуколичественного химического анализа их состава. В процессе проведения количественного химического анализа по эталонам применена программа INCA Energy 300. Все эти прецизионные аналитические работы выполнены в лаборатории рентгеноспектральных методов анализа ИГМ СО РАН, аналитик М.В. Хлестов.

Основной формой нахождения золота и серебра в технологической пробе является самородное состояние. Минералы золота и серебра установлены в аншлифах и зернах тяжелого концентрата технологической пробы. Золотосеребряная минерализация месторождения включает следующие минеральные виды (номенклатура по международным базам минералогических данных и классификации В.И. Зеленова, 1989):

- Самородное золото Au;
- Ютенбогардит Ag_3AuS_2 ;
- Акантит Ag_2S ;
- Гессит Ag_2Te .

Золотосеребряные сплавы представлены самородным золотом (Au 77.46-87.61 мас.%), которое преобладает среди всех минералов золота и серебра. Морфология золота изометричная, объемная дендритная, чешуйчатая и неправильной формы. Среди мелких золотинок (5-10 мкм) преобладают уплощенные изогнутые чешуйки. Более крупные золотины имеют, как правило, изометричную и дендритную морфологию. В аншлифах установлено, что мелкое чешуйчатое золото встречается в виде самостоятельной вкрапленности во вмещающих породах. (рис. 3.5, 3.6).

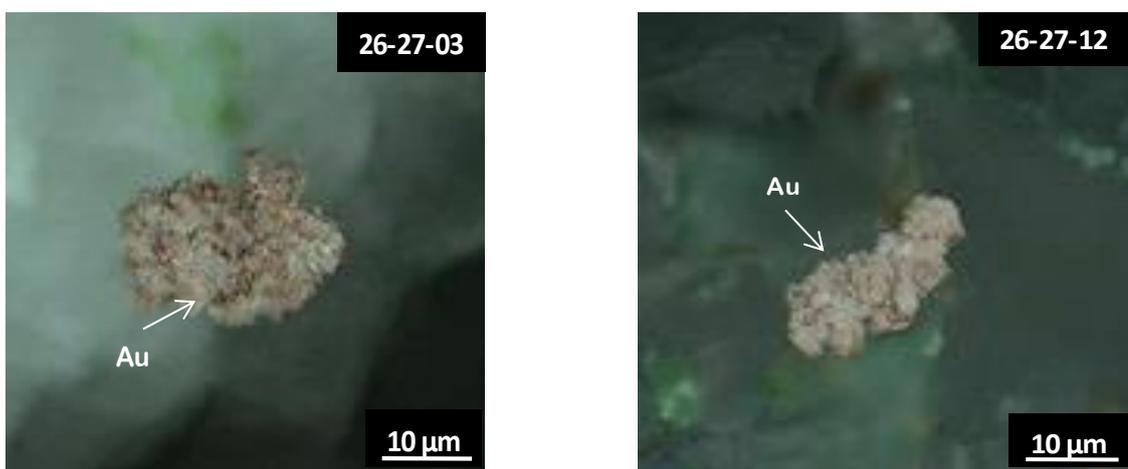


Рис. 3.5. Вкрапленность чешуйчатого золота в скарноидах. Поляризационный микроскоп, отраженный свет, николи ||.

Более крупное золото находится в сростаниях с халькоборнитами (рис. 4-6), реже с халькопиритами. Частота встречаемости золотинок разного размера в тяжелом концентрате технологической пробы показана в таблице 3.3, из которой следует, что в концентрате преобладает мелкое золото (81,2% фракции 0,1-0,08 мм).

Таблица 3.1. Распределение золотин по крупности в тяжелом концентрате

Размер фракции, мм	Количество золотин	Содержание, %
0,25-0,1	28	18,8
0,1-0,08	121	81,2

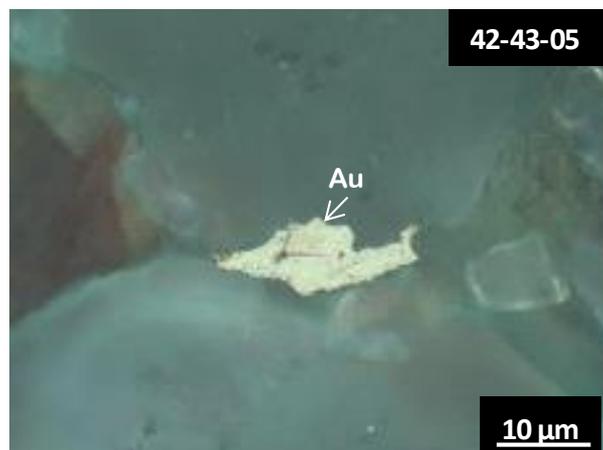


Рис. 3.6. Вкрапленность чешуйчатого золота в окварцованных метасоматитах. Поляризационный микроскоп, отраженный свет, николи ||.

Морфология крупных золотин представлена на рисунках 3.7-3.9, где видно, что золото имеет форму объемных дендритов, которая, видимо, повторяет очертания трещин, из которых выпало золото в процессе дробления пород.

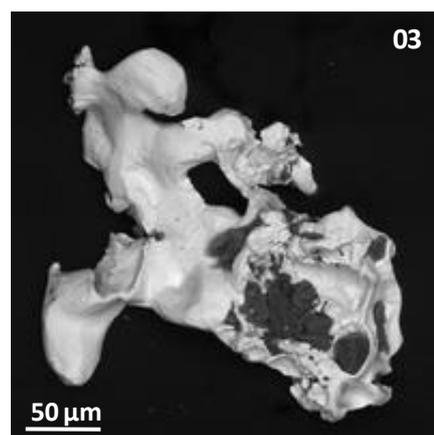
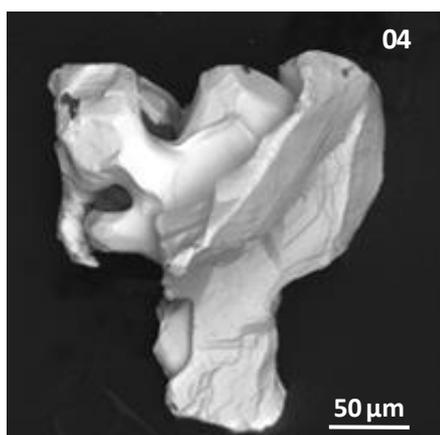


Рис. 3.7. Дендритная морфология золотин. Зерна на электропроводящей ленте, сканирующий электронный микроскоп, съемка во вторичных электронах (SE).

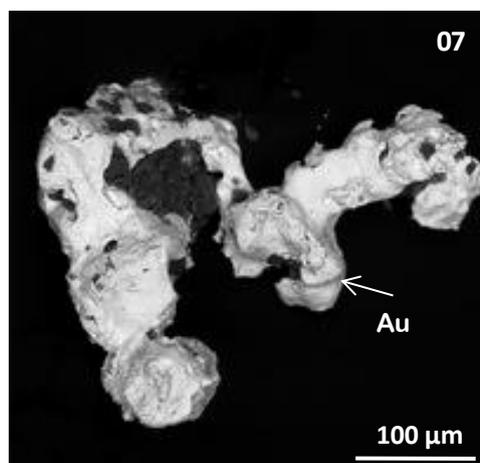
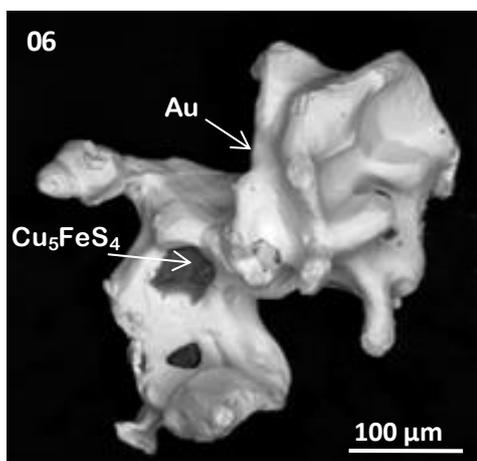


Рис. 3.8. Дендритная морфология золотин. Зерна из полированной шашки. Сканирующий электронный микроскоп, съемка в обратно-рассеянных электронах (BSE).

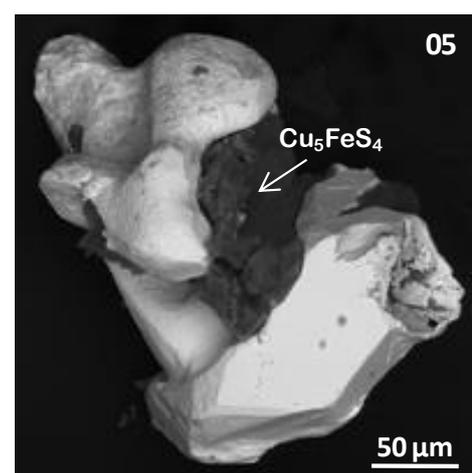
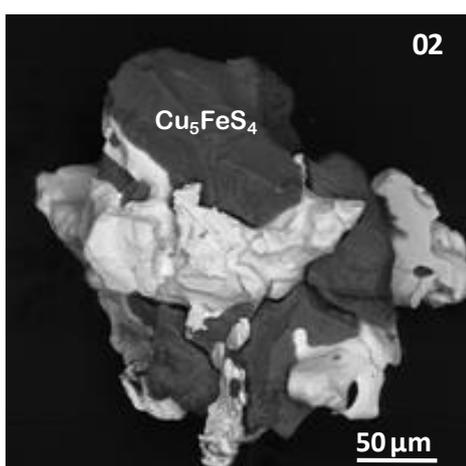


Рис. 3.9. Дендритная морфология золотин. Срастания золота с борнитом. Зерна из полированной шашки. Сканирующий электронный микроскоп, съемка в обратно-рассеянных электронах (BSE).

Золото образует срастания с борнитом, халькопиритом, висмутином, хризокolloй, гранатом ряда, а также содержит включения борнита, халькопирита, блеклой руды, тенорита, пирита, клинопироксена, хризокolloй с акантитом Ag_2S и ютенбогардитом Ag_3AuS_2 . Срастания золота с перечисленными выше минералами показаны на рисунках 3.10-3.11. Включения в золоте представлены на рисунках 3.12-3.13.

Состав золота, установленный методом сканирующей электронной микроскопии, показан в таблице 12. Во всех анализах Au преобладает над Ag. Отношение Au/Ag изменяется от 3.44 до 7.07, в среднем составляя 4.68. Пробность золота варьирует в интервале 863-928, средняя пробность золота по изученным зернам составляет 893. Никаких примесей в золоте не установлено. В целом, золото имеет стабильный выдержанный состав и является высокопробным.

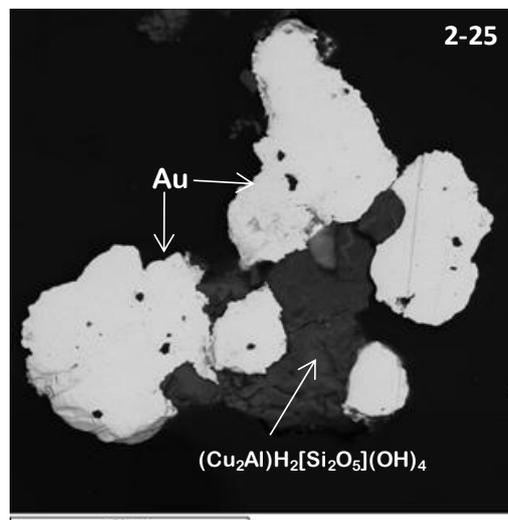
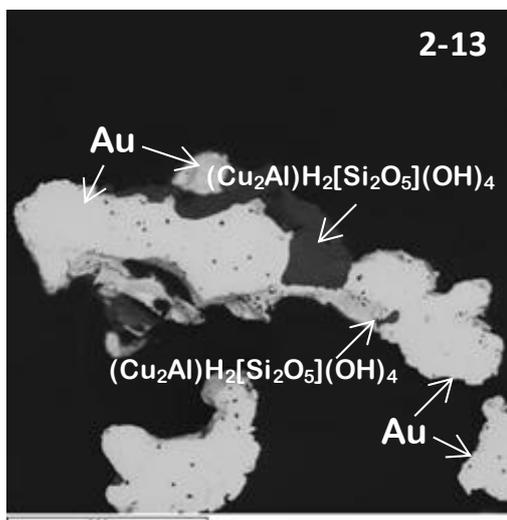
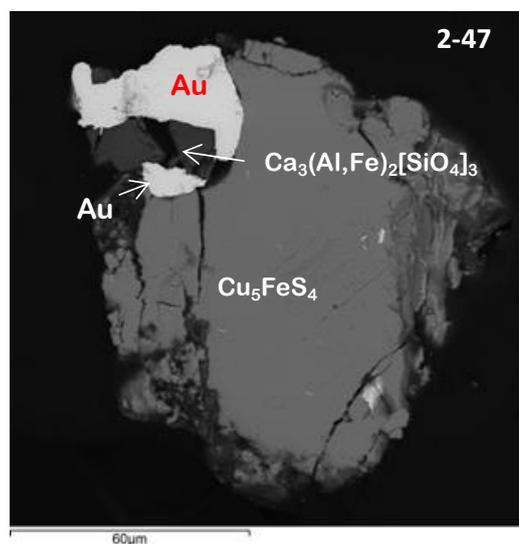
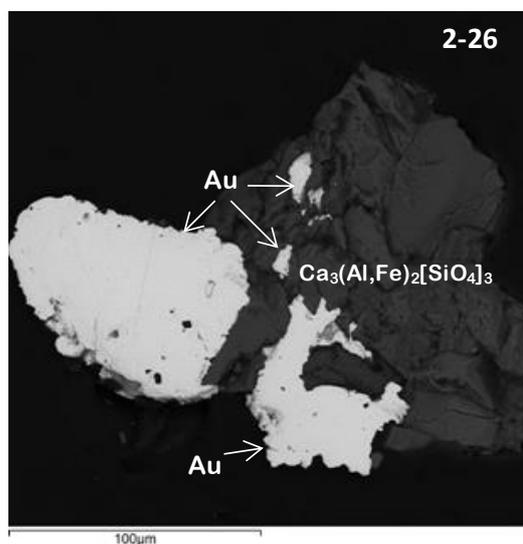


Рис. 3.10. Самородное золото в сростании с хризokolлой $(\text{Cu}_2\text{Al})\text{H}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$. Зерна из полированной шашки. Сканирующий электронный микроскоп, съемка в обратно-рассеянных электронах (BSE).



а

б

Рис. 3.11. Сростания золота с гранатом $\text{Ca}_3(\text{Al,Fe})_2[\text{SiO}_4]_3$ и борнитом Cu_5FeS_4 . Зерна из полированной шашки. Сканирующий электронный микроскоп, съемка в обратно-рассеянных электронах (BSE).

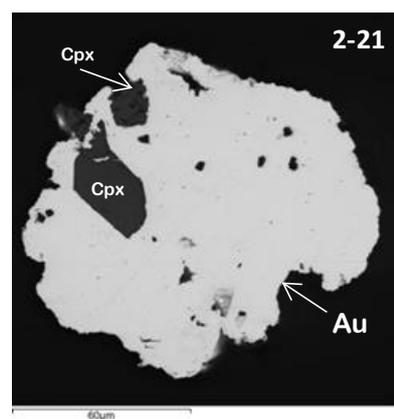
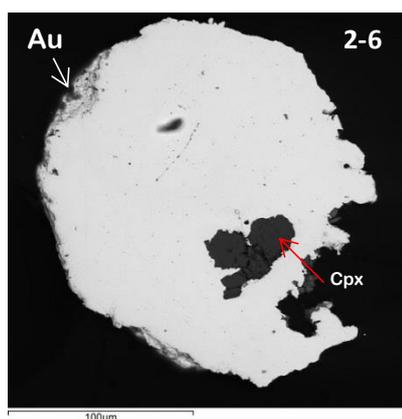


Рис. 3.12. Зерна из полированной шашки. Сканирующий электронный микроскоп, съемка в обратно-рассеянных электронах (BSE).

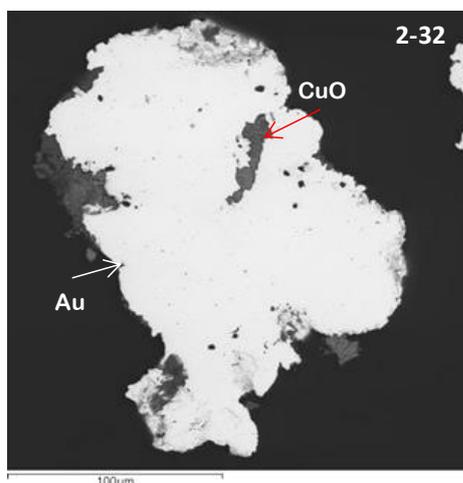


Рис. 3.13. Включение тенорита CuO в золоте. Зерно из полированной шашки. Сканирующий электронный микроскоп, съемка в обратно-рассеянных электронах (BSE).

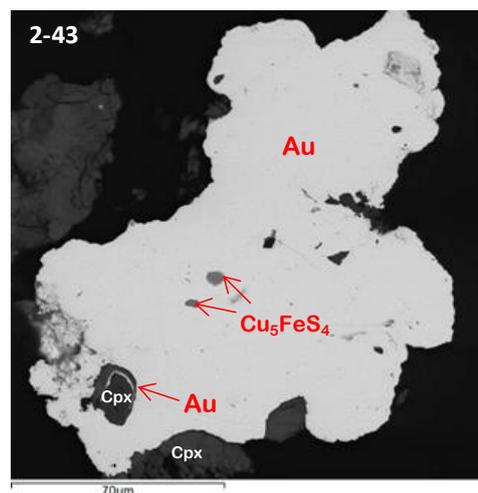
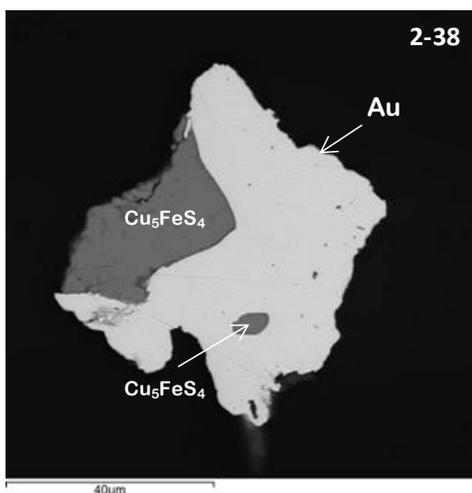


Рис. 3.14. Включения борнита Cu_5FeS_4 в золоте. Зерна из полированной шашки. Сканирующий электронный микроскоп, съемка в обратно-рассеянных электронах (BSE).

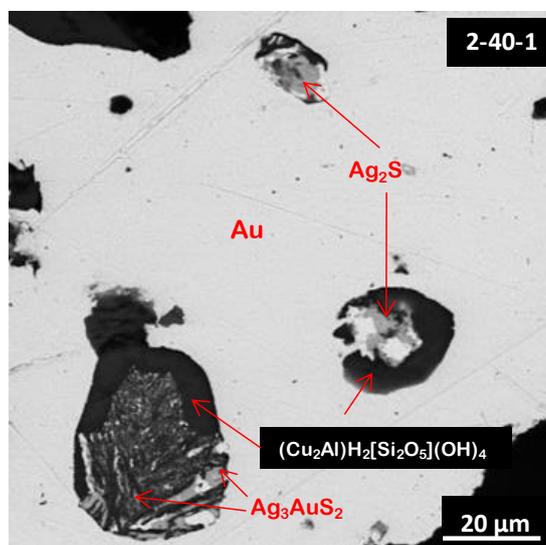
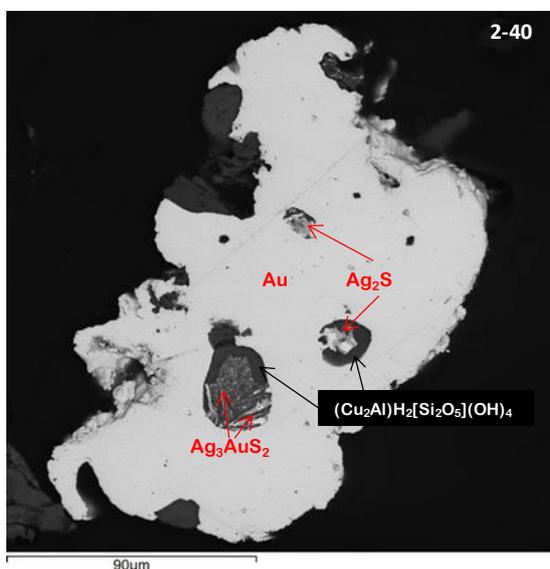


Рис. 3.15. Включения акантита Ag_2S и ютенбогардита Ag_3AuS_2 с хризокolloй $(\text{Cu}_2\text{Al})\text{H}_2[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$ в золоте. Зерно из полированной шашки. Сканирующий электронный микроскоп, съемка в обратно-рассеянных электронах (BSE).

Таблица 3.2. Состав золотосеребряных сплавов по данным сканирующей электронной микроскопии (мас.%)

	Ag	Au	Сумма	Au/Ag	пробность Au
1-3	12.39	87.61	100	7.07	928
1-4	17.34	82.66	100	4.77	897
1-10	14.06	85.94	100	6.11	918
	20.41	79.59	100	3.90	877
	18.69	81.31	100	4.35	889
2-5	19.05	80.95	100	4.25	886
2-6	14.02	85.98	100	6.13	918
	18.26	81.74	100	4.48	891
2-21	16.48	83.52	100	5.07	903
2-25	18.09	81.91	100	4.53	892
	17.03	82.97	100	4.87	899
	19.73	80.27	100	4.07	882
2-26	18.39	81.61	100	4.44	890
	20.53	79.47	100	3.87	876
2-32	16.91	83.09	100	4.91	900
2-34	22.54	77.46	100	3.44	863
2-38	20.68	79.32	100	3.84	875
2-40	19.51	80.49	100	4.13	883
2-47	17.55	82.45	100	4.70	896
Средние значения				4.68	893

Сульфиды золота и серебра ютенбогардит Ag_3AuS_2 и акантит Ag_2S обнаружены в виде включений в одной золотине из тяжелого концентрата (рис. 3.15). В сростании с ютенбогардитом и акантитом встречается хризоколла. Акантит слагает внешние каймы и зоны в золоте из стенок включений. Ютенбогардит образует тонкие графические сростания с золотом в хризоколле. Составы сульфидов золота и серебра показаны в таблице 3.5. Составы минералов близки к стехиометрическим, каких-либо примесей не обнаружено.

Таблица 3.5. Состав сульфидов золота и серебра по данным сканирующей электронной микроскопии (мас.%)

		S	Ag	Au	Сумма
2-40	Акантит Ag_2S	9.74	82.08	7.29	100
	Акантит Ag_2S	9.04	84.09	6.87	100
	Ютенбогардит Ag_3AuS_2	9.84	67.89	22.26	100

Гессит Ag_2Te обнаружен в виде включений в единственном зерне борнита из тяжелого концентрата (рис. 3.16). Борнит находится в сростании с гранатом гроссуляр-андрадитового ряда. Кроме гессита, в борните встречены включения клинопироксена.

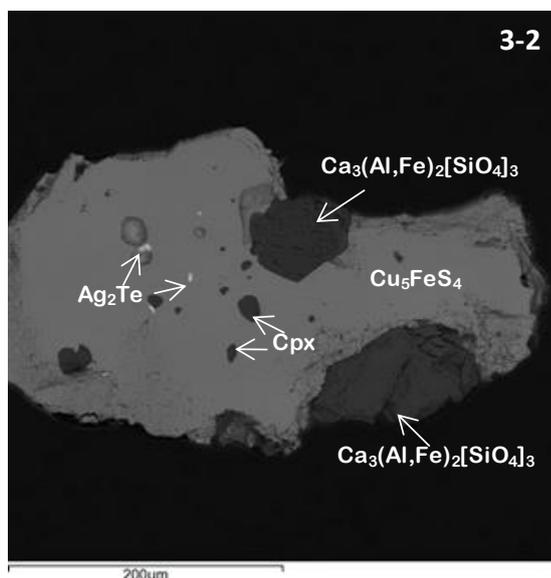


Рис. 3.16. Включения гессита Ag_2Te в борните, который находится в срастании с гранатом рядаgrossуляр-андрадит $\text{Ca}_3(\text{Al,Fe})_2[\text{SiO}_4]_3$. Зерно из полированной шашки. Сканирующий электронный микроскоп, съемка в обратно-рассеянных электронах (BSE).

Состав гессита близок к идеальному стехиометрическому и показан в таблице 3.6.

Таблица 3.6. Состав гессита Ag_2Te по данным сканирующей электронной микроскопии (мас.%)

	Ag	Te	Сумма
3-2	61.44	36.56	100

Основные выводы полученные в результате изучения руд месторождения Правобережное:

1. Руды являются бедно вкрапленными, среднее содержание рудных минералов составляет 1%, достигая 15-18% в концентрате технологической пробы. Среди рудных минералов установлены борнит (5-10%), халькопирит (3-5%), ковеллин (1-2%), галенит (менее 1%), магнетит, гематит (1%) с лепидокрокитом (менее 1%), а также знаковые количества пирита, блеклой руды $\text{Cu}_{12}(\text{As,Sb})_4\text{S}_{13}$, тенорита CuO , висмутина и других минералов Bi и Te . Основные текстуры руд вкрапленная, пятнисто-вкрапленная.

2. Основным минералом сульфидных руд является борнит, представленный высокотемпературной изоморфной смесью халькоборнита. Халькоборниты обладают характерной микроструктурой распада твердого раствора в виде тонкой решетки халькопирита в борните. В халькоборнитах обнаружены каплевидные включения самородного золота.

3. Основной формой нахождения золота и серебра в рудах является самородное состояние. Преобладает мелкое чешуйчатое золото (81,2% фракции 0,1-0,08 мм). Среди золотосеребряных минералов установлены самородное золото (Au 77.46-87.61 мас.%), гессит Ag_2Te , ютенбогардит Ag_3AuS_2 и акантит Ag_2S . Морфология золота изометричная, дендритная и неправильной формы, реже уплощенная.

4. В целом, золото является высокопробным. Пробность золота варьирует в интервале 863-928, средняя пробность золота месторождения Правобережное по изученным зернам составляет 893. По данным сканирующей электронной микроскопии во

всех анализах Au преобладает над Ag. Отношение Au/Ag изменяется от 3.44 до 7.07, в среднем составляя 4.68.

4. ОБОСНОВАНИЕ ПОСТАНОВКИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ

Участок находится на правом берегу р. Соруглуг-Хем в его среднем течении, в 6 км от устья и в 9 км к северо-западу от Тарданского месторождения. Общая площадь участка 0,25 км². Особенности геологического строения участка и его золотоносности в целом аналогичны таковым золото-скарновым объектам Тарданского рудного узла (Тардан, Барсучье, Копто, Соруглуг-Хем). Золотоносность участка выявлена в ходе геологосъемочных и поисковых работ [Токунов, 1970ф; Совлук, 2014ф].

Рудопроявление расположено вдоль юго-западного контакта Копто-Байсютского массива с карбонатными отложениями вадибалинской свиты. К этому же контакту приурочено проявление Соруглуг-Хем к северо-западу и месторождение Тардан к юго-востоку от Правобережного.

В 1968-1970 гг. на участке проводились поисковые работы на золото [Токунов, 1970ф]. На участке в 1967-1968 гг. было проведено шлиховое опробование рыхлых отложений, проходка и опробование канав и шурфов (Граф. 2). Выделено 3 протяженные скарновые залежи в северной, западной и юго-восточной частях. Строение залежей в целом аналогично таковым золото-скарновым объектам Тарданского рудного узла и выражается зональностью от эндоконтакта к экзоконтакту: диориты - пропилитизированные диориты и пропилиты – скарны, включая магнетитовые, измененные скарны – апокарбонатные метасоматиты – гематитизированные мраморизованные известняки и доломиты – известняки и доломиты.

В 2012-2014 гг. на участке литогеохимическими поисками по вторичным ореолам рассеивания по сети 50x50 м выделены контрастные аномалии золота, сопровождаемые положительными аномалиями меди, мышьяка, свинца и цинка. Прогнозные ресурсы категории Р₃, оцененные по данным геохимических работ, составляют 3,3 т золота [Совлук, 2014].

В 2013-2014 гг. при проведении ГРП были расчищены и опробованы канавы, пройденные ранее (Граф. 2) с расстоянием 70 м между канавами. Общий объем работ составил 681 п.м. Канавы ориентированы в северо-восточном направлении. Анализ бороздовых проб выявил несколько интервалов золоторудной минерализации (в канавах 9100 и 9101), увязываемых между собой в виде субмеридиональной структуры. Всего в северной части участка в канаве 9100 выделено 3 интервала золоторудной минерализации: 1) 7,7-34 м протяженностью 31,3 м со средним содержанием золота 5,83 г/т (бнз усечения ураганных проб), 2) 53-57 м протяженностью 4 м со средним содержанием 0,43 г/т золота и 3) 74,5-85 м протяженностью 10,5 м со средним содержанием золота - 1,69 г/т.

В южной части участка по канаве 9101 также выявлено 3 интервала: 1) 4-56 м протяженностью 52 м со средним содержанием золота 5,83 г/т, 2) 61-67,7 м протяженностью 6,7 м со средним содержанием 0,81 г/т и 3) 81-83 м со средним содержанием 6,72 г/т. Рудные интервалы залегают в скарнах и метасоматитах с развитием сульфидной минерализации. Вскрытое рудное тело характеризуется субмеридиональным простиранием и прослеживается по двум канавам (9100 и 9101) на 120 м.

Золоторудная минерализация приурочена к пропилитам и пропилитизированным диоритам, скарнам, апоскарновым метасоматитам, апокарбонатным (скарнированным) известнякам и доломитам. Для золотоносных разностей характерно наличие сульфидной минерализации (халькопирит и пирит) и продуктов окисления сульфидов (азурит, малахит, гидроокислы железа), нередко повышенное содержание магнетита (до 10 % и более) и гематита.

В 2014-2015 годах силами ООО «Тардан Голд» проведены разведочные работы центральной части участка с целью постановки запасов на государственный баланс и подготовки месторождения к промышленному освоению. Разработан регламент обогащения руд методом кучного выщелачивания. Выполнено ТЭО постоянных разведочных кондиций. В результате пересчета на государственный баланс поставлены

запасы месторождения по категориям C_2 , составившие 2500 кг золота при среднем содержании 2г/т

На участке предусматривается проведение разведочных работ с целью оконтуривания рудных тел, подсчёта запасов по категориям C_1 и C_2 и оценки промышленной значимости. Для решения поставленных задач будут применяться горные выработки, бурение скважин, опробование.

Предполагается, что в результате работ будут разведаны запасы категорий C_1 и C_2 в количестве 1200 кг золота при среднем содержании 3 г/т.

5. МЕТОДИКА И ОБЪЁМЫ РАБОТ

5.1. Геологическое задачи и методы их решения

К геологическим задачам проекта относятся: выявление промышленных рудных залежей, определение условий их залегания и параметров (размеры, глубина залегания, содержания золота, вещественный состав и технологические свойства руды, геологические условия эксплуатации). Конечной целью проектируемых работ является укрепление минерально-сырьевой базы предприятия.

Для выполнения поставленных геологических задач проектом предусмотрен комплекс работ, включающий проходку горных выработок, бурение геологоразведочных и гидрогеологических скважин, комплекс ГИС. Полевые работы будут сопровождаться топографо-геодезическими работами, геологической документацией, опробованием горных выработок и скважин, лабораторными и камеральными работами.

Опираясь на имеющиеся данные можно ожидать, что объекты прогнозируемого оруденения по особенностям морфологии рудных зон и тел, их параметрам и характеру распределения в них полезного компонента можно будет отнести к III группе сложности по классификации ГКЗ МПР России.

5.2. Организация работ

Работы по проекту будет проводить геологоразведочная партия ООО «Тардан Голд», базирующаяся на территории рудника «Тардан». Начало работ – III квартал 2015 года, окончание – IV квартал 2016 года. Геологические маршруты, площадные геофизические, буровые и горные работы будут проводиться в зимне-весеннее время года (начало декабря – начало июня).

Основная база для проведения работ - рудник Тардан, находящийся в южной части Тарданского рудного узла. Ближайший населенный пункт - пос. Кундустуг. Электроснабжение на площади работ имеется только на руднике и осуществляется через собственную ЛЭП.

Снабжение различными промышленными материалами будет осуществляется круглогодично через г. Кызыл, отстоящий от железнодорожной станции Минусинск на 415 км по асфальтированной дороге.

Доставка отряда ГРП на участок проведения работ будет производиться автотранспортом с вахтового посёлка Тардан. На площади приведения работ передвижение отряда осуществляется пешим способом. Категория проходимости по маршрутам – 10, на подходе – 8.

Связь с рудником Тардан, будет осуществляться с помощью радиостанций и спутниковой телефонной связи.

Все аналитические работы будет проводить лаборатория ООО «Тардан Голд».

5.3. Подготовительные работы и проектирование

К подготовительным работам относятся: сбор и систематизация фондовых и архивных материалов по району и объекту работ, подготовка необходимого оборудования, найм рабочего персонала. Были проанализированы данные об эффективности проведенных геофизических, буровых и горных работ. Результаты анализа изложены в отчете о результатах геологоразведочных работ в пределах Тарданского рудного узла [Совлук, 2014ф]. Опыт и рекомендации по ведению ГРП использованы при проектировании основных видов работ в настоящем проекте. По результатам подготовительного периода уточнены основные геологические задачи и выполнено геологическое обоснование видов работ. Определены сроки их выполнения. Проектные работы выполнены силами ГРП ООО «Тардан Голд».

Проект составлен в соответствии с «Инструкцией по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы», с учетом Приказа МПР РФ № 470 от 28.10.2014 и других нормативных актов.

5.4. Полевые работы

5.4.1. Горные работы

Рудное тело участка было вскрыто двумя канавами (9100 и 9101) при производстве работ в предлах Тарданского РУ. Установленная достаточно сложная геологическая обстановка, неоднозначная интерпретация геологического строения и необходимость отбора валовой технологической пробы обуславливает необходимость проходки расчистки. Полотно расчистки будет опробовано бороздами, также расчистка послужит выработкой, из которой будет отобрана полупромышленная технологическая проба после установления контура рудного тела.

Геологический разрез рыхлых отложений на проектной площади, по имеющимся материалам, является резко изменчивым по глубине и строению. В основном разрез рыхлых отложений представлен суглинками и глинами с обломками и глыбами пород, мощность которых варьирует от 1,4 до 3,4 м. Процентное соотношение пород в геологическом разрезе приведено в таблице 5.1, распределение объемов работ в таблице 5.2.

Таблица 5.1

Процентное соотношение пород в разрезе рыхлых отложений

Краткая характеристика пород	Категория по ССН	Интервал слоя, м		Мощность слоя, м	Процентное соотношение в объеме
		от	до		
1	2	3	4	5	6
1. Почвенно-растительный слой с корнями деревьев толщиной до 30 мм, примесью дресвы, щебня	II	0,0	0,3	0,3	12
2. Глины тяжелые, суглинки с включением щебня до 20%, глыб до 10%, налипающие на инструмент	IV _н	0,3	1,1	0,8	32
3. Глинисто-щебнистые грунты с включением глыб размером более 300 мм в количестве до 30%	IV _{гл<30}	1,1	1,8	0,7	28
4. Глинисто-щебнистые грунты с включением глыб размером более 300 мм в количестве более 30%	IV _{гл>30}	1,8	2,3	0,5	20
5. Коренные породы: пропилиты, известняки, скарны	XII	2,3	2,5	0,2	8
Всего:				2,5	100

5.4.1.1. Механизированная проходка расчистки

Проектом предусматривается пройти расчистку таким образом, чтобы можно было одновременно решить следующие задачи: 1) обнажить всю поверхность тела и вмещающих пород; 2) создать возможность бороздового опробования в крест простирания рудного тела через 20 м; 3) создать возможность для отбора валовой пробы.

Для проходки расчисток будут использоваться имеющиеся у ООО Тардан Год бульдозер Komatsu-275 и экскаватор Hitacti-330 с обратной лопатой. Небольшая крутизна склонов в 5°-15° благоприятна для использования этой техники. Дороги на участке имеются. Ширина имеющихся дорог и развязок позволяет организовать беспрепятственное движение горной техники и самоходной буровой установки.

Горные работы планируется выполнять в следующей последовательности:

1) Разработка грунта бульдозером вдоль склона и вниз по склону с таким расчетом, чтобы образовалась площадка, где сможет свободно разместиться экскаватор, а ниже по склону образовался отвал, по которому может проходить бульдозер, экскаватор и буровая установка.

2) Разработка нагорных стенок расчистки экскаватором. При этом экскаватор выкладывает грунт на площадку вниз по склону за экскаватором или на уже образованный бульдозерный отвал. Периодически экскаватор выезжает от забоя. В это время бульдозер выталкивает экскаваторный отвал вниз по склону.

3) Расчистка верхней части тела экскаватором.

Технические характеристики экскаватора позволяют вести разработку грунта на высоту до 6,0 м – 8,0 м и на глубину до 6,0 м. Производительность экскаватора Hitacti-450 равна 600 м³/см. Производительность бульдозера Komatsu-275 равна 800 м³/см.

После «грубой» расчистки разведваемого рудного тела механизированным способом требуется ручная их «детальная» расчистка. Без этого невозможно задокументировать поверхность расчистки и отобрать бороздовые пробы. Ручная расчистка будет проводиться вдоль разведочных линий полосой шириной не менее 0,5 м. Длина ручной расчистки – 80 м, всего планируется провести добивку ручную вдоль 10 разведочных линий. Соответственно суммарная площадь ручной добивки составит 40 м².

По данным ручной расчистки канав в 2012-2014 гг. средняя мощность чехла рыхлых отложений – 2,5 м, рыхлых отложений, которые нужно снять после экскаваторной расчистки изменяется от 0,5 м до 0,05 м. В среднем – 0,20 м. Суммарная площадь планируемой ручной добивки расчистки - 40 м².

Общий объем механизированной расчистки равен:

$$V = 2,5 \text{ м} * 10\ 000 \text{ м}^2 = 25\ 000 \text{ м}^3.$$

Общий объем ручной добивки расчистки равен:

$$V = 0,2 \text{ м} * 40 \text{ м}^2 = 8 \text{ м}^3.$$

Распределение объемов проходки по категориям пород отображены в таблице 5.2. Угловые координаты расчистки приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.2

Распределение объемов проходки по категориям пород

Категория пород	Процентное соотношение в объеме	Объем работ, куб. м
II	15,81	3952,5
IV _н	37,10	9275,0
IV _{гл<30}	26,13	6532,5
IV _{гл>30}	15,48	3870,0
XII	5,48	1370,0
Всего:	100	25000

Таблица 5.3

Угловые координаты расчистки

№ точки	Координата X	Координата Y
1	54177	232864
2	54225	233059
3	54272	233048
4	54222	232854

5.4.1.2. Засыпка горных выработок

Засыпка расчистки предусматривается в связи с положением об охране природной среды.

Все пройденные в процессе геологоразведочных работ ручные выработки после опробования будут засыпаться механизированным способом при помощи экскаватора Hitachi 450 и бульдозера Komatsu 275 в летнее время года.

Канавы пройденные механизированным способом будут засыпаны бульдозером в летнее время. Объем засыпки горных выработок породами II и III-IV категорий соответствует общему объему механизированной проходки канав и их ручной добивки и составит 25 000 м³.

5.4.2. Буровые работы

В соответствии с геологическим заданием настоящим проектом на Лицензионной площади предусматривается бурение разведочных колонковых скважин, а также скважины для изучения инженерно-геологических и гидрогеологических условий эксплуатации месторождений.

Всего на начальном этапе планируется пробурить 41 разведочную колонковую скважину и 1 для изучения инженерно-геологических и гидрогеологических условий эксплуатации, так же отдельно выделены резервные объёмы для разведки рудного тела на глубину и на флангах, в случае, если будет получена их положительная оценка.

5.4.2.1. Колонковое бурение

Бурение колонковых скважин, как основной вид геологоразведочных работ при разведке месторождений, будет проводиться с целью уточнения параметров и морфологии рудных тел, определения границ распространения промышленного содержания золота на глубину.

В соответствии с целевым назначением бурение выполняется поэтапно:

1. 1-я очередь – бурение наклонных разведочных скважин для оконтуривания запасов категорий С₁ и С₂ по сети 40х40 м (азимут 279°, угол 45°);
2. 2-я очередь – сгущение сети до 20х20 м (азимут 279°, угол 45°) и бурение двух скважин «навстречу» с элементами (азимут 99°, угол 60°)
3. 3-я очередь – бурение гидрогеологических скважин.
4. 4-я очередь – прослеживание рудного тела на флангах, на глубину, разведка выявленных на глубине рудных тел.

Расчёт объёмов бурения приведен в таблице 5.4, сводный объём колонкового бурения представлен в таблице 5.5, усредненный разрез по колонковой скважине представлен в таблице 5.6.

Таблица 5.4

Расчёт объёмов бурения на участке Правобережный

№ РЛ	№ скважины	Координата Y	Координата X	Глубина, м	Зенитный угол, град	Азимутальный угол, град
160	ПБ-01	232872.028	54204.293	25	-45	279
	ПБ-02	232868.768	54224.023	40	-45	279
	ПБ-03	232865.639	54243.777	60	-45	279
180	ПБ-04	232890.858	54207.866	30	-45	279
	ПБ-05	232887.729	54227.62	50	-45	279
	ПБ-06	232884.601	54247.374	65	-45	279
	ПБ-07	232881.472	54267.128	80	-45	279
200	ПБ-08	232907.715	54229.966	45	-45	279
	ПБ-09	232904.586	54249.72	65	-45	279
	ПБ-10	232901.226	54270.256	80	-45	279
	ПБ-11	232898.097	54290.01	95	-45	279
220	ПБ-12	232929.653	54214.707	70	-75	99

	ПБ-13	232926.524	54234.461	40	-45	279
	ПБ-14	232923.396	54254.215	65	-45	279
	ПБ-15	232920.267	54273.969	80	-45	279
	ПБ-16	232917.138	54293.722	95	-45	279
240	ПБ-17	232946.31	54237.828	45	-45	279
	ПБ-18	232943.181	54257.582	70	-45	279
	ПБ-19	232940.021	54277.097	80	-45	279
	ПБ-20	232936.892	54296.851	95	-45	279
260	ПБ-21	232965.188	54241.229	40	-45	279
	ПБ-22	232962.06	54260.983	60	-45	279
	ПБ-23	232958.931	54280.737	75	-45	279
	ПБ-24	232955.802	54300.49	90	-45	279
280	ПБ-25	232988.382	54225.018	100	-75	99
	ПБ-26	232985.046	54244.885	45	-45	279
	ПБ-27	232981.917	54264.639	70	-45	279
	ПБ-28	232978.685	54283.865	90	-45	279
	ПБ-29	232975.556	54303.619	100	-45	279
300	ПБ-30	233004.273	54248.156	40	-45	279
	ПБ-31	233001.145	54267.91	65	-45	279
	ПБ-32	232998.016	54287.664	80	-45	279
	ПБ-33	232994.887	54307.417	100	-45	279
320	ПБ-34	233024.06	54251.471	40	-45	279
	ПБ-35	233020.931	54271.225	60	-45	279
	ПБ-36	233017.77	54290.792	75	-45	279
	ПБ-37	233014.641	54310.546	85	-45	279
340	ПБ-38	233042.941	54254.992	30	-45	279
	ПБ-39	233039.813	54274.746	50	-45	279
	ПБ-40	233036.684	54294.5	65	-45	279
	ПБ-41	233033.555	54314.253	85	-45	279
250	ИГ-01	232956	54240.1	100	-90	0
	Всего			2820		

Примечание: в резерв без привязки на местности выделено 1430п.м. бурения.

Буровые работы планируется проводить станком СКБ-5 с энергоснабжением от передвижной дизельной станции ДЭС-70. Основное бурение выполняется со съёмным кернаприемником типа ССК диаметром 96,0 мм (НҚ). Опираясь на опыт бурения 20,8 тыс. пог.м. колонковых скважин на Тарданском и Барсучьем месторождениях, для повышения скорости бурения скважины будут пройдены без крепления обсадными трубами. Расход промывочной жидкости в таком случае не является критическим, но происходит существенная экономия времени. Минимальный выход керна - 90% по каждому рейсу. Работы проводятся круглогодично. По окончанию бурения будет выполняться ликвидационный тампонаж.

Таблица 5.5

Сводные объемы колонкового бурения по объекту

Целевое назначение скважин	Погонные метры.	% от общего объёма
Разведочные скважины	3470	69,4
Гидрогеологическая	100	2
Всего	3570	71,4
Резервное бурение	1430	28,6
Всего с учётом резерва	5000	100

Таблица 5.6

Усредненный разрез колонковых скважин

Наименование пород	Интервал глубин	Длина инт., м	Категория	%	Объем, м
--------------------	-----------------	---------------	-----------	---	----------

Дресвяно-щебнистые отложения, цементированные суглинком	0-3	3	IV	3,0	150
Известняки не измененные	3-10	7	VII	7,0	350
Метасоматиты апокарбонатные	10-47	37	VIII	37,0	1850
Скарнированные известняки, скарноиды оруденелые мелкокристаллические гранат-пироксеновые	47-62	15	IX	15,0	750
Зона интенсивного скарнирования с сульфидной минерализацией	62-67	5	X	5,0	250
Пропилиты, скарны оруденелые мелкокристаллические гранат-пироксеновые	67-85	18	IX	18,0	900
Диориты, кварцевые диориты	85-100	15	VIII	15,0	750
Всего		100		100	5000

5.4.2.2. Техника и технология буровых работ

Проектом предусматривается сверху вниз поинтервальное опробование гидрогеологических скважин с концентрическим расположением труб по схеме «сверху вниз».

5.4.2.3. Конструкция скважины

Бурение разведочных скважин

Бурение разведочных скважин будет осуществляться без обсадки, диаметром 96 мм (НҚ) на всю глубину. В качестве промывочной жидкости будут использоваться полимерные растворы.

Бурение разведочных скважин проектируется с целью пересечения рудных тел на глубинах 20-100 м. Глубина скважин определяется из глубины оценки запасов, элементов залегания рудных тел, их мощности. С учетом вхождения в безрудные породы на 25 м, максимальная ожидаемая глубина скважин составит 120,0м, минимальная – 35 м, средняя 100 м (Рис. 5.1). Места заложения каждой скважины определены таким образом, чтобы рудные тела были прослежены по падению и по простиранию через 20 м. При осуществлении программы бурения планируется разить весь объём на четыре этапа:

1. Бурение скважин по сети 40x40 м с целью определения направления падения и границ распространения на глубину рудного тела.
2. Сгущение сети до 20x20 м с целью определения морфологии и распределения золота в контурах рудных тел, прослеживания сплошности оруденения по простиранию.
3. Бурение инженерно-геологической и гидрогеологической скважины в центральной части рудного тела с целью установления соответствующих условий эксплуатации.
4. Разведка флангов, глубоких горизонтов, изолированных рудных тел, в случае получения положительных данных о распространении золоторудной минерализации за предполагаемым контуром рудного тела.

Всего на участке планируется пробурить 41 разведочную скважину по сети 20x20 суммарной глубиной 3470 м, 1 вертикальную инженерно-геологическую и гидрогеологическую скважину глубиной 100 м и зарезервировано 1430 п.м. для разведки рудных тел на флангах участка и глубину.

Буровые работы будут вестись по породам VII, VIII, IX, X категорий по буримости (таблица 5.7). Бурение будет осуществляться с применением алмазных коронок диаметра 96 мм (НҚ) на всю глубину, без обсадки.

Таблица 5.7

Распределение объемов бурения по категориям пород

Объем бурения по категориям пород, пог.м.					Итого
IV	VII	VIII	IX	X	
150	350	2600	1650	250	5000

Бурение скважин для изучения инженерно-геологических и гидрогеологических условий эксплуатации

Вертикальную скважину планируется пройти в центральной части участка. Проектом предусматривается глубина скважины 100 м. Бурение скважин осуществляется колонковым способом передвижной установкой типа СКБ-5 снарядами со съёмным керноприёмником ССК. Вскрытие водоносной зоны трещиноватости в районе проектных работ ожидается на глубине от 25 до 90 м от поверхности. Плановый выход керна не менее 90 %. Бурение ведётся с промывкой чистой водой. Для производства качественной откатки, необходимо зоны сильно трещиноватых пород перекрыть обсадными трубами. Проектом предусматривается обсадка скважины в интервале 0,0-6,0 м трубами диаметром 146 мм. Бурение под такие трубы ведётся твердосплавными коронками диаметром 151 мм.

С целью предупреждения загрязнения подземных вод и сохранения качества воды, конструкцией режимной скважины предусматривается цементирование кондуктора диаметром 146 мм и длиной 2,0 м.

Далее проходка скважины производится алмазными коронками диаметром 122,6 мм до проектной глубины. Распределение объёмом по категориям пород и диаметрам проходки приведены в таблице 5.8 и на рисунке 5.8.

Таблица 5.8

Распределение объемов бурения по категориям пород и диаметру бурения

Диаметр бурения	Объем бурения по категориям и условия проходки, пог.м.					Итого
	IV	VII	VIII	IX	X	
Гидрогеологическая скважина						
D-151 мм	3					3
D-122 мм		7	37	15	32	97
Итого	3	7	37	15	32	600

Промывка скважин

Промывка разведочных и гидрогеологических скважин будет производиться чистой водой. По опыту бурения колонковых скважин на 1 м скважины расходуется 0,5 м³ воды. На весь объем бурения водопотребление составит: 5000 м*0,5м³/м = 2500 м³. По проекту при бурении с водой будет использоваться вода через металлическую емкость V=5 м³, которая имеется в комплекте буровой установки. В емкость вода будет заводиться по временным водоводам самотеком. Источник воды – водотоки поблизости от мест бурения.

Поглощение буровой жидкости при бурении скважин возможно только в зонах трещиноватости. По опыту работ на площади рудного узла поглощение жидкости – невысокое и легко компенсируется регулярным подвозом чистой воды.

ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЙ НАРЯД НА БУРЕНИЕ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН
Тарданский рудный узел

Объем бурения - 11090 м
Средняя глубина скважин - 100 м
Количество скважин - 111
Угол наклона к горизонту - 60°
Буровой станок СКБ-5

Утверждаю:
Ведущий геолог
ООО "Тардан Голд"

“ “ _____ 2014 г.

Глубина контакта, м	Геологическая колонка	Краткое описание пород	Категория	Выход керна, %	Конструкция скважины	Способ бурения	Тип колонковой трубы	Вид промывочной жидкости	Примечания
3		Щебнисто-глинистые отл.	IV	Не менее 90%	96,0 мм	Колонковое алмазное		Полимерный раствор	
10		Известняки не измененные	VII						
47		Метасоматиты апокарбонатные	VIII						
62		Скарнированные известняки, скарноиды оруденелые мелкокристаллические пироксеновые, на отдельных интервалах интенсивно передробленные	IX						
67		Зона интенсивного скарнирования, дробления, с сульфидами и Au	X						
85		Пропилиты, скарны оруденелые мелкокристаллические пироксен-гранатовые	IX						
100		Диориты, кварцевые диориты слабо пропилизированные и неизменные	VIII						

Рис. 5.17. Геолого-технический наряд бурения разведочных скважин

ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЙ НАРЯД НА БУРЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН
Тарданский рудный узел

Объем бурения - 600 м
Средняя глубина скважин - 100 м
Количество скважин - 6
Угол наклона к горизонту - 90°
Буровой станок СКБ-5

Утверждаю:
Ведущий геолог
ООО "Тардан Голд"

" " _____ 2014 г.

Глубина контакта, м	Геологическая колонка	Краткое описание пород	Категория	Выход керна, %	Конструкция скважины	Способ бурения	Тип колонковой трубы	Вид промывочной жидкости	Примечания
3		Щебнисто-глинистые отл.	IV	Не менее 90%	151,0 мм	Колонковое алмазное		Техническая вода	
		Известняки не измененные	VII		146,0 мм				
10		Метасоматиты апокарбонатные	VIII						
47		Скарнированные известняки, скарноиды оруденелые мелкокристаллические пироксеновые, на отдельных интервалах интенсивно передробленные	IX		122,6 мм				
62		Зона интенсивного скарнирования, дробления, с сульфидами и Au	X						
67		Пропилиты, скарны оруденелые мелкокристаллические пироксен-гранатовые	IX						
85		Диориты, кварцевые диориты слабо пропилизированные и неизмененные	VIII						
100									

Рис. 5.18. Геолого-технический наряд бурения гидрогеологической скважины

5.4.2.3. Бурение алмазными коронками.

Тип породоразрушающего инструмента для бурения скважин выбирается в зависимости от способа бурения, поставленных задач и физико-механических свойств горных пород.

В качестве породоразрушающего инструмента проектируются алмазные коронки типа 01АЗ, 02И4, КАСК-4С, а также коронки типа NQSC10/3 12 ECF (диаметр бурения 96,1 мм, диаметр керна 63 мм) и NQSC10/3 12 ECF, NQKC(S++)/4 10 CF (диаметр бурения 76,6 мм, диаметр керна 47,6 мм). Для придания стволу скважины заданного диаметра и удержания керна при подъеме его на поверхность, применялись расширители-кернарватели типа РСА.

Расчёт параметров бурения для алмазной коронки NQ:

Осевая нагрузка на коронку:

$$G_o = \alpha \times G_y \times S, (1)$$

где α – коэффициент, учитывающий трещиноватость и абразивность пород; для монолитных, малоабразивных пород $\alpha = 1$, для трещиноватых и сильноабразивных $\alpha = 0,7-0,8$;

C_y – удельная нагрузка на 1 см² рабочей площади торца коронки, Н;

S – рабочая площадь торца алмазной коронки, см².

Рабочая площадь торца коронки S :

$$S = \beta \times (\pi/4) \times (D_n^2 - D_e^2), (2)$$

где β – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счёт промывочных каналов, для большинства алмазных коронок $\beta = 0,8$.

D_n и D_e – соответственно, наружный и внутренний диаметр коронки, см.

Расчёт количества промывочной жидкости, подаваемой на забой скважины, рассчитывается по формуле:

$$Q = k \times q_T \times D_n, \text{ л/мин}, (3)$$

где q_T – удельное количество подаваемой промывочной жидкости, л/мин на 1 см наружного диаметра D_n алмазной коронки; D_n – наружный диаметр коронки, см; k – коэффициент, учитывающий абразивность и трещиноватость горных пород; для монолитных и малоабразивных пород $k = 1$, для абразивных и сильноабразивных пород $k = 1,3-1,4$.

Расчёт параметров бурения для алмазной коронки NQ диаметром 96 мм.

Рабочая площадь торца коронки S определяется по формуле 2:

$$S = 0,8 \times (3,14/4) \times (9,3^2 - 7,6^2) = 21,60 \text{ (см}^2\text{)};$$

Осевая нагрузка на коронку рассчитывается по формуле 1:

$$C_y = 60-70 \text{ (кГс/см}^2\text{)},$$

$$G_o = 1 \times 60 \times 21,60 = 1296 \text{ (кГс)},$$

$$G_o = 1 \times 70 \times 21,60 = 1512 \text{ (кГс)},$$

Находим число оборотов коронки n :

$$D_c = (0,096 + 0,076)/2 = 0,08 \text{ (м)};$$

$$V_o = 3-4 \text{ (м/с)},$$

$$n = (20 \times 3) / 0,08 = 750 \text{ (об/мин)},$$

$$n = (20 \times 4) / 0,08 = 1000 \text{ (об/мин)},$$

Расчёт количества промывочной жидкости, подаваемой на забой скважины, рассчитывается по формуле 3:

$$q_T = 8-10 \text{ л/мин на 1 см,}$$

$$Q = 1,3 \times 8 \times 9,6 = 99,8 \text{ (л/мин),}$$

$$Q = 1,3 \times 10 \times 9,6 = 124,0 \text{ (л/мин).}$$

Расчёт параметров бурения для алмазной коронки NQ диаметром 76 мм.

$$S = 0,8 \times (3,14/4) \times (7,6^2 - 5,8^2) = 15,14 \text{ (см}^2\text{);}$$

$$C_y = 60-70 \text{ (кГс/см}^2\text{),}$$

$$G_o = 1 \times 60 \times 15,14 = 908 \text{ (кГс),}$$

$$G_o = 1 \times 70 \times 15,14 = 1059 \text{ (кГс),}$$

$$D_c = (0,076 + 0,058) / 2 = 0,06 \text{ (м);}$$

$$V_o = 3-4 \text{ (м/с),}$$

$$n = (20 \times 3) / 0,06 = 1000 \text{ (об/мин),}$$

$$n = (20 \times 4) / 0,06 = 1333 \text{ (об/мин),}$$

$$q_T = 8-10 \text{ л/мин на 1 см,}$$

$$Q = 1,3 \times 8 \times 7,6 = 79 \text{ (л/мин),}$$

$$Q = 1,3 \times 10 \times 7,6 = 98,8 \text{ (л/мин).}$$

5.2.2.3. Буровая установка.

Бурение скважин предусматривается проводить передвижными буровыми установками, смонтированными одним блоком, станкам СКБ-5с использованием съемного керноприемника типа ССК-76. Техническая характеристика приведена в таблице 5.9

Таблица 5.9

Техническая характеристика буровых станков СКБ-5

Параметры	Марка станков	
	СКБ-5	СКБ-5130
	Значения параметров	
<i>Привод</i>		
Тип	АД	АД
Мощность, кВт	30	37
<i>Лебедка</i>		
Тяговое усилие лебедки, максимальное, кН	40	44
Скорость навивки каната, м/с:		
max	3.28	4,71
min	0.74	0,77
Способ регулирования скорости вращения шпинделя	Дискр. 8 скор.	Дискр. . 12 скор.
<i>Вращатель</i>		
Крутящий момент, максимальный, кгс м	216	257
Частота вращения шпинделя, об/мин	122- 1505	126- 1513
Усилие подачи шпинделя, кН:		
вверх	88	88
вниз	66	66
Диаметр проходного отверстия шпинделя, мм	75	66

Длина хода подачи, мм	500	500
Количество гидропатронов	2	2
Автопрехват	есть	есть
Масса станка, кг	2400	2650

5.4.2.4. Буровой насос НБ-32.

Буровой насос НБ-32 обладает теоретическим максимумом производительности 594 л/мин и максимальным давлением 40 бар

Насос предназначенный для нагнетания промывочной жидкости в скважину при геологразведочном и структурно-поисковом бурении. Насос горизонтальный, двухцилиндровый, двойного действия. Подача (производительность) его изменяется путем смены цилиндрических втулок с диаметрами 80,90,100,110 мм. На гидравлическом блоке насоса устаовлен сферический компенсатор для выравнивания давления и подачи в его нагнетательной линии. Насос имеет различные исполнения: по расположению приводного шкива (с правой или левой стороны), по типу муфты включения (фрикционная или пневматическая).

Техническая характеристика

Производительность, м ³ /мин	294,384,486,594
Давление, МПа	40,32,26
Диаметр сменных втулок, мм	80,90,100,110
Длина хода поршня, мм	160
Число двойных ходов поршня в мин	105
Мощность электродвигателя, кВт	30
Габариты, мм	1860*740*1455
Масса (кг)	1040

5.4.2.5. Вспомогательные и сопутствующие работы

В состав вспомогательных и сопутствующих работ входят:

1. Крепления гидрогеологических скважин обсадными трубами;
2. Ликвидационный тампонаж;
3. Гидрогеологические исследования;

Крепление скважин обсадными трубами будет выполняться при проходке скважин по рыхлым четвертичным отложениям и по не связанным породам. Обсадка гидрогеологических скважин производится трубами ниппельного соединения диаметром 146 мм. Объем крепления составит 1 скв. х 6,0м = 6,0 м.

Затрубная цементация скважин предусматривается для кондукторов Ø 146 мм – 1 цементация. Для цементирования 6 метровой колонны труб диаметром Ø 146 мм с образованием 2 х метровой цементной пробки по опыту работ необходимо 0,052 м³ раствора.

Согласно п. 84 ССН-5 разбуривание цементных пробок соответствует бескерновому бурению по породам IV категории. Разбурка 4 пробок в скважинах по контуру карьеров производится шарошкой диаметром 132 мм.

Ликвидационный тампонаж скважин глинистым раствором предусматривается с целью охраны подземных вод участка и проводится во всех колонковых скважинах, включая гидрогеологическую. По завершении цикла наблюдений из гидрогеологической скважины необходимо извлечь обсадные трубы и провести ликвидационный тампонаж. Объем извлекаемых труб составит 1 скв x 6,0 м = 6,0 м.

Тампонаж будет осуществляться раствором глины. Для приготовления тампонажной глины планируется использовать глину делювиальных отложений, которые будут вскрыты при производстве ГРП. Тампонажный раствор будет приготовлен у каждой скважины вручную.

Гидрогеологические исследования в разведочных скважинах ограничиваются замером уровня воды в процессе бурения.

Замеры уровня воды предполагается проводить после каждого рейса в среднем через 3,0м:

600 м/ 3,0 м = 200 замеров.

Глубина измерения ориентировочно составит: 10-20м.

В гидрогеологических скважинах исследования проводятся с детальностью необходимой для решения вопросов проектирования добычного производства.

Работы будут выполнены по методикам, рекомендуемым действующими нормативными документами.

5.4.2.6. Монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки

В пределах участков работ планируется бурение 42 скважин, ожидается, что резервный объём может быть использован на бурение 15 скважин. Всего предполагается пробурить 57 скважин. Расстояние между скважинами в линии 20-40 м. Расстояние между линиями составляет 20-40 м. При монтажно-демонтажных работах перемещение буровой установки, смонтированной на полозьях, производится в среднем на расстояние менее 50 м. С учётом последовательности бурения перевозки буровой установки и необходимого оборудования составят 3 км (57 площадок с учётом пути перевозки).

Работы будут проводиться круглосуточно. Район относится к V температурной зоне с расчетным зимним периодом с 20 октября по 15 апреля (ССН-5, приложения 5, п.3в). Согласно календарного графика работ, 2 месяца будет производиться в зимний период, что составляет 80% от общего числа перевозок.

Расчет затрат времени на монтаж, демонтаж и перемещение (МДП) буровой установки приведен в таблице 5.10.

Таблица 5.10 Расчёт затрат времени на монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки

Вид работ по группам скважин	Объём работ, монтаж-дем.			Норма-тивный документ (ССН-5) ТабСтрГр	Норма времени на первый км., ст.-см.	Норма врем на послед.км, ст.-см.	Поправочный коэфф. (табл. 208)	Затраты времени, ст.-см, в том числе			
	Всего	В летнее время	В зимнее время					в летнее время	в зимнее время	Всего	
Монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки на расстояние до 1 км											
Разведочные, контрольные, детализационные и технологические	56	16	41	81	2	5	2,20	1,14	35,2	140,4	142,6

скважины с учетом резерва												
Гидро. и инженерно-геологические скважины	1	1		81	2	5	2,20			2,2		2,2
Всего:	57									37,4	140,4	144,8

5.4.3. Геологическая документация

В геологическом строение участков проектируемых работ принимают участие пестрые по составу и сложно дислоцированные породы рифея, венд-кембрия, имеющие в различной степени тектонически нарушенные контакты с интрузивными образованиями среднекембрийского возраста. Широким распространением пользуются метасоматические процессы с образованием известковых и магнезиальных скарнов, кальцифиров, эндоскарнов и аподиоритовых пропицитов. Золоторудные тела выделяются, по результатам опробования.

Объем работ составит:

1. - геологическая документация полотна расчистки без радиометрических исследований – 1600 пог.м (используется расчёт как для документации канав);
2. - геологическая документация керна колонковых скважин в специализированном помещении – 5000 пог.м.

По сложности геологического изучения (ССН-93, вып. 1, ч. 1, табл 2) образования района можно отнести к 4-6 категориям (4-30 %, 5-35 %, 6-35 %).

Для обеспечения современного технологического уровня обработки геологических данных настоящим проектом предусматриваются следующие принципы:

1. перед началом полевых работ проверить актуальность стандарта предприятия по документации горных выработок, керна буровых скважин;
2. обучить весь геологический персонал исполнению стандарта;
3. начиная с первых дней полевых работ пополнять имеющуюся у предприятия эталонную коллекцию пород;
4. всему геологическому персоналу вменить в обязанность изучение эталонной коллекции и применение знаний при геологической документации;
5. ежедневно геологи-документаторы пополняют электронную базу данных и отправляют ее на сервер геологической службы предприятия для обработки опытными специалистами. Последние обрабатывают геологическую информацию, формируют и пополняют графические материалы;

Объемы геологической документации по степени сложности геологического изучения приведены в табл. 5.11.

Таблица 5.11

Распределение объемов геологической документации по степени сложности геологического изучения

Вид геологической документации	Ед. изм.	Объем	Объем документации по категориям сложности		
			кат.4	кат.5	кат.6
Геологическая полотна расчистки	100 пог.м	8,0	2,4	2,8	2,8
Геологическая документация керна скважин	100 пог.м	50,0	15	17,5	17,5

5.4.3.1. Документация горных выработок

Настоящим проектом планируется документировать полотно расчистки вдоль разведочных линий через 20 м. Документация служит основой для отбора бороздовых проб. Расчистка вдоль разведочных линий добывается вручную полосами шириной не менее 0,5 м каждая. Документация будет вестись в журнале документации горных выработок по интервально в масштабе. Все элементы документации (характерные точки

геологических границ, контуры горных выработок, элементы морфологии полотна и стенок горных выработок) планируется привязывать инструментально по правилам ведения маркшейдерских работ и документации.

Все документируемые поверхности предусматривается фотографировать. Фотографии станут одним из элементов электронной базы геологических данных. Не реже 2-х раз в неделю геологи-документаторы будут заносить в электронную базу данных растровые копии журналов документации, цифровые фотографии, а также формировать кодифицированную версию документации. Полученная таким образом геологическая документация будет направляться на сервер геологической службы предприятия.

С периодичностью один раз в месяц, а при необходимости и чаще, ведущий и главный геологи предприятия будут осуществлять сличение первичной документации горных выработок с натурой. Результаты сличения будут оформляться актами. При наличии замечаний документация будет дополняться.

5.4.3.2. Документация керна

Весь керн буровой скважины документируется и зарисовывается, как правило, в специально отведенном помещении (кернаразборка), без изъятия и пробелов. В теплое сухое время документацию возможно осуществлять на площадке перед керноразборкой. Непосредственно на скважине геолог будет только знакомиться с керном, отслеживать и контролировать процесс бурения, осуществлять контрольные мероприятия. Керноразборка в настоящее время укомплектована необходимым инструментарием и принадлежностями (приспособление для фотодокументации, цифровой фотоаппарат, бинокулярная лупа, эталонная коллекция, камнерезный станок, чистая вода и пр.).

Перед зарисовкой керн тщательно промывается водой и осматривается на предмет соответствия интервалам бурения, правильности укладки, подписи ящиков и интервалов и фотографируется по ящикам. При необходимости, в ходе документации, делаются снимки отдельных участков керна.

В документации и зарисовке керна каждой скважины должны быть приведены следующие данные:

1. Наименование и номер скважины;
2. Масштаб зарисовки;
3. Азимутальный и зенитный магнитные углы заложения скважины;
4. Координаты устья скважины;
5. Поинтервальная зарисовка слагающих керн горных пород и руд, а также их описание;
6. Замеры элементов тектоники и текстуры горных пород и руд;
7. Интервалы отбора керновых проб и способ их отбора (распилком, расколом, пунктирной отбивкой сколков), а также их номера;
8. Результаты анализов проб (в чистой документации);
9. Дата и время начала зарисовки;
10. Должность, фамилия и подпись геолога, выполнившего зарисовку.

Электронная документация должна полностью повторять содержание бумажной документации. Она является составной частью геологической базы данных и хранится в соответствующей папке коренной директории на сервере предприятия.

5.4.4. Геофизические исследования в скважинах

Проектом предусматривается проведение инклинометрии разведочных скважин, в гидрогеологической – резистивметрии и расходомерии в двух режимах (статическом и динамическом). Работы будут выполняться в соответствии с «Технической инструкцией по проведению геофизических исследований в скважинах» и другими необходимыми нормативно-методическими материалами.

Инклинометрия будет выполняться инклинометрами Reflex Gyro E515 с шагом измерений 10 м в наклонных разведочных скважинах. Точность измерений для азимутальных и зенитных углов - $\pm 0,2^\circ$. Инклинометрия будет проводиться подрядной организацией, выполняющей бурение. Общий объем работ – 490 точек замеров.

Расходометрия и резистивметрия будут проводиться в целях выделения водоносных и водопоглощающих горизонтов и их гидродинамических параметров (коэффициент фильтрации, дебит, направление осевого потока). Согласно рекомендации ВСЕГИНГЕО глубина гидрогеологической скважины должна быть не менее, чем на 30 м ниже, чем предполагаемый уровень дна карьера. Это определяет бурение гидрогеологической скважины после основной части разведочных по факту получения информации о глубине распространения оруденения и оценки глубины карьера. Исходя из опыта отработки месторождений Тардан и Барсучье, глубина гидрогеологической скважины принята 100 м.

Расходометрия будет выполняться в гидрогеологической скважине для определения дебита подсеченных коллекторов. Применяемая аппаратура - каротажный расходомер РЭТС –2, шаг измерений – 10 м. В случае выявления водоносных коллекторов, для более точного определения их мощности, перед кровлей и подошвой, шаг наблюдений будет сгущаться до 1 – 0,5 м. Измерения будут выполняться в двух режимах: статическом и динамическом (методом налива). Данный вид работ будет выполняться подрядной организацией, выполняющей бурение. Кроме того, из скважины будет взята проба воды на химический анализ объемом 2 л.

Резистивметрия будет проводиться для выявления в разрезе водоотдающих или водопоглощающих горизонтов с оценкой скорости фильтрации подземных вод в них. Применяемая аппаратура - скважинный резистивметр типа РТ – 65. Измерения будут выполняться по штатной методике, предусматривающей искусственное изменение сопротивления бурового раствора за счет увеличения или уменьшения его естественной минерализации. Количество замеров - 6. Данный вид работ будет выполняться подрядной организацией, выполняющей бурение.

5.4.5. Опробование

При проведении разведочных работ предусматривается штуфное, бороздовое, керновое и технологическое опробование.

5.4.5.1. Штуфное опробование

Отбор штуфных проб будет производиться в процессе жокументации горных выработок. Проектом предусмотрен отбор штуфных проб в объеме 120 штук.

Размер штуфа не менее 9 см*7 см*5 см. Как минимум три взаимно перпендикулярные поверхности штуфа должны иметь свежий скол. В дальнейшем штуфы будут направлены в лабораторию для изучения физико-механических свойств и для пополнения эталонной геологической коллекции.

5.4.5.2. Бороздовое опробование

Бороздовый способ отбора проб обеспечивает высокую представительность опробования. Бороздовому опробованию подвергаются расчищенные вдоль разведочных линий участки. Принятое для условий Тарданского рудного узла сечение борозды - 10x5 см. По данным предыдущих работ средняя длина бороздовой пробы составила 1,0 м.

Опробование производится после геологической документации горной выработки. Различные по петрографическому составу горные породы не могут составлять одну пробу. Проба размещается на расчищенном полотне. Геолог, осуществляющий документацию горных выработок, размечает интервалы опробования и оси секционных бороздовых проб, устанавливает номера проб и заготавливает этикетки для каждой пробы. Горнорабочие –

пробоотборщики выпиливают пробы, упаковывают их в мешки и доставляют к месту пробоподготовки. Отбор проб осуществляется путем выпиливания из забоя алмазными пилами бруска горной породы или руды правильной формы. Отбойка породы осуществляется при помощи электроперфоратора, кайла, молотка и зубил.

Бороздовому опробованию будут подвергнуты 10 разведочных линий по полотну расчистки протяженностью порядка 80 м каждая. Общая протяженность – 800 п.м.

Средний теоретический вес пробы при объемной массе $3,1 \text{ г/см}^3$ составит 15,5 кг. Общий объем рядовых проб составит $800 \text{ м}/1,0 \text{ м} = 800$ проб.

Качество рядового бороздового опробования будет контролироваться отбором сопряжённых бороздовых проб сечением 5 см (контроль точности), в объёме не менее 5 %.

Объёмы рядового и контрольного бороздового опробования приведены в таблице 5.12.

Таблица 5.12

Расчет объемов бороздового опробования

Исходный объём расчисток, п. м	Категория пород	Объём рядового опробования		Объём контрольных проб	Общий объём опробования	
		%	п.м.		п.м.	проб
800	XII	30	240	12	252	252
	XIV	60	480	24	504	504
	XV	10	80	4	84	84
Итого:			800	40	840	840

5.4.5.3. Керновое опробование

Керновое опробование является наиболее информативным и достоверным способом получения количественной информации о геологическом строении глубоких горизонтов недр.

На стадии оценки и разведки, когда установлены основные закономерности распределения оруденения и рудные интервалы выделяются при документации, опробуются только эти интервалы и примыкающие к ним участки керна. Техногенные отложения (площадка под буровую скважину) не опробуются. Проектная суммарная мощность техногенных отложений по скважинам с диаметром бурения 96 мм – 168 п.м.

На любой стадии геологоразведочных работ к дополнительному опробованию хранящегося в кернохранилище керна можно вернуться.

Диаметр керна 63,5 мм (НҚ). Длина проб, с учетом геологических особенностей разреза, длины рейса и выхода керна будет колебаться от 0,5 до 1,5, составляя в среднем 1,0 м. При среднем выходе керна равном 97 %, общий объем рядового опробования составит $(4900 - 165) \text{ м} \times 97 \% = 4593$ п.м. Исходя из общего объема опробования и средней длины пробы, количество рядовых керновых проб составит 4593 шт. В пробу будет отбираться половинки керна, полученные при распиловании интервала на кернорезном станке.

Теоретический вес одной пробы длиной 1,0 м при диаметре керна 63,5 мм при выходе керна 97 %, среднем объемном весе $3,1 \text{ г/см}^3$, составит 4,5 кг. При расчете учтены потери за счет пропила.

Распределение объемов кернового опробования по категориям пород для каждого участка приведены в таблице 5.13 (в расчёты не включены техногенные отложения и почвенно-растительный слой, а также гидрогеологическая скважина).

Таблица 5.13

Расчёт объемов кернового опробования

Объём бурения по коренным породам		Объём кернового опробования, п.м (выход керна 97 %)	Количество проб, шт (ср. длина пробы 1,0 м)
Разведочные скважины			
	VII	343	332,7
	VIII	2548	2471,6
	IX	1617	1568,5
	X	245	237,6
Всего по проекту:	4753	4610,4	4612

5.4.5.4. Технологическое опробование

Настоящим проектом предусматривается уточнение технологических свойств руд с целью подтверждения возможности применения схемы переработки, используемой на месторождении «Тардан». Для этого предусматривается отбор полупромышленной пробы массой 200 т из расчистки. Технологическая проба будет отбираться задирковым способом по следующей технологии:

1. По результатам документации и анализа бороздовых и крновых проб определяются контуры рудного тела на поверхности расчистки и выбирается участок отбора пробы;
2. Маркшейдерской службой рудника участок маркируется;
3. Участок зачищается с помощью бульдозера и вручную;
4. Бульдозером поверхность участка разрыхляется с помощью рыхлителя под наблюдением геолога.
5. Разрыхлённая масса экскаватором грузится и отправляется на ЗИФ и УКВ рудника Тардан.

При массе пробы 200 т и средней объёмной массе 3,1 т/м³ необходимо отобрать 65 м³ руды, что соответствует 65 м² при глубине задирки 1 м.

5.4.5.5. Отбор образцов для изготовления шлифов и аншлифов

Отбор образцов для изготовления шлифов и аншлифов предусматривается с целью изучения минералогического и петрографического состава пород и руд. В основном будут охарактеризованы основные рудные тела и перспективные скарновые залежи. Всего предполагается отобрать 50 образцов на шлифы и 50 образцов на аншлифы. Образцы будут отбираться в ходе геологической документации горных выработок и керна скважин. Всего планируется отобрать 100 образцов.

Затраты времени на отбор образцов предусмотрены составом работ при документации керна скважин и документации горных выработок.

5.4.5.6. Контроль опробования

Качество всех геологических построений и расчетов зависит от многих факторов, однако качество опробования является наиважнейшим из них. Незначительные недочеты в методике опробования и, тем более брак опробования, приводят к неисправимым ошибкам.

Бороздовое опробование.

Контроль бороздового опробования будет проводится систематически и будет включать контроль ведущими специалистами (ведущим геологом, начальником ГРП, главным геологом) геологической документации, правильности выделения интервалов опробования, отбора проб, их маркировки, условий транспортировки и хранения. Также систематически будут контролироваться фактические и теоретические массы проб.

Контроль бороздового опробования будет осуществляться путём отбора смежной с рядовой пробой борозды большего сечения в пределах интервала рядовой пробы. При

сечении борозды при рядовом опробовании 10x5 см (теоретическая масса рядовой пробы – 15,5 кг) контрольная проба будет отбираться с сечением 15x5 см. Теоретическая масса контрольной пробы составит 23,2 кг. Всего планируется отобрать 5 % контрольных проб, что составит 40 контрольных проб при средней длине 1 м.

Керновое опробование.

Контроль кернового опробования будет состоять из контроля журнала документации керна скважин, проверки правильности выделения интервалов опробования, отбора проб, условий транспортировки и хранения. Также систематически будут контролироваться фактические массы проб.

Второй составляющей контроля опробования будет отбор проб из половинок керна, оставшихся на хранении после отбора рядовых проб. Количество контрольных керновых проб – 5 % от рядовых (4612 шт.), что составляет 231 штук проб средней длиной 1 м.

При этом, контроль опробования будет организован таким образом, чтобы контрольные пробы имелись по каждому отдельному блоку подсчета запасов на участке работ, а также по каждому периоду работ (ежемесячно и ежеквартально).

5.4.5.7. Обработка проб

Обработка проб будет производиться в цехе пробоподготовки лаборатории ООО «Гардан Голд» механическим способом с доведением размера частиц до 0,074 мм.

В состав работ входит: сушка проб в тепловых шкафах, взвешивание проб, дробление с контрольным грохочением, перемешивание и сокращение материала проб, а также упаковка и маркировка проб и дубликатов. Дробление материала проб машинно-ручное до 1 мм осуществляется на щековых и валковых дробилках. После начальной обработки производится измельчение лабораторных проб до аналитических на дисковом и центробежном истерателе ИДА-250, ЦИ-0,5.

Обработка проб будет осуществляться с учетом уравнения: $Q = kd^2$. Схемы обработки бороздовых, шламовых, керновых проб приведены на рис 5.19 и 5.20.

В процессе выполнения работ будет проводиться контроль обработки проб согласно «Требованиям к обоснованию достоверности опробования рудных месторождений» (1992 г) в объеме 3% от общих затрат времени.

Объемы обработки проб с разбивкой по весам приведены в таблице 5.14.

Таблица 5.14

Объемы обработки проб

Вид опробования	Объем отбора проб, 100 м	К-во проб	Масса одной пробы, кг	Общая масса проб, кг
Бороздовое - (параметры 1,0×0,1×0,05)	8	800	15,5	12400
Бороздовое - (параметры 1,0×0,15×0,05)	0,04	40	23,2	928
Керновое с 1/2 диаметр. 63,5 мм	46,12	4612	4,5	20754
Керновое с 1/4 диаметр. 63,5 мм	0,231	231	2,25	519,8
Всего обработка проб:	54,391	5683		34601,8

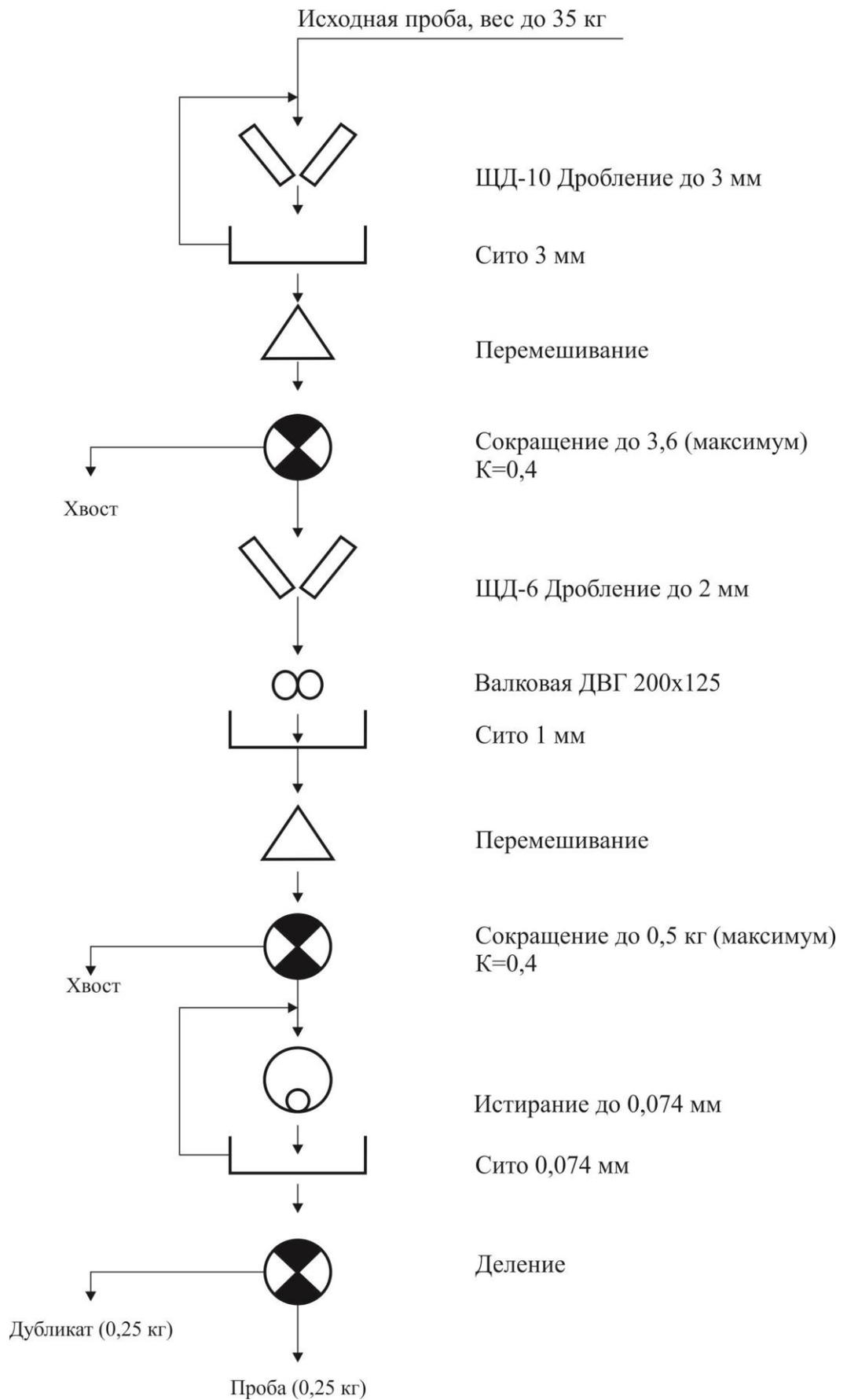


Рис. 5.19 Схема обработки бороздовых проб

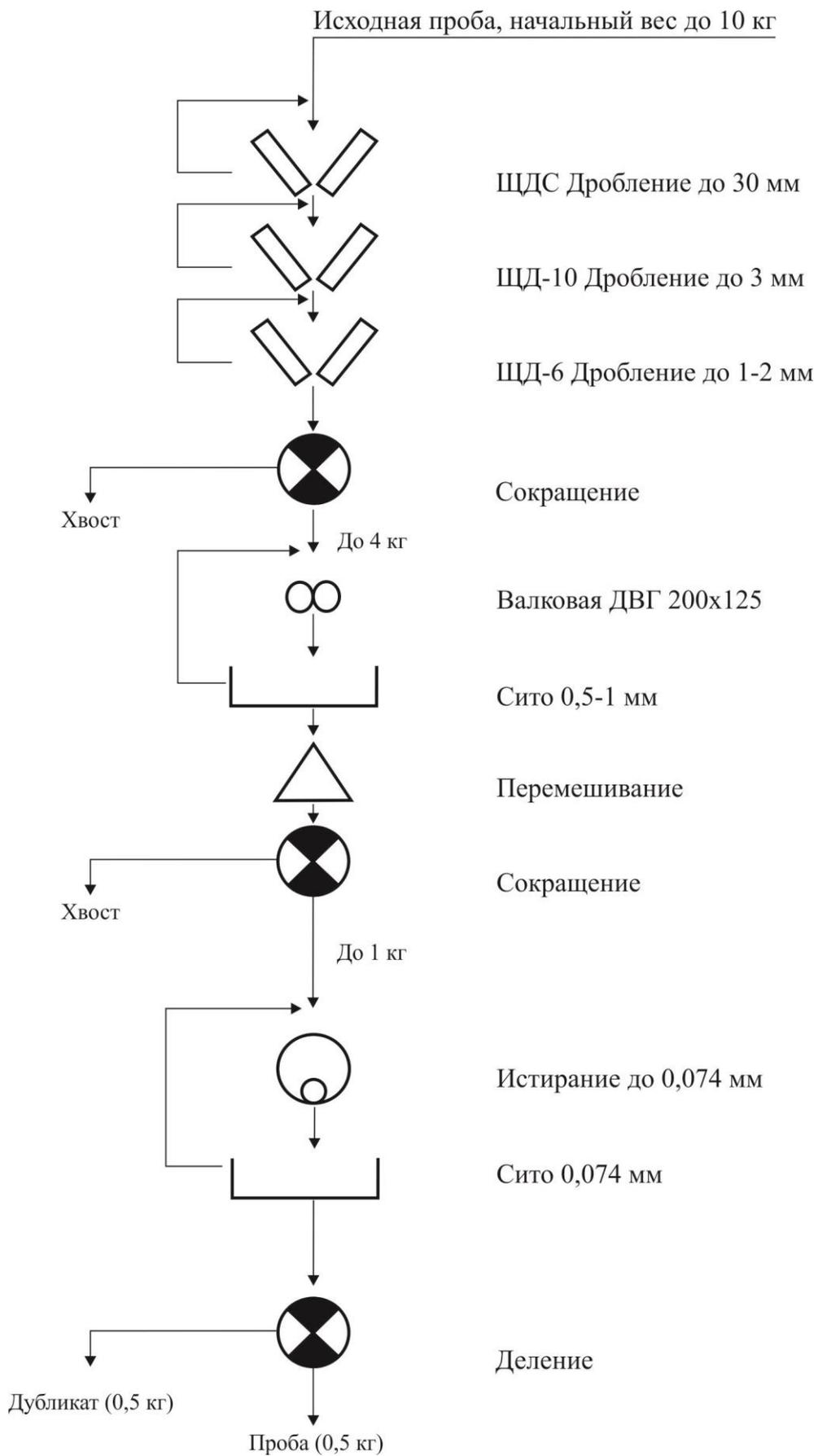


Рис. 5.20 Схема обработки керновых проб

5.4.6. Гидрогеологические работы

При разведке проявления золота участка Правобережный предусмотрен комплекс необходимых гидрогеологических наблюдений: 1) пробные откачки, 2) режимные наблюдения и 3) химический анализ воды.

Пробные откачки будут проведены в гидрогеологической скважине эрлифтом. Перед откачкой стенки скважины промываются чистой водой от шлама и бурового раствора. После промывки производится раскальматация стенок скважин, для чего предусмотрено желонирование. В процессе откачки производятся замеры уровня в скважине через 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 60 мин. и далее через 1-2 часа до конца опыта. Сразу же после откачки ведется наблюдение за восстановлением уровня через те же промежутки времени на протяжении суток до полного его восстановления. В конце откачки из каждой скважины будут взяты пробы на анализ воды.

Режимные наблюдения подземных вод будут проводиться в течение полугодия, т.к. плановое бурение гидрогеологической скважины в конце I – начале II квартала позволяет захватить особенности изменения уровня и химического состава подземных вод в паводковый и меженный периоды. В этих целях гидрогеологическая скважина будет оборудована соответствующим образом с целью исключения попадания в скважину загрязняющих веществ. Частота замеров уровня и температуры 3 раза в месяц (всего – 18 замеров уровня и столько же температуры). Для изучения качества воды ежеквартально из скважины будут отбираться пробы воды (всего 2 пробы).

Изучение режима поверхностных вод предусматривается для установления их взаимосвязи с подземными. Для этого по р. Соруглуг-Хем в районе участка будет обустроен временный гидропост. На гидропосту будет проводиться замер уровня воды и температуры с частотой 3 раза в месяц (всего 18 наблюдений).

Опробование воды будет проведено 1 раз в весну, лето и осень (всего 3 пробы) на комплекс анализов. Отбор проб предусматривается провести при откачках и в процессе режимных наблюдений. Всего будет отобрано 5 проб объемом по 2 л.

5.4.7. Инженерно-геологические работы

Инженерно-геологические исследования будут проводиться в целях определения физико-механических свойств руд и вмещающих пород для обоснования параметров карьера и технологии добычных работ и включать: 1) фиксацию журналов документации керна скважин и бороздового опробования структуры и текстуры руд и пород, 2) признаков физического и химического выветривания, 3) снижение механической прочности и дезинтеграции, 4) тектонических зон расслаивания, брекчирования и дробления, зеркал и борозд скольжения, глинки трения, милонитизированного материала, степень их проявлений и мощность и т.п., 5) замеры элементов залегания трещиноватости, сланцеватости, слоистости. Одновременно с документацией будут отбираться штучные и керновые пробы для лабораторного изучения физико-механических свойств пород и руд. При лабораторных исследованиях будут определяться следующие показатели: предел прочности при сжатии и изгибе, абразивность, плотность, объемная масса, пористость, влажность и водопоглощение. Для изучения физико-механических свойств планируется отобрать 60 проб.

5.4.8. Топографо-геодезические работы

Целевым назначением проектируемых топографо-геодезических работ является:

1. Разбивка на местности разведочных линий;
2. Вынос в натуру: проектных горных выработок и скважин, оси технологической дороги;
3. Привязка горных выработок, устьев скважин, борозд;
4. Построение топопланов масштаба 1:2 000, необходимых для подсчета запасов.

Лицензионная площадь работ обеспечена топографической картой масштаба 1:25 000 с сечением рельефа 10 метров. Государственные геодезические сети представлены пунктами триангуляции третьего класса. Участок производства топографо-геодезических работ находится в горно-таежной местности с расчлененным рельефом. Категория трудности выполнения работ – 4. Согласно проекту в 2015-2016 гг в пределах Правобережного участка планируются бурение 57 колонковых скважин, расчистки площадью 10 000 м², 10 линий бороздового опробования (800 п.м., привязываются характерные точки – контакты, границы опробования, ориентировочно по 10 точек на разведочную линию).

Привязка выработок будет инструментально в местной системе координат с использованием пунктов временной привязки, в соответствии с требованиями соответствующих инструкций. Объемы работ приведены в таблице 5.15.

Таблица 5.15

Проектные объёмы топографо-геодезических работ

№ п/п	Вид работ	Ед-ца изм.	Объем
1	Разбивка 10 разведочных профилей по 20 м	км	0,8
2	Вынос в натуру 57 устьев скважин	тчк	57
3	Вынос в натуру угловых точек расчистки (4 точки)	тчк	4
4	Тахеометрическая съёмка фактических границ расчистки	км ²	0,1
5	Привязка фактического положения устьев скважин	тчк	57
6	Привязка фактического положения борозд и маркирующих точек	тчк	100
7	Тахеометрическая съёмка масштаба 1:2 000	км ²	0,25

5.4.9. Лабораторные работы

В соответствии с поставленными задачами проектом предусматриваются следующие виды и объемы лабораторных исследований (табл. 5.16).

Аналитические исследования атомно-абсорбционным и пробирным методом будут выполнены в лаборатории ООО «Гардан Голд». Лаборатория имеет аккредитацию федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Аттестат аккредитации №ААС.А.00006 действителен до 06.10.2019 г. (Прил. 2).

Атомно-абсорбционным анализом будут проанализированы все рядовые и контрольные пробы (всего будет проанализировано 5683 рядовых и контрольных проб). В дальнейшем все пробы рудных интервалов, используемые при подсчете запасов золота, будут подвержены пробирному анализу. Предположительный объем пробирных исследований составит 15 % от объема рядовых проб – 812 проб.

Пробирным методом будут анализироваться рядовые пробы продуктивных интервалов, выявленные по данным атомно-абсорбционного анализа. Определение содержания золота пробирным методом проводится по методике «НСАМ ВИМС № 497-ХС Определение золота пробирным ..., 2006».

Внутренний геологический контроль выполняется в собственной аналитической лаборатории ООО «Гардан Голд». Контроль проводится путем анализа шифрованных проб, отобранных равномерно в течение всего периода работы. Контрольные анализы выполняются из материала дубликатов аналитических проб и проводятся по той же методике, что и основные (рядовые) анализы – атомно-абсорбционным и пробирным методом.

Проектом предусмотрено проведение внутреннего контроля результатов атомно-абсорбционного и пробирного анализа в объеме 30 проб по четырём классам содержаний, что составит 240 проб в квартал. Поскольку аналитические работы будут проводиться два квартала, то общее количество проб внутреннего контроля составит 480 проб.

Внешний контроль атомно-абсорбционного и пробирного анализов планируется проводить с использованием стандартных образцов производимых компанией Rocklabs по

4 классам содержаний,. В лабораторию ООО Тардан Голд будут регулярно отправляться стандартные пробы с зашифрованным номером.

Технологические исследования полупромышленной пробы планируется провести на базе ЗИФ и УКВ рудника Тардан Голд по схеме, включающей изучение вещественного состава руд с определением содержания полезного компонента и основных примесей, размеров и форм нахождения золота и примесей, осложняющих технологию переработки, и проведение исследований по извлечению золота цианированием. В конечном результате работы будет получен отчет о технологических свойствах руд участка и разработан регламент переработки.

Таблица 5.16

Виды и объемы лабораторных исследований

№	Вид анализа	Анализируемые пробы	Ед. изм.	Объёмы
1	Атомно-абсорбционный анализ на золото	Бороздовые и керновые пробы (рядовые и контрольные пробы)	проб	5683
2	Пробирный анализ на золото	Бороздовые и керновые пробы (рядовые и контрольные пробы)	проб	812
	Внутренний контроль атомно-абсорбционного анализа	Навески из дубликатов	проб	240
	Внутренний контроль пробирного анализа	Навески из дубликатов	проб	240
	Внешний контроль атомно-абс. анализа	Стандартные образцы	проб	240
	Внешний контроль пробирного анализа	Стандартные образцы	проб	240
	Итого атомно-абс. анализ:		проб	6163
	Итого пробирный анализ:		проб	1292
3	Изготовление и описание шлифов	Образец	проб	50
4	Изготовление и описание ан-шлифов	Образец	проб	50
5	Технологические испытания	Полупромышленная проба	проб	1
6	Определение органолептических и физических свойств воды	Пробы воды с гидрогеологической скважины и гидропоста	проб	5
7	Определение химического состава воды	Пробы воды с гидрогеологической скважины и гидропоста	проб	5
8	Определение объёмной массы	Штуфы	проб	60
9	Определение влажности	Штуфы	проб	30
10	Определение водопоглощения	Штуфы	проб	30
11	Определение абразивности	Штуфы	проб	30
12	Определение предела прочности при сжатии	Цилиндры из штуфов	проб	
13	Определение предела прочности при изгибе	Цилиндры из штуфов	проб	

5.5. Камеральные работы

Камеральные работы проводятся для обработки результатов полевых наблюдений и лабораторных исследований и включают в себя промежуточную и окончательную обработку.

В состав камеральных работ входят:

1. Проверка и корректировка полевых журналов документации буровых скважин, горных выработок, опробования;
2. Обработка материалов ГИС;
3. Составление геологических разрезов и планов с результатами опробования в масштаб 1:500-1:2 000;
4. Камеральная обработка лабораторных исследований;
5. Построение электронных версий графических приложений;
6. Написание отчёта с подсчётом запасов.

Материал, собранный во время полевых работ, анализируется в вахтовом посёлке рудника Тардан на протяжении всего периода производства работ по мере поступления новых данных. Все материалы обрабатываются с помощью различного компьютерного программного обеспечения (ArcMap, AutoCAD, CorelDraw, Easy Trace, Micromine, Microsoft Excel, Microsoft Word).

Результаты всех работ будут отображены в окончательном отчете с подсчетом запасов и прогнозных ресурсов.

Затраты на работы, производимые собственными силами исполнителей работ, определяются согласно п.6.8.17 «Инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» по аналогии с другими объектами, а также с учётом собственного опыта работ:

1. Ведущий геолог – 2 чел.;
2. Инженер-геолог – 4 чел.;
3. Техник геолог – 2 чел.

5.5.3. Календарный график выполнения работ

Состав и объёмы геологоразведочных работ представлены в методической части проекта в объёме достаточном для достижения цели работы.

Согласно графику проведения работ (Таб. 5.17) проектирование началось в IV квартале 2015 года. Начало проведения полевых работ - конец IV квартала 2015 г.

Полевые работы начнутся с бурения скважин по сети 40x40 м и последующего сгущения до сети 20x20 м. Буровые работы будут организованы непрерывно в две смены. Окончание первого этапа бурения планируется на I квартал 2016 г.

Параллельно бурению будет проводиться камеральная обработка получаемой геологической информации и данных лабораторных исследований. После первичной обработки информации будут намечены участки бурения скважин второго этапа и скважины для исследования гидрогеологических и инженерно-геологических условий эксплуатации (II квартал 2016 г.).

В середине II квартала 2016 г. по результатам камеральных работ будет пройдена расчистка и проведено бороздовое опробование, отобрана полупромышленная технологическая проба.

Во II-III кварталах будут проведены технологические испытания руд участка, получены окончательные данные анализов руд.

В III-IV кварталах будет проведена окончательная камеральная обработка материалов ГРП, будет подготовлен отчёт с подсчётом запасов, проведена его экспертиза и защита в ТКЗ.

Таблица 5.17

Календарный график проведения работ

Вид работ	2015 год				2016 год			
	I кв	II кв	III кв	IV кв	I кв	II кв	III кв	IV кв
Проектирование и экспертиза проекта			—————					
Механизированная проходка расчистки						—————		
Колонковое бурение				—————	—————	—————		
ГИС				—————	—————	—————		
Опробование				—————	—————	—————		
Лабораторные работы					—————	—————		
Рекультивация						—————	—————	
Камеральные работы				— — — —	— — — —	— — — —	—	
Окончательный отчет							—————	—————

6. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ

В результате проведенных геологоразведочных работ в пределах Тарданского рудного узла ожидается:

1. Выявление нового золоторудного объекта с промышленной минерализацией золота;
2. Прирост минерально сырьевой базы предприятия;
3. Разведка и постановка на баланс запасов рудного золота по категориям $C_1+C_2 - 1,2$ т.
4. Выводы и рекомендации по направлению дальнейших ГРР;
5. Появление дополнительных рабочих мест.

В результате проектируемых работ, в соответствии с ГОСТ Р 53579-2009 «Отчет о геологическом изучении недр...», будет составлен и передан на государственную экспертизу отчет с подсчетом запасов.

Выявленные объекты предполагается обрабатывать открытым способом с извлечением металла по технологии кучного выщелачивания на золотоизвлекательной фабрике расположенной на руднике «Тардан».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На учатске Правобережный будет проведена разведка, в ходе которой на 12 разведочных линиях будет пройдено 57 скважины общим объёмом 5000 пог. метров. В каждой скважине будут проведены геофизические исследования. Будет производиться отбор проб, керновое, гидрогеологические наблюдения, топографо-геодезические работы в масштабе 1:2000.

Подсчет запасов золото C_1+C_2

Будет составлено ТЭО (технико-экономическое обоснование) и произведены технико-экономические расчёты. Сметная стоимость всех работ составит рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Изданная

1. Временные методические рекомендации по оценке, апробации и учету прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых на территории Российской Федерации по состоянию на 1 января 2003 г. Утвержд. Распоряжением первого зам. Министра природных ресурсов Карагановым В.В., М., 2002, 10 с.
2. Временные требования к геологическому изучению и прогнозированию воздействия разведки и разработки месторождений полезных ископаемых на окружающую среду. ГКЗ, М., 1991.
3. ГОСТ 17.1.5.05-85 Общие требования к отбору проб. М., «Издательство стандартов», 1985, 23 с. УДК-502.3:006.354
4. Инструкция по изучению инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых при их разведке. М., Недра, 1975. 52 стр.
5. Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы. Приложение к Приказу № 108 Роскомнедра от 22.11.93 г. М., 1993.
6. Инструкция по топографической съемке в масштабе 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. М., Недра, 1982. 125 стр.
7. Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ. Новосибирск, Наука, 1997. 103 стр.
8. Коробейников А. Ф., Зотов И. А. Закономерности формирования месторождений золото-скарновой формации. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 235 с.
9. Коробейников А.Ф., Мацюшевский А.В. Золото в интрузивных и контактово-метасоматических породах Гарданского скарнового поля Тувы. //Геохимия №9. 1976. С.1409-1416.
10. Методика разведки золоторудных месторождений / Под редакцией Г.П. Воларович и В.Н. Иванова. М., ЦНИГРИ, 1991, 261 с.
11. Методические рекомендации по определению достоверности бороздового и кернового опробования при разведке месторождений твердых полезных ископаемых. М.: МГ СССР, ВИЭМС, 1989, 32 с.
12. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Золото рудное. М.: ФГУ ГКЗ, 2007, 48 с.
13. ОСТ 41-08-212-04, Управление качеством аналитических работ. Нормы погрешности при определении химического состава минерального сырья и классификация методик лабораторного анализа по точности результатов. М.: ФНМЦ «ВИМС», 2004, 16 с.
14. ОСТ 41-08-214-04 Управление качеством аналитических работ. Внутренний лабораторный контроль точности (правильности и прецизионности) результатов количественного химического анализа. М.: ФНМЦ «ВИМС», 2004, 39 с.
15. ОСТ 41-08-249-85. Управление качеством аналитических работ. Подготовка проб и организация выполнения количественного анализа в лабораториях Мингео СССР. М.: ВИМС, 1985, 45 с.
16. ОСТ 4108-265-04 Управление качеством аналитических работ. Статистический контроль точности (правильности и прецизионности) результатов количественного химического анализа. М.: ФНМЦ «ВИМС», 2004, 36 с.
17. ОСТ 41-08-272-04. Управление качеством аналитических работ. Методы геологического контроля качества аналитической работы. М.: ФГУП ВИМС, 2004, 43 с.

18. Положение «Об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации». Утверждено приказом Госкомэкологии РФ от 16.05.2000 г. №372, 78 с.
19. Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям. Твердые полезные ископаемые. М.: ФГУП ВИЭМС, 1999, 28 с.
20. Рекомендации к комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов. - М.: ФГУ ГКЗ, 2005, 19 с.
21. Требования к мониторингу месторождений твердых полезных ископаемых. Утверждено приказом МПР РФ от 04.08.2000 г. №351, 64 с.
22. Требования к обоснованию достоверности опробования рудных месторождений. М.: ГКЗ РФ, 1992, 17 с.

Фондовая

23. Агентов В.Б. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Лист М-46-VI. Объяснительная записка. М.: Госгеолтехиздат, 1960.
24. Вамбольдт Л.А. Геологоразведочные работы на рудопроявлении Копто. Кызыл, ООО «Тардан Голд», 2010.
25. Кальная О.И. Отчет Гидрогеологической партии ГУП «Тувинская ГРЭ» Комплексная гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка масштаба 1:200 000 листа М-46-VI (Сарыг-Сеп). Кызыл, Тывинский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО», 2002г.
26. Кильчичаков К.М., Плеханов А.М., Кацапов А.И. Результаты поисково-оценочных работ на рудное золото в районе Тарданского месторождения. Отчёт о работах Тарданской партии за 1975-1976 гг. Тывинский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО», 1976.
27. Клюкас В.И. Отчет о результатах геофизических работ на объектах ООО «Тардан Голд». Лесосибирск, ГП «СИБИРЬГЕОФИЗИКА» 2012.
28. Корж А.И. Пакет геологической информации Тарданский рудный узел. Кызыл, 2006.
29. Орехов А.Н., Соболев И.С., Орехова Т.С. Наземные геофизические работы в пределах Тарданского рудного поля (отчет о выполненных НИР по договору №03-2006). ООО «ГеоСервис», Томск, 2008.
30. Решетник М.Г. и др. Техничко-экономическое обоснование постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов золота месторождения Тардан в Каа-Хемском кожууне Республики Тыва. ИРГИРЕДМЕТ, Иркутск, 2008.
31. Русинов В.Л. Метасоматические процессы в вулканических толщах. – М.: Наука. 1989. 214 с.
32. Рычков А.В., Шаповалов Д.Н., Добрянский Г.И. Пересчет запасов Тарданского золоторудного месторождения. Т.1-3. ФГУ «ТФИ по Республике Тыва», 1993.
33. Совлук А.В. Отчет о результатах геологоразведочных работ в пределах Тарданского рудного узла (отчет с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2014 г.), ФГУ «ТФИ по Республике Тыва», 2014.
34. Тверянкин И.Г., Гуменюк В.А., Кузнецов Ю.В. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейнов рек Бурен, Бай-Сют, Копто в пределах листов М-46-11-В,Г. Окончательный отчет Фёдоровской геолого-съёмочной партии по работам 1962-1964 гг. Т.1. Тывинский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО», 1965.
35. Телков И.И., Сухоруков Л.А., Борщёв Ю.П. Отчёт Тувинской поисково-разведочной партии о результатах поисков золота в среднем течении р. Бай-Сют и верховьях р.Шан в 1961 г. Т.1. Тывинский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО», 1962.
36. Токунов В.Ф., Плеханов А.М., Кацапов А.Н. Результаты поисково-оценочных работ на золото в среднем течении р. Б.Копто. Окончательный отчет Коптинской партии за 1967 г. Т.1. Тывинский филиал ФБУ «ТФГИ по СФО», 1968.

СПИСОК ГРАФИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

- Приложение 1. Геологическая карта Тарданского рудного узла (М 1:50 000)
- Приложение 2. Геологоразведочный план месторождения (М 1:1000)
- Приложение 3. Геологический разрез по 16 разведочной линии (М 1:500)
- Приложение 4. Специальный вопрос