

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

На правах рукописи

АНТОНОВ ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

**СТРУКТУРНО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОЛЬШЕВИК
(Восточный Казахстан)**

Специальность 25.00.11 – Геология, поиски и разведка
твердых полезных ископаемых, минерагения

Диссертация на соискание
ученой степени кандидата
геолого-минералогических
наук

Научный руководитель
доктор геолого-минералогических
наук, профессор Коробейников
Александр Феопенович

Томск – 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ.....	8
2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РАЙОНА И МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОЛЬШЕВИК.....	14
2.1 Краткая характеристика геологического строения района.....	14
2.2 Краткая характеристика геологического строения месторождения Большевик.....	26
3. СОЗДАНИЕ БАНКА ДАННЫХ СОДЕРЖАНИЙ ЗОЛОТА В РУДОВМЕ- ЩАЮЩИХ ТОЛЩАХ И ВЫЯСНЕНИЕ СТРУКТУРЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА В РУДНОЙ ЗОНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	60
3.1 Создание банка данных содержаний золота в рудовмещающих толщах.....	60
3.2 Выяснение структуры распределения золота в рудной зоне месторожде- ния.....	65
4. СТРУКТУРНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ РУДНЫХ ТЕЛ (СТОЛБОВ) НА МЕСТОРОЖДЕНИИ.....	79
5. ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕ- НИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	93
6. СТРУКТУРНО-ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КРУП- НОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ ЗАЛЕЖЬ-СТРУКТУРЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОЛЬШЕВИК.....	102
7. НОВЫЙ ПОДХОД К ПОДСЧЕТУ ЗАПАСОВ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСОВ ЗОЛОТА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ БОЛЬШЕВИК И РЕКО- МЕНДАЦИИ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ НАПРАВЛЕНИЮ ГЕОЛОГОРАЗВЕ- ДОЧНЫХ РАБОТ	114
7.1 Новый подход к подсчету запасов месторождения.....	114
7.2 Прогнозирование ресурсов золота на месторождении.....	130
7.3 Рекомендации по дальнейшему направлению геологоразведочных работ...	133
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	141
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	144

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Золотоносность черносланцевых толщ Западно-Калбинского металлогенического пояса Большого Алтая и связанных с ними месторождений золото-сульфидно-углеродистой формации известны не одно десятилетие. Однако вопросы структурного и литологического контроля оруденения в них до сих пор остаются до конца нерешенными. Несмотря на большой опыт и достижения в этой области отечественных и зарубежных специалистов, проблемы повышения достоверности, точности и надежности локальных прогнозов все еще остаются актуальными и требуют дальнейшей научной разработки. Среднее по масштабу месторождение Большевик является типичным представителем прожилково-вкрапленной золото-сульфидной минерализации в углеродистых терригенных толщах Бакырчикского золоторудного района Западной Калбы. Результативность, эффективность и качество разведочных работ на месторождении во многом зависит от повышения уровня научного обоснования, разработки и внедрения новых прогрессивных методов прогноза оруденения, существенного повышения достоверности прогнозных построений. Поэтому проведение новых прогнозно-поисковых и разведочных исследований, включая вопрос о локальных критериях прогноза (структурных, стратиграфо-литологических) и поисковых признаках промышленного оруденения, разработке моделей формирования месторождения Большевик, и на их основе проведение оценки (или переоценки) запасов и прогнозных ресурсов его, представляется чрезвычайно актуальной задачей в связи с проблемой повышения эффективности поисковых и разведочных работ. Практически очень важно знать структуру месторождения, прогнозировать размах оруденения, состав и типы руд, их размещение и распределение в пределах продуктивной толщи, технологические свойства и т.д. Поэтому при ведении геологоразведочных работ на каждом месторождении должна ставиться цель – усовершенствование существующих и разработка новых локальных критериев и поисковых признаков промышленного оруденения. Своевременная количественная переоценка разведанных запасов и оценка прогнозных ресурсов является основным фактором для целей текущего и перспективного планирования геологоразведочных работ, для разработки стратегии устойчивого развития минерально-сырьевой базы любого месторождения и контрактной территории, для формирования оптимальной инвестиционной политики недропользователя.

Цель работы. Разработка структурно-литологической модели золоторудного месторождения Большевик как основы для расширения запасов и ресурсов золота, более

целенаправленного и эффективного проведения дальнейших геологоразведочных работ. В рамках поставленной цели решались следующие задачи:

1. Создание банка данных содержаний золота в рудовмещающих толщах и выявление структуры распределения концентраций золота в рудной зоне.

2. Исследование структурных условий локализации золотого оруденения на месторождении и в рудных телах-столбах.

3. Изучение литологических закономерностей в размещении золотого оруденения месторождения.

4. Разработка структурно-литологической модели формирования «большой рудной залежи» или «крупной золоторудной залежь-структуры» месторождения Большевик.

5. Разработка рекомендаций по новому подходу к подсчету запасов, прогнозированию ресурсов золота на месторождении Большевик и дальнейшему направлению геологоразведочных работ.

Научная новизна работы. Проведенные исследования позволили существенно уточнить геологическую структуру месторождения, изучить характер распределения концентраций золота в первичных рудах. Детально изучены структурно-литологические закономерности локализации золотого оруденения на месторождении Большевик. Разработана и представлена новая структурно-литологическая модель месторождения - «большой рудной залежи» или «крупной залежь-структуры», а не системы отдельных «богатых» рудных тел и линз, объединяющая все разведанные в главном продуктивном горизонте рудные тела и линзы месторождения в единую большую залежь № 1, в которой рядовое (борт 1,2 г/т), бедное (борт 0,6 г/т) и убогое (борт 0,3 г/т) оруденения контролируются литологическими факторами, а участки богатых руд (борт 1,8 г/т и выше) – структурными. Впервые для месторождения Большевик произведено разделение руд по сортам, выполнен пересчет запасов по ним и дана прогнозная оценка ресурсов месторождения Большевик до глубины 1,5-3 км.

Практическая значимость работы. Все поставленные в диссертационной работе задачи выполнены лично автором: создан и передан недропользователю для практического использования банк геологической информации; изучена структура распределения концентраций золота в рудной зоне месторождения; выделены 4 наиболее устойчивых уровней минерализации и определены для них пороговые значения содержаний золота, имеющих практический интерес при подсчете запасов: 0,32; 0,65; 1,27 и 1,85 г/т; установлены прогнозно-поисковые критерии золотого оруденения месторождения: структурные и литолого-стратиграфические; разработана и предложена новая структурно-литологическая модель формирования большой залежь-структуры

месторождения Большевик; рекомендован новый подход к подсчету запасов и прогнозных ресурсов по сортам, что позволит перевести месторождение в крупный промышленный объект и увеличить запасы в 3,6 раза; даны рекомендации по дальнейшему направлению геологоразведочных работ на месторождении; использование полученных результатов на соседнем аналогичном (но более масштабном) месторождении Бакырчик позволит перевести его в разряд гигантских месторождений золота мирового уровня.

Фактическая основа работы. В основу диссертационной работы положены фактические материалы, полученные и обобщенные автором в ходе полевых геологоразведочных работ, проведенных на месторождении Большевик и других объектах Кызыловской золоторудной зоны по разработанным и реализованным им же поисково-разведочным проектам и составленным геологическим отчетам в течение 1979-2007 гг. Кроме собственных наблюдений и материалов, в работе использованы результаты поисково-съёмочных и тематических работ ВКТГУ, ПГО «Востказгеология», КазИМС, ЦНИГРИ. Автором обработаны данные по 150 геологическим разрезам, планам и проекциям месторождения Большевик, отстроенным им лично по 1304 колонковым скважинам; изучено около 150 тыс. пог. м керна; создан, обработан и передан для использования недропользователю банк геологических данных, состоящий из 107,5 тыс. анализов проб на золото по канавам, траншеям, шурфам, скважинам, выработкам шахты №14, горизонтам отработки карьеров №№ 1, 2, 3 и 4; использовано более 600 анализов групповых проб на серебро, серу, мышьяк, углерод, 300 анализов физико-механических свойств руд и рудовмещающих пород, 97 силикатных анализов; исследовано 395 шлифов и 230 аншлифов; сделано и изучено 3180 пог. м фотодокументации керна скважин. При обработке и обобщении всех материалов привлечены многочисленные опубликованные работы по геологии района. При работе над диссертацией и для обработки информации использовались пакеты программ: Microsoft Office Word 2007, Microsoft Office Excel 2007, MapInfo Professional 8.0 SCP, Adobe Photoshop CS3, ELAN, Anhis 2.

Защищаемые положения:

1. На месторождении установлен структурный контроль (складчато-разрывной региональный и локальный тектонический) золото-сульфидных руд в Кызыловской рудной зоне. В размещении богатого промышленного оруденения месторождения основную роль играют широтные швы самой зоны, антиклинальные складки II порядка и диагональные разломы ее висячего бока, контролирующие разведанные рудные тела (линзы), формирующие рудные столбы I и II порядка и определяющие их склонение и форму. В размещении локальных рудных столбов III порядка основную роль играют мелкие разрывы и трещиноватость внутри Кызыловской структуры.

2. На месторождении выявлен литолого-стратиграфический контроль золотого оруденения, заключающийся в приуроченности промышленного оруденения, во-первых, только к бақырчикской свите верхнекарбонového возраста, во-вторых, к продуктивному горизонту верхней части разреза толщи.

3. Предложена новая структурно-литологическая модель месторождения Большевик, объединяющая в единую залежь-структуру все разведанные в главном продуктивном горизонте рудные тела и линзы.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на III Республиканской научно-теоретической конференции молодых ученых и специалистов-геологов Казахской ССР (г. Алма-Ата, 1984 г.), на заседаниях НТС ВКТГУ и ПГО «Востказгеология» (г. Усть-Каменогорск, 1981-1989 гг.), на секции благородных металлов и алмазов Мингео СССР (Москва, 1986 г.), на заседаниях НТС СП (ТОО) «Чаралтын», «Santafe Pacific Gold» и «Newmont Kazakstan Gold Limited» (г. Усть-Каменогорск, г. Алма-Ата, 1995-1999 гг.), на заседаниях техсоветов ЗАО (ТОО) «Артель ТРУД» (г. Семипалатинск, 2001-2005 гг.), на заседаниях ГКЗ РК (г. Кокшетау, 2001 и 2004 гг.), на заседаниях техсоветов ТОО «Inter Gold Capital» (г. Семипалатинск, 2006 г., г. Семей, 2007г.), на НТС АО «Алтыналмас» (г. Алматы, 2008 г.), на конференции Большой Алтай (г. Усть-Каменогорск, 2010 г.).

По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, в т.ч. в реферируемых изданиях, включенных в перечень ВАК – 1 публикация. Значительная часть материалов проведенных исследований, выполненных в рамках диссертационной тематики, изложена в 23 научно-производственных проектах и отчетах Бақырчикской и Тематической партий Семипалатинской экспедиции Мингео КазССР, ЗАО (ТОО) «Артель ТРУД», ТОО «Inter Gold Capital», где автор работал главным геологом, и хранится в настоящее время в фондах МД «Востказнедра» и Республиканского центра геологической информации «Казгеоинформ» Комитета геологии и недропользования Республики Казахстан. Диссертационная работа прошла апробацию на кафедре геологии и разведки полезных ископаемых института природных ресурсов Томского политехнического университета.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 7 глав и заключения. Содержание глав: 1. Состояние проблемы. 2. Краткая характеристика геологического строения района и месторождения Большевик. 3. Создание банка данных содержаний золота в рудовмещающих толщах и выяснение структуры распределения концентраций золота в рудной зоне месторождения. 4. Структурные факторы формирования рудных тел (столбов) на месторождении. 5. Литологические факторы локализации золотого оруденения месторождения. 6. Структурно-литологическая модель формирования

крупной золоторудной залежь-структуры месторождения Большевик. 7. Новый подход к подсчету запасов, прогнозирование ресурсов золота на месторождении Большевик и рекомендации по дальнейшему направлению геологоразведочных работ.

Объем диссертации составляет 152 страницы машинописного текста, в т.ч. 45 рисунков и 15 таблиц. Список использованной литературы включает 108 наименований.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность и благодарность научному руководителю доктору геолого-минералогических наук, профессору А.Ф. Коробейникову за постоянное внимание, советы и помощь в работе.

В процессе исследований автор пользовался советами докторов геолого-минералогических наук Лось В.Л., Нарсеева В.А., кандидатов геолого-минералогических наук Ананьева Ю.С., Услугина М.О., которым искренне благодарен за моральную поддержку, совместную деятельность, помощь и ценные практические советы. Без сотрудничества с ними некоторые положения данной работы не были бы реализованы.

1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Успешное экономическое развитие страны зависит от своевременного качественного улучшения минерально-сырьевой базы, ее укрепления и развития, совершенствования технологии переработки сырья и снижения затрат на добычу и переработку. Особая роль при этом отводится золоту. Страна не сможет без внедрения передовых инновационных технологий в организации разведки, добычи и переработки золота долго задерживаться на мировом уровне по производству драгметалла. Для поддержания на протяжении будущих десятилетий высоких объемов добычи следует обратить особое внимание на расширение поисковых и разведочных работ на золото с целью прироста запасов. В настоящее время сырьевая золотая база требует коренной переоценки с ориентацией на мировые требования к минеральному сырью.

В свете выше сказанного, эффективность и качество разведочных работ во многом зависят от уровня научного обоснования поисково-разведочных критериев и признаков, разработки и применения на практике прогрессивных, инновационных методов прогноза и существенного повышения достоверности прогнозных построений.

Многими исследователями региона Западной Калбы и его золоторудных месторождений формулировались закономерности их локализации, причем нередко представления эти были диаметрально противоположными, что обусловлено разными подходами к интерпретации и увязке полученного фактического материала.

Краткая характеристика основных структурных и литолого-стратиграфических факторов контроля золотого оруденения сводится к нижеследующему.

Структурные факторы. Главнейшая роль в причинах закономерного размещения золотого оруденения в Западной Калбе отводится дизъюнктивным структурам. Причем в первые годы отдавалось предпочтение глубинным разломам северо-западного направления, чем и объяснялась поясовая зональность в распределении золота (В.П. Нехорошев, Н.И. Бородаевский, Г.И. Щерба, И.А. Севрюгин, Г.Ф. Яковлев и др.).

В 50-60-х годах отдавалось предпочтение субширотным глубинным разломам (Н.И. Баженов, Н.И. Нечаев А.С. Котов, В.Н. Любецкий и др.), в конце 60-х годов – узлам сочленения глубинных разломов северо-западного и субширотного простираний (П.С. Ревякин, В.П. Сериков, П.Ф. Иванкин, Н.И. Бородаевский, В.А. Глоба и др.). В 70-х годах А.М. Мыслин и В.И. Терасенко высказывают предположение о приуроченности золотого оруденения к узлам пересечения разломов северо-западного и субмеридионального направлений с широтными. Таким образом, нет единого мнения о преимущественной приуроченности золотой минерализации к разломам определенного направления.

А.С. Котов, В.С. Шибко, В.А. Нарсеев, Ю.В. Чудинов считают, что на локализацию золотого оруденения определенное влияние оказывают также и складчатые структуры. Причем по Шибко В.С. и Чудинову Ю.В. существенное влияние на распределение оруденения золото-сульфидного типа оказывают только складчатые структуры. Большинство исследователей Калбы эта гипотеза не приемлется, так как часто расшифровать однозначно складчатые структуры на рудных полях практически невозможно.

В.В. Масленников (1975 г.) и А.М. Мысник (1981 г.) доказывают приуроченность месторождений золота к наложенным прогибам, Е.А. Алекторова и Н.А. Фогельман (1982г.) – к локальным грабенам, В.А. Нарсеев и В.А. Глоба (1977 г.) – к наложенным мульдам, в которых развиты черносланцевые отложения буконьской свиты. А.Е. Ермоленко (1988 г.), дополняя всех, отмечает приуроченность золотого оруденения к осевым частям синклинальных прогибов, сопряженных с региональными глубинными северо-западными разломами.

Из других структурных критериев чаще всего указывается на площади с усложненной складчатостью (В.В. Масленников и др., 1975 г., А.Е. Ермоленко и др., 1977г., В.А. Нарсеев и др., 1980 г.), зоны смятия вдоль надвигов (В.М. Яновский, 1971 г., Е.А. Алекторова, Н.А. Фогельман, 1982 г. и др.), секущие разломы (А.Е. Ермоленко, 1977г.). В.И. Наливаев (1977 г.) указывает на контроль рудных тел в зоне Буконьского разлома поперечными антиклинальными складками. На некоторых рудных полях установлено экранирование золотого оруденения основными швами висячего бока зон или дайками, внедрившимися в них (В.М. Яновский, 1971 г., А.Е. Ермоленко, 1977 г., Е.А. Алекторова, Н.А. Фогельман, 1982 г. и др.), северо-восточными разломами (В.А. Нарсеев и др., 1977 г., А.Е. Ермоленко, 1977 г., Л.Г. Марченко и др., 1980 г.).

А.Ф. Коробейников, В.В. Масленников (1994 г.), Ю.С. Ананьев (2009 г.) в своих работах отмечают, что основными рудоконтролирующими структурами Западной Калбы являются северо-западные глубинные разломы I порядка (основной Западно-Калбинский), разломы II порядка, оперяющие Западно-Калбинский дизъюнктив и диагональные разрывы и зоны трещиноватости II-III порядков, расположенные в борту основного глубинного разлома. Их сочетания обеспечили заложение линейно-блоковых структур золоторудных полей. По их мнению, золотосодержащие руды размещаются среди черносланцевых толщ в зонах приразломных складок III порядка, сложенных тонкослоистыми углеродистыми песчано-сланцевыми отложениями и осложненными зонами срывов, дробления и милонитизации. Масштабы оруденения определяются

размерами, интенсивностью тектонической проработки пород и проницаемостью вмещающей структуры, наличием экрана (возможно даек) со стороны висячего бока.

Стратиграфический фактор. Пространственная приуроченность золотого оруденения к терригенным толщам, обогащенным органическим веществом, отмечается практически всеми исследователями Западной Калбы, однако в отношении времени образования рудовмещающих пород и оруденения их мнения расходятся.

В.С. Шибко, В.А. Нарсеев, В.И. Зенкова, Ю.В. Чудинов и другие сторонники гипотезы об осадочно-метаморфогенном или вулканогенно-осадочном генезисе золото-сульфидных месторождений доказывают решающее значение рудовмещающих пород в формировании этих объектов, как основного источника металла. В качестве наиболее рудоносных толщ эти авторы выделяют буконьскую и калбинскую свиты. При этом отмечаются специфические особенности пород, благоприятных для локализации золотого оруденения: повышенное содержание углеродистого вещества, создающего восстановительную обстановку; высокая неоднородность литологического состава и физико-механических свойств пород разреза, благоприятные для формирования зон повышенной проницаемости; наличие сингенетичного золотоносного пирита и обогащенность рудовмещающих пород кластерным и хемогенным золотом, которые при последующей тектоно-магматической активизации района могли перераспределяться и участвовать в рудообразовании.

Большинство исследователей (Н.И. Баженов, В.А. Глоба, Н.П. Киселев, В.В. Лопатников, А.Е. Ермоленко и др.) склонны считать, что золотое оруденение является «сквозным» и локализуется на различных стратиграфических уровнях. В.С. Шибко доказывал, что все месторождения золота в районе, за исключением залегающих в интрузиях, локализуются в самой верхней части серпуховского и нижней части средне- и верхнекаменноугольного комплекса пород.

А.Е. Ермоленко (1988 г.), А.Ф. Коробейников, В.В. Масленников (1994 г.), Ю.С. Ананьев (2009 г.) обосновывают в своих работах по Северо-Восточному Казахстану, что все основное золотое оруденение Западной Калбы приурочено к тонкослоистым песчано-сланцевым углеродисто-карбонатным толщам карбона, в разрезе которого выделяются четыре уровня: первый уровень приурочен к верхней терригенной части вулканогенно-кремнистой формации; второй – к средней части флишоидной формации; третий – к низам молассовой формации; 4) четвертый – к низам базальт-андезитовой формации. При этом золотое оруденение локализовалось в осадочных породах, степень метаморфизма которых соответствовала цеолитовой и пренит-пумпеллиитовой фациям.

Нарсеевым В.А. (2001 г.) все рудовмещающие отложения Кызыловского рудного поля отнесены к буконьской свите C_{2-3} bk ритмичного сложения (5 ритмов) мощностью более 980 м. Золотое оруденение локализуется, по его мнению, в нижних (тонких) элементах мезоритмов и занимает три характерные позиции: в нижней части первого элемента мезоритма (на границе с базальной пачкой); в средней части первого элемента мезоритма; в верхней части первого элемента мезоритма (на границе со вторым элементом мезоритма).

Фогельман Н.А. и Павловой В.Е. (1983 г.) все рудовмещающие отложения, выполняющие Кызыловский надвиг, отнесены к бакырчикской свите C_3 , в которой устанавливается в разрезе 5 литологических пачек: нижняя туфогенно-песчаниковая, вторая – нижняя аргиллит-алевролитовая, третья – гравелит-конгломератовая, четвертая – верхняя аргиллит-алевролитовая, пятая – верхняя конгломератовая. Основное оруденение локализуется в четвертой пачке, вторая пачка является перспективной.

Литологический фактор. Все исследователи Западной Калбы отмечают, что золотое оруденение размещается в толщах с существенным участием углеродсодержащих, карбонатизированных толщ и, главным образом, приурочено к тонкослоистым песчано-алевролитовым частям разреза (Н.И. Баженов, 1956 г., Н.И. Бородаевский, 1957 г., 1979 г., И.В. Бочаров, 1959-1963 гг., В.А. Глоба, 1965 г., А.Я. Котов 1967 г., Е.А. Алекторова, Н.А. Фогельман, 1972 г., А.Ф. Коробейников, В.В. Масленников, 1994 г., Ю.С. Ананьев, 1999г., 2009 г.). Причина осаждения золота объясняется влиянием углеродистого вещества, карбонатов и осадочных сульфидов, создававших геохимические барьеры на пути движения гидротермально-метасоматических растворов.

Сорокиной В.Е. и Шибко В.С. (1969-1970 гг.) высказывается предположение о возможном влиянии на осаждение золота диагенестических сульфидов.

А.Ф. Коробейников, В.В. Масленников (1994 г.), Ю.С. Ананьев (1999 г., 2009 г.), Ю.А. Антонов (1986 г., 2008 г.) отмечают, что для локализации золото-сульфидного оруденения наиболее благоприятными являются самые неоднородные по составу и свойствам пачки тонкоритмичного переслаивания песчаников, алевролитов, аргиллитов, гравелитов и конгломератов. Причем с разнообразным переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов связана большая часть золото-сульфидного оруденения, а с песчанистым разрезом – золото-кварцевые жилы.

По мнению Нарсеева В.А. (2001 г.), основное оруденение локализуется в специфических отложениях буконьской свиты - микститах, образующихся в прибрежно-морских и дельтовых условиях осадконакопления, при наличии иловых впадин, поднятий и каньонов с проявлением тектоно-гравитационных процессов в турбидитных осадках.

Одной из наиболее полных объемных моделей рудоконтролирующих структур района, прогнозно-поисковых критериев и факторов является вариант, сформулированный в работах А.Ф. Коробейникова, В.В. Масленникова, В.Я. Микитченко, В.Д. Борцова, Ю.С. Ананьева, Ю.А. Антонова и др. в следующем виде.

1. Анализ отношений золотого оруденения к разрывной тектонике в Западной Калбе свидетельствует о том, что известные промышленные золоторудные поля и месторождения пространственно тяготеют к Западно-Калбинскому металлогеническому поясу и одноименной структурно-формационной зоне. Они локализуются в областях сочленения глубинных разломов северо-западного, субмеридионального и субширотного простираний I и II порядка, которые являются рудоконтролирующими и рудоконцентрирующими.

2. Рудоподводящими дизъюнктивными структурами являются разломы I и II порядка, которые достигали кровли материнских магматических обособлений (для Бакырчикского рудного района, например, Кызыловский надвиг, Караузекский и Куелинский разломы).

3. Рудолокализирующими структурами золотого оруденения являются разрывные нарушения II, III и более высоких порядков. Причем направление разломов не играет определяющей роли в локализации золота. Для Бакырчикского рудного района характерна приуроченность золотого оруденения к разрывным нарушениям субширотного (месторождения Бакырчик, Большевик, Сарбас, Дальний I, Дальний, Костобе Центральное, проявления зон Широтной, Центральной), северо-западного (месторождения Миялы, Северное и Южное Костобе, Пионер, Дальний II, Дальний III), реже северо-восточного направлений (отдельные разломы II и III порядков Кызыловской и Широтной зон).

4. Благоприятными для локализации золотого оруденения являются осевые части синклинорных прогибов или наложенные синклинали II порядка, сопряженные с глубинными разломами, заполненные мощными (до 3-3,5 км) слоистыми, углеродистыми песчано-сланцевыми осадками карбона.

5. Золотое оруденение, как правило, размещается в осевых частях и крыльях приразломных антиклинальных складок II-III порядка, осложненных диагональными разрывами и зонами трещиноватости, или контролируется ими.

6. Золотое оруденение преимущественно локализуется в осадочных углеродистых и карбонатизированных породах (Бакырчик, Большевик, Миялы, Суздальское, Сенташ) или в магматических образованиях (Лесть, Акжал, Баладжал), характеризующихся повышенным содержанием железистых минералов: магнетита (в магматических породах), пирротина, гематита или железосодержащих карбонатов (в осадочных породах).

7. Наиболее благоприятными для отложения золото-сульфидных руд являются самые неоднородные по составу и физико-механическим свойствам пачки пород, представленные разнообразным переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов, гравелитов и конгломератов, микститы.

8. В рудовмещающих черносланцевых толщах отмечается рудно-метасоматическая зональность: в нижней части разреза развито прожилково-вкрапленное и вкрапленное золотое оруденение, сопровождаемое лиственитами-березитами во внутренних частях и пропилитами - во внешних. Выше по разрезу оно сменяется штокверковым и далее кварцево-жилным оруденением, которые сопровождаются листвинитизацией и березитизацией боковых пород. В телах небольших интрузий рудно-метасоматическая зональность выражается в развитии ранних щелочных метасоматитов в нижних частях разреза и поздних кислотных метасоматитов в верхних частях (с различными структурно-морфологическими типами золотого оруденения).

Неоднозначность оценки роли геолого-структурных, стратиграфо-литологических, магматических и других факторов контроля, величины временного разрыва между формированием вмещающих пород и образованием золотого оруденения обусловили появление большого количества гипотез о генезисе месторождений золото-сульфидно-углеродистой формации. В настоящее время уже ясно, что эти месторождения могут иметь различный генезис, и каждый тип формируется в определенных условиях и характеризуется своими специфическими особенностями и закономерностями локализации золотого оруденения. И поэтому выяснение и всесторонний анализ структурных и литолого-стратиграфических факторов формирования оруденения месторождения, позволяющих повысить надежность дальнейшей разведки и локального прогнозирования, имеют важное практическое значение. Решением этих вопросов автор занимался в течение большого периода лет, а результаты исследований по месторождению золота Большевик приведены ниже.

2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РАЙОНА И МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОЛЬШЕВИК

2.1 Краткая характеристика геологического строения района

Месторождение Большевик расположено в северо-западной части Западно-Калбинского золоторудного пояса и одноименной структурно-формационной зоны, которая по своему положению в герцинидах Иртыш-Зайсанской складчатой области размещается в осевой части Большого Алтая и сформировалась, в основном, в герцинскую эпоху тектоногенеза.

Западно-Калбинский пояс ограничен с юго-запада Байгузин-Булакским глубинным разломом, а с северо-востока – Теректинским разломом скрытого типа. Он протягивается в северо-западном направлении (310°) на 730 км, ширина его на северо-западе достигает 120 км, в центральной части - 40-45 км, на юго-востоке (в районе озера Зайсан) - 20-22 км.

В структурном отношении Западно-Калбинская зона представляет собой асимметричный синклиорий, осложненный складками северо-западного простирания, различными по размерам и морфологии. В тектоническом строении зоны наблюдаются также различные осложняющие деформации: шарьяжно-покровные структуры, сигмовидные изгибы, шарниры, зоны расланцевания, поперечная складчатость, разрывные нарушения, вызванные перемещениями по Западно-Калбинскому и Чарско-Горностаевскому глубинным разломам.

По данным геолого-геофизических исследований, в Западно-Калбинском синклиории выявлено несколько внутренних поднятий и прогибов в досерпуховском комплексе пород. Скрытые на глубине 2-4 км поднятия представляют собой вулканические постройки, сложенные основными вулканитами (Чарское и Миялинско-Самарское поднятия), разделенные внутренним Казаншункурско-Кучумским прогибом глубиной 6-8 км. Догерцинское основание зоны на глубине 2-4 км представляет жесткий Центрально-Калбинский массив, несогласный по отношению к северо-западным линейным структурам герцинид.

Основной металлогенический профиль пояса определяют коренные и россыпные месторождения золота. Эндогенное оруденение располагается в разрезе вулканогенно-осадочных и терригенных толщ морского и континентального происхождения и разделено на четыре золоторудных района (Г.Н. Щерба, Х.А. Беспаяев, Б.А. Дьячков и др., 2000 г.): Мукурский, Бакырчикский, Кулуджунский, Баладжальский и 12 рудных узлов: Семейтау,

Кедей, Дельбегетей, Эспе, Сарытау, Бакырчик, Канайка, Казан-Чункур, Жанатас, Сентас, Джумба и Кулуджун.

Месторождение Большевик является вторым по величине (после месторождения Бакырчик) золоторудным объектом Кызыловского рудного поля в Бакырчикском рудном районе и узле.

Бакырчикский блок и одноименный рудный район (и узел) имеют глубину погружения фундамента порядка 3-4 км. В чехле фундамента выделяются три яруса: нижний, сложенный терригенными (граувакковыми) комплексами C_1 и C_1-C_2 , средний – углеродистыми терригенными толщами C_{2-3} и верхний – молассой C_3-P_1 . Терригенные породы в различной степени деформированы с образованием коробчатых складок. Рисунок складчатости усложняется в зонах влияния региональных разломов I и II порядков. Отложения C_{2-3} залегают с размывом на породах C_1-C_2 , образуя синформы, в то время как моласса лежит на всех породах с резким угловым и стратиграфическим несогласием. В этом блоке, имеющем территорию около 3500 км², сосредоточено более 120 проявлений золота разной формационной принадлежности. Размещение месторождения Большевик контролируется широтной Кызыловской зоной смятия на участке её сопряжения с Западно-Калбинским региональным разломом северо-западного простирания (320°).

По данным сейсморазведочных работ и интерпретации гравикомагнитных данных, проведенных на территории района (И.Т. Сокол и др., 1972, 1976, 1979 гг.), устанавливается, что Западно-Калбинский региональный разлом прослеживается до глубины 19 км и достигает поверхности «базальтового» слоя. Падение разлома – северо-восточное под углом 50-60°. Оперяющие его со стороны висячего бока крупные широтные разрывы – Караузекский и Кызыловский падают навстречу друг другу на юг и на север, соответственно, под средними углами 35-45°. К северу и югу от этих разрывов по данным гравиразведки и магниторазведки (Г.Н. Щерба, Б.А. Дьячков, Г.П. Нахтигаль, 1976 г.; Е.А. Ганжа, В.В. Масленников, К.С. Ахметов, 1976 г.) на глубине установлены слепые интрузивные тела гранитоидов повышенной основности – производные малых интрузий и даек габбро-плагиогранитовой формации кунушского интрузивного комплекса (C_3-P_1). Эти интрузии находятся по краям прогиба в основании Бакырчикского блока, что позволяет понимать всю глубинную структуру, заключенную между Караузекским разломом и Кызыловской зоной смятия, в виде грабен-синклинали ассиметричного строения, а блоки, расположенные к северу и к югу от указанных разрывов, как приподнятые борта грабена (В.В. Масленников, К.С. Ахметов, 1981 г., В.А. Нарсеев, 2001г.).

В пределах этой грабен-синклинали выделяются ряд тектонических блоков, имеющих специфическое строение и развитие (рис. 2.1.1). Месторождение Большевик расположено в Рудном блоке III. Западно-Калбинский разлом представлен здесь сжатыми складками пород серпухова, превращенными в биотитовые и биотит-кордиеритовые роговики, включающие штоки гранитов-плаггиогранитов (кунушский, салдырминский, тастауский комплексы). Под воздействием гранитоидных масс в блоке произошло слабое ороговикование терригенных пород и пирротинизация сингенетического пирита. Это отражается в повышенной намагниченности пород (до $250-500 \times 10^{-6}$ СТСМ).

Глубинное строение Бакырчикского блока характеризуется следующими данными (В.В. Масленников, 1988 г., В.Н. Любецкой и др., 2005 г.): мощность земной коры составляет 47,1 км (П Мохо); «базальтового» слоя - 21,3 км (П Конрада); «диоритового» слоя - 7,9 км; «гранитного» слоя - 10 км; мощность пород догерцинского основания - 9,8 км, герцинид - 7-8 км. Этот прогиб догерцинского основания складчатой системы является наиболее глубоким в пределах Западно-Калбинской зоны, причем ось этого прогиба совпадает с Кызыловским рудным полем и главным рудовмещающим разрывом - Кызыловской зоной смятия. По геофизическим данным на глубине здесь расположен «слепой» интрузив кунушского комплекса (C_3-P_1) размером 7x3 км с прогнутой кровлей. Глубина кровли интрузива в прогнутой части достигает 4 км, в краевых частях - 3 км.

На формирование месторождений Кызыловской золотоносной зоны предложены модели нескольких типов, три из них основные (взаимно дополняющие друг друга): сингенетическая (В.И. Зенкова, 1978 г.), эпигенетическая гидротермально-метасоматическая (В.Н. Любецкой, 1984 г., Л.Г. Марченко, 1986 г., М.И. Константинов, 1989 г., А.Ф. Коробейников, 1994 г., М.С. Рафаилович и М.М. Старова, 2001 г., Ю.С. Ананьев, 2009 г. и др.) и сингенетически-эпигенетическая (М.А. Мысник, 2000-2001 гг., В.А. Нарсеев, 2001 г., В.И. Фомичев, 2003 г. и др.). Ряд исследователей относили их формирование к гидротермальному типу образовавшемуся при средних температурах и глубинах (Н.И. Бородаевский, 1964 г., А.Я. Котов, 1966 г., Ю.А. Овечкин, 1969-1973 гг., П.Ф. Иванкин, 1971 г., В.В. Масленников, 1979 г., В.Я. Микитченко, 1981 г., Ю.А. Антонов, 1984-2001 гг., С.И. Игнатъев, 1989-1993 гг.).

В настоящее время, по мнению автора, месторождение Большевик и другие проявления золота Кызыловской зоны были сформированы, по крайней мере, в два этапа: рудоподготовительный осадочно-диагенетический и продуктивный рудоформирующий эпигенетический эндогенный. На раннем сингенетическом этапе формировались вулканогенно-гидротермально-осадочные золотоносные образования в донных лимических отложениях бакырчикской свиты. Второй этап - метаморфогенно-

гидротермально-метасоматический ремобилизионный, многоступенчатый, насыщающий руды до промышленных содержаний под влиянием стресс-метаморфизма и гидротермальных потоков, приносивших эндогенное золото со стороны глубинного очага (гранитоидного массива). Он сопровождался березитизацией и лиственитизацией, образованием серицит-карбонат-кварцевого ореола, золото-пирит-арсенопиритового оруденения, включая ремобилизацию металла из осадочной толщи. Одновременно происходили перераспределение и гидрогенизация углеродистого вещества группы керит-шунгита, образующего шунгитовый ореол («рубашку») вокруг рудных тел. Золото и углерод пространственно совмещены в едином процессе без явных корреляционных связей.

Изучение изотопного состава свинца в золотосодержащих сульфидных минералах ($Pb/U > 50$, Н.Г. Сыромятников, 1988 г., О.Г. Кошевой, 2007 г.) показало, что процесс формирования оруденения месторождений Большевик и Бакырчик охватывает интервал времени в 300 млн. лет и включает 6 возрастных уровней: 560 ± 18 млн. лет ($V-\epsilon_1$); 447 ± 10 млн. лет (O_3-S_1); 320 ± 13 млн. лет (C_{1-3}); 229 ± 20 млн. лет (T_{1-2}); 201 ± 28 млн. лет (T_{2-3}), 100 ± 24 млн. лет (K_{1-2}). Для руд месторождения Большевик характерны 4 уровня (II-V). Большинство уровней отвечает главным стадиям геодинамического развития пояса. Начало рудного процесса относится к первому рифтогенному этапу (ϵ_1-O_1). Второй период можно связать с вулканизмом начала второго цикла рифтогенно-коллизийного тектоногенеза (O_3-D_1). Третий возрастной уровень отвечает ранней коллизии, совпадает по времени (C_3-P_1) с внедрением золотоносных интрузий, штоков и даек кунушского интрузивного комплекса и формированием основного объема оруденения. Оставшиеся три уровня характеризуют время регенерации золотого оруденения в поздний тафрогенный этап развития пояса. По Услугину М.О. (2008 г.) они связаны с активизационными этапами молодых циклов рифтогенно-коллизийного тектоногенеза (P_1-T_1 ; T_1-J_3 ; J_3-K).

Таким образом, полученные данные изучения U-Pb изотопии сульфидных минералов (пирита, арсенопирита, галенита) и нескольких фаз органического вещества свидетельствуют о зарождении первичных концентраций Pb и Au задолго до образования рудоносной бакырчикской свиты, т.е. о многоступенчатом концентрировании металлов. Наиболее вероятной причиной многоэтапного процесса рудонакопления является тектоно-магматический режим региона. Установленная многоэтапность процесса привноса рудного вещества подтверждает мнение о значительной роли крупных глубинных, «долгоживущих» разломов I и II порядка (Западно-Калбинского, Северо-Западного,

Кызыловского) в процессе формирования и локализации золотого оруденения месторождений Большевик и Бакырчик.

Кызыловская золоторудная зона является опережающей к Западно-Калбинскому и Северо-Западному долгоживущим глубинным разломам. Поднадвиговая часть ее расположена в области влияния скрытого на глубине гранито-гнейсового купола. По существу, Северо-Западный разлом (рис. 2.1.1) разграничивает два резко различных блока земной коры: Миялинский с мощным гранулит-базитовым слоем и резко сокращенным гранитно-метаморфическим и Казаншункурский с сокращенным в мощности гранулит-базитовым и мощным гранитизированным гранитно-метаморфическим слоями.

Месторождение Большевик (как и месторождение Бакырчик) тяготеет к указанной мобильной глубинной границе. По отношению к структурам основания терригенного прогиба оно располагается над юго-западным бортом Миялинского палеоостроводужного поднятия, ограниченного Северо-Западным разломом, на участке сопряжения его с пологопадающей к северу широтной Кызыловской зоной сдвига-надвиговых деформаций. В зоне Северо-Западного разлома на глубине 4,5-5 км от поверхности локальными гравитационными максимумами фиксируется интрузия габбро-диоритов, а в зоне Западно-Калбинского разлома на глубине 2-7 км отмечается интрузия гранитов кунушского комплекса. Рудные залежи Кызыловского рудного поля образуют веерный односторонний пучок с корнями в апикальной части выше названных интрузий. Расстояние от нижней границы разведанных рудных тел до кровли интрузивов по склонению составляет около 5-6 км. Рудные тела падают на север под углами 30-50°, а склоняются по азимуту 335-25° под углами 25-30°. Рудные залежи в совокупности с интрузиями скрытых на глубине гранитов и габбро-диоритов, а также дайками кунушского комплекса представляют единую рудно-магматическую систему – односторонний асимметричный рудно-магматический пучок. Расхождение рудно-магматических струй - веерное, размер пучка в горизонтальном сечении на современной поверхности - более 17,5 км. Его пространственное положение определяется разрывами Кызыловской структуры, контролирующей размещение оруденения и осевыми зонами антиклиналей II порядка ее висячего бока.

Согласно схеме структурно-формационного районирования, традиционно используемой в Зайсанской складчатой области, район месторождения Большевик находится в Западно-Калбинской структурно-формационной зоне, которая до конца D_3fm являлась унаследованным прогибом, с серпухова испытавшим общее поднятие. После главной фазы складчатости наступил наземный режим, сопровождавшийся формированием вулканогенно-осадочных образований с повышенным содержанием

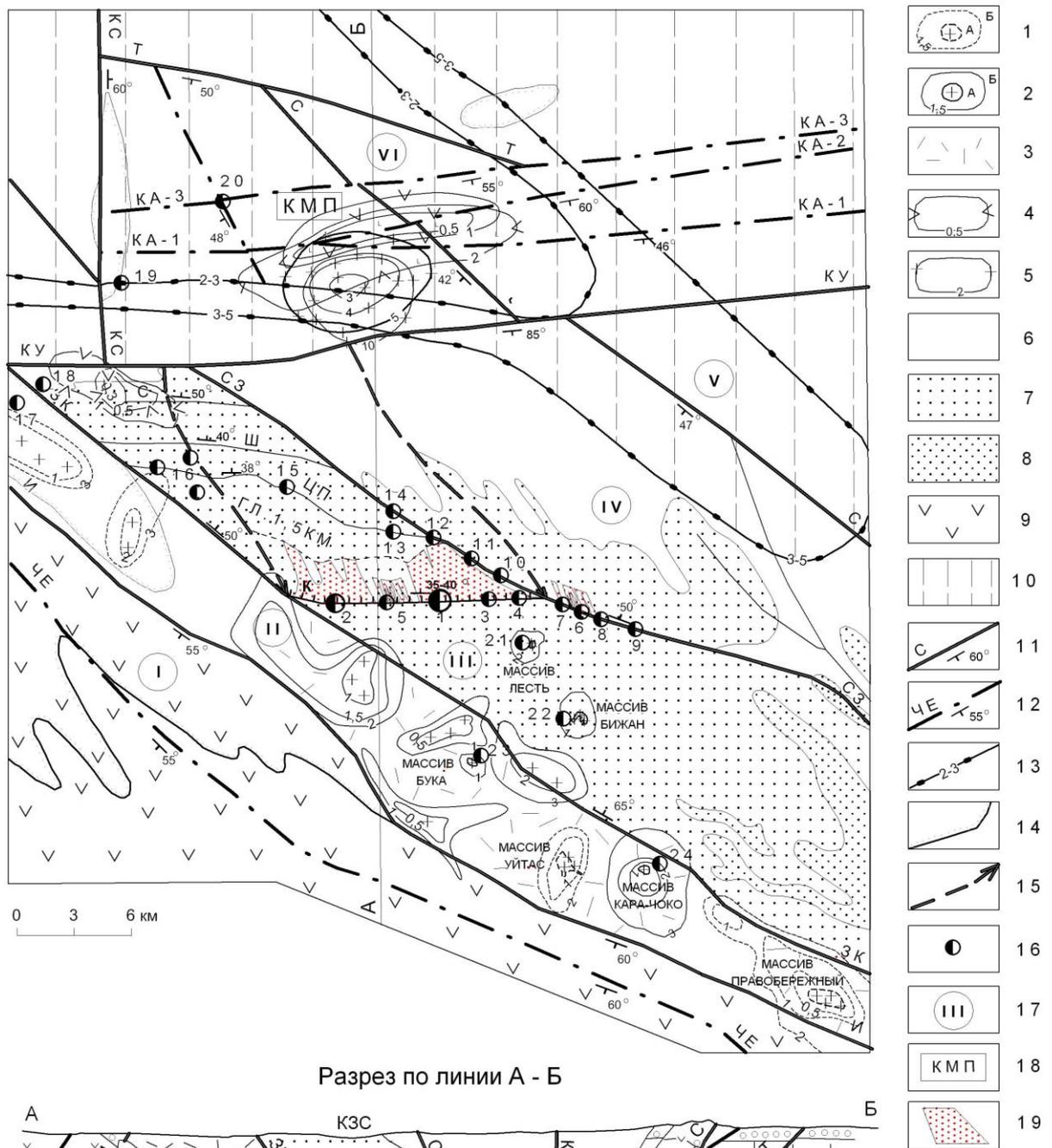


Рисунок 2.1.1. Тектоно-магматическая схема строения Бакырчичского рудного района по Юрченкову Е.М. (1986 г.), с корректировкой Нарсеева В.А. (2001 г.) и Антонова Ю.А. (2008 г.)

Условные обозначения к рисунку 2.1.1:

1 – гранитные интрузии калбинского комплекса P_1 : а) выходы на поверхность; б) изолинии глубин залегания поверхности контакта (в км); 2 – гранитоиды кунушского комплекса C_3-P_1 : а) выходы на поверхность; б) изолинии глубин залегания поверхности контакта (в км); 3 – области развития контактовых роговиков; 4 – области развития вулканитов основного-среднего состава (по данным магниторазведки и гравиметрии) в изолиниях глубин залегания (в км); 5 – интрузивы среднего-основного состава в изолиниях глубин залегания поверхности контакта (в км); 6 – область развития пород терригенного комплекса; 7 – то же, повышенной намагниченности $250-500 \times 10^{-6}$ СГСМ; 8 – то же, повышенной намагниченности более 500×10^{-6} СГСМ; 9 – область развития пород вулканогенных и терригенно-вулканогенных комплексов Чарской зоны; 10 – комплекс пород каледонского фундамента; 11 – глубинные разломы I порядка и элементы их залегания; буквы – название: Т – Терентьевский, С – Сейсмический, КС – Кызылсуйский, ЗК – Западно-Калбинский, И – Игоревский, КУ – Куелинский; СЗ – Северо-Западный; 12 – разломы II порядка и элементы их залегания; буквы – название: КА-1 – Караузекский первый, КА-2 – Караузекский второй; КА-3 – Караузекский третий, С – Северный, Ш – Широтный, ЦП – Центральный-Параллельный, К – Кызыловский; ЧЕ – Черниговский; 13 – изолинии глубин залегания поверхности каледонского фундамента (в км); 14 – границы структурных этажей; 15 – направление (по восстанию) линий сочленения (пересечения) плоскостей разломов Западно-Калбинского и Северо-Западного с Кызыловским; 16 – основные проявления золота района золото-сульфидно-углеродистой формации и их номера: 1 – Бакырчик, 2 – Большевик, 3 – Промежуточное, 4 – Глубокий Лог, 5 – Загадка, 6 – Сарбас, 7 – Кармен, 8 – Бидель, 9 – Кармаин, 10 – Дальний III, 11 – Дальний II, 12 – Дальний, 13 – Дальний I, 14 – Северо-Западное, 15 – Центральное, 16 – Костобе, 17 – Гористое, 18 – Переревальное, 19 – Западные Куелы, 20 – Миялы, 21 – Лесть, 22 – Бижан, 23 – Жанаул, 24 – Кара-Чоко; 17 – блок и его номер; 18 – Караузекская магматическая (вулкано-плутоническая) постройка (КМП); 19 – проекции разведанных и предполагаемых рудных столбов I порядка месторождений Большевик, Бакырчик (до глубины 1,5 км) и Сарбас

углеродистого вещества.

В основу расчленения палеозойских отложений Бакырчикского района положена схема, разработанная в процессе геолого-съёмочных работ масштабов 1:200000 и 1:50000, тематических исследований в Северо-Западной Калбе, а также геологического доизучения района масштаба 1:50000 (Е.М. Юрченков и др., 1986 г.) и утвержденная МСК в 1988 г. Формационная принадлежность отложений, развитых на изученной территории, принята по Кагарманову А.Х. (1981 г.).

В геологическом строении района месторождения Большевик принимают участие стратифицированные отложения палеозоя: нижнего, среднего и верхнего карбона, прорванные верхнекаменноугольными–нижнепермскими интрузиями габбро-плагиогранитовой формации, смятые в складки и разбитые на блоки разрывами различных порядков и направлений. Весь комплекс карбоновых пород перекрыт четвертичными и современными покровными отложениями (рис. 2.1.2).

Литолого-стратиграфический разрез Кызыловского рудного поля представлен следующими подразделениями: 1) алевролитопесчаниковая толща ($C_1s_2-C_2$); 2) буконьская свита (C_2bk); 3) бакырчикская свита (C_3).

Алевролитопесчаниковая толща ($C_1s_2-C_2$) принадлежит Западно-Калбинскому синклинию и слагает не менее 70% площади района и 90% Кызыловского рудного поля. Ее отложения интенсивно смяты в складки разного ранга. Она является вмещителем многочисленных известных золоторудных месторождений и рудопроявлений. Впервые она была выделена Муратовым М.В. и Славиным В.И. (1943-1953 гг.) как калбинская свита. Впоследствии эти отложения в качестве кокпектинской свиты картировались Комаровым П.И. (1957 г.), Викуловой Л.В. (1961 г.) и др. геологами. Полторыхиным П.И. и Киселевым Н.Н. она подразделялась на кокпектинскую в Западно-Калбинской СФЗ и даланкаринскую свиту – в Калба-Нарымской СФЗ. Толща согласно ложится на отложения нижележащей аганактинской свиты и несогласно перекрывается осадочными породами буконьской и бакырчикской свит. Представлена она терригенными отложениями морской молассы: гравелитами, песчаниками, алевролитами, иногда известковистыми, с редкими маломощными линзами известняков. По набору и соотношению литологических разностей толща подразделяется на две подтолщи: нижнюю – песчаниковую и верхнюю – песчаниково-алевролитовую.

Нижняя подтолща ($C_1s_2-C_2^a$) по составу очень однообразна и состоит из полимиктовых, вулканомиктовых и граувакковых песчаников серого цвета с зеленоватым и голубоватым оттенком, среди которых встречаются прослои с «окатышами» черных алевролитов. Довольно часто встречаются отпечатки неопределимого растительного

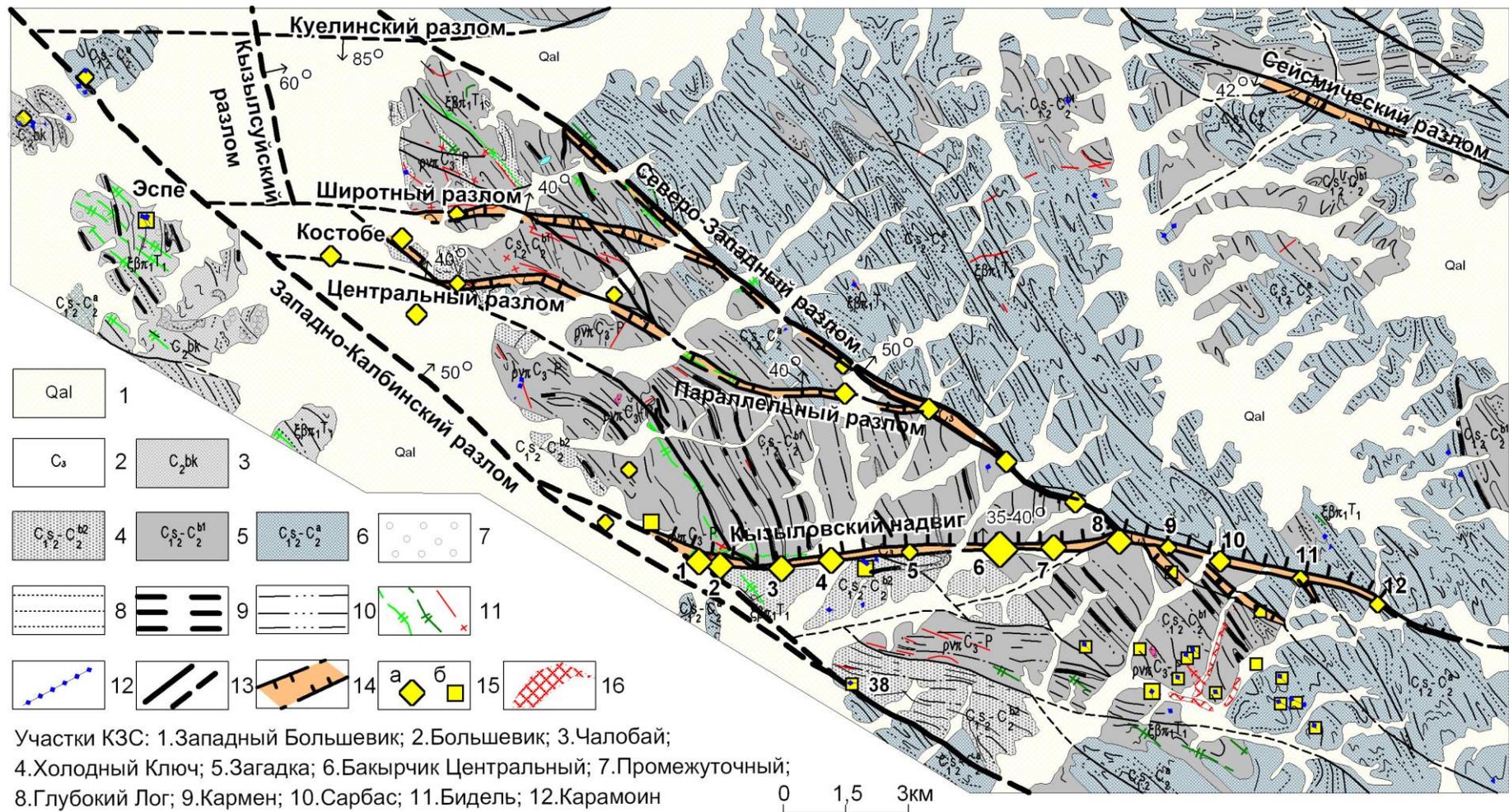


Рисунок 2.1.2. Геолого-структурная карта Бакырчикского золоторудного района по Юрченкову Е.М. (1986 г.), с корректировкой Антонова Ю.А. (2011 г.)

Условные обозначения к рисунку 2.1.2:

1 – нерасчлененные неоген-четвертичные отложения; 2 - бакырчикская свита: темно-серые углистые и углисто-глинистые алевролиты, аргиллиты, разнозернистые темно-серые углистые песчаники, переслаивание песчаников с алевролитами и аргиллитами, гравелиты, микститы, большое количество флоры и рассеянного органического вещества; 3 – буконьская свита: серые, темно-серые и зеленовато-серые разнозернистые полимиктовые песчаники, гравелиты, конгломераты, углисто-глинистые и углистые алевролиты и алевропелиты; 4-6 – алевролитопесчаниковая толща: 4 - верхняя пачка (алевролитовая) верхней песчанико-алевролитовой подтолщи: переслаивание слоев с градационной слоистостью (от мелкозернистых песчаников до алевролитов и пелитов) с редкими маломощными (до 5 м) прослоями среднезернистых полимиктовых песчаников, 5 - нижняя пачка переслаивания алевролитов и песчаников верхней песчанико-алевролитовой подтолщи: грубое переслаивание углисто-глинистых алевролитов и среднезернистых полимиктовых песчаников с небольшими линзовидными маломощными выходами известняков и андезитовых порфиритов, 6 - нижняя подтолща алевролитопесчаниковой толщи: полимиктовые, вулканомиктовые и граувакковые песчаники серого цвета с зеленоватым и голубоватым оттенком, среди которых встречаются прослои с «окатышами» черных алевролитов и линз мраморизованных известняков, иногда андезитовых порфиритов; 7 - конгломераты и гравелиты; 8 - песчаники; 9 - углистые алевролиты; 10 - тонкое переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов; 11 - дайки пестрого состава; 12 - кварцевые жилы; 13 - разрывные нарушения; 14 - зоны и участки гидротермально измененных пород, благоприятных для выявления золотого оруденения; 15 - золоторудные месторождения прожилково-вкрапленного типа (а) и кварцевожильного типа (б); 16 - ложковые россыпи золота (частично отработанные)

детрита. Алевролиты состоят в тонком переслаивании с мелкозернистыми песчаниками и занимают незначительную часть объема подтолщи. Общая ее мощность достигает 940 м. Участками в разрезе подтолщи картируются линзы мраморизованных известняков и андезитовых порфиритов. Известняки содержат многочисленные остатки криноидей, пелеципод, гастропод и пр.

Верхняя подтолща (C₁S₂-C₂^b) лежит согласно на нижней песчаниковой подтолще и выполняет ядра синклинальных структур, имея наибольшее распространение в районе Кызыловского разлома. Состав ее песчанико-алевролитовый. Е.М. Юрченков (1986 г.) выделил в ней две пачки: нижнюю и верхнюю.

Нижняя пачка переслаивания алевролитов и песчаников верхней песчанико-алевролитовой подтолщи ($C_{1s2}-C_2^{b1}$) представлена преимущественно грубым переслаиванием углисто-глинистых алевролитов и среднезернистых полимиктовых песчаников. Нижней границей ее принята подошва первого мощного слоя алевролитов. В этой пачке наблюдаются небольшие линзовидные маломощные выходы известняков и андезитовых порфиритов. Песчаники нижней пачки верхней подтолщи составляют около 60%, алевролиты – 40%, известняки и базальты – менее 0,001%.

Нижняя часть этой пачки фрагментарно отмечается со стороны лежащего бока Кызыловской зоны (в районе Северо-Западного разлома). Основная площадь месторождения Большевик, расположенная со стороны висячего бока зоны, полностью сложена отложениями этой пачки.

Верхняя пачка (алевролитовая) верхней песчанико-алевролитовой подтолщи ($C_{1s2}-C_2^{b2}$) представлена преимущественно переслаиванием слоев с градационной слоистостью (от мелкозернистых песчаников до алевролитов и пелитов) с редкими маломощными (до 5 м) прослоями среднезернистых полимиктовых песчаников. Нижней ее границей является подошва преимущественно алевролитовой пачки с градационной слоистостью. Эта пачка обнажается в лежащем боку зоны к западу от участка Промежуточный месторождения Бакырчик вплоть до зоны Западно-Калбинского разлома (рис. 2.1.2) и слагает южную часть площади месторождения Большевик.

Общая мощность алевролитопесчаниковой толщи составляет около 4150 м. Возраст ее (по фауне, конодонтам, спорам и пыльце) отвечает позднесерпуховскому-среднекаменноугольному времени.

Буконьская свита (C_2bk). Отложениями буконьской свиты сложены: небольшая широтная синклиналь в лежащем боку зоны Кызыловского разлома (в районе месторождения Бакырчик) и рудное поле месторождения Эспе, где в составе свиты по литологическому признаку выделены 7 пачек. Во всех случаях свита несогласно залегает на алевролитопесчаниковой толще (в ее различных частях), выше, предположительно несогласно, перекрывается отложениями бакырчикской толщи. Нижней границей буконьской свиты является первый выдержанный горизонт конгломератов. Представлена она серыми, темно-серыми и зеленовато-серыми разнозернистыми полимиктовыми песчаниками, гравелитами, конгломератами, углисто-глинистыми и углистыми алевролитами и алевропелитами. Галька конгломератов представлена глинисто-кремнистыми алевролитами, силицитами, песчаниками, порфиритами. Мощность свиты составляет около 1100 м: из них на долю конгломератов и гравелитов приходится 230 м (20%), песчаников – 790 м (73%), алевролитов – 80 м (7%).

По определениям флористических остатков возраст свиты принимается средне-каменноугольным (верхи башкирского и московский века).

Бакырчикская толща (С₃) впервые была выделена Кагармановым А.Х. (1964 г.) и Шибко В.С. (1965 г.) в пределах зоны Кызыловского надвига на основании находок верхнекаменноугольной флоры в карьерах месторождения Бакырчик. Позднее Фогельман Н.А. и Павловой В.Е. (1983 г.) эти отложения были отнесены к самостоятельной стратиграфической единице – бакырчикской свите. В 1986 г. Юрченковым Е.М. и его коллегами при производстве геологического доизучения масштаба 1:50000 Бакырчикского рудного района отложения бакырчикской толщи были обнаружены не только в карьерах месторождений Бакырчик (карьер № 4), Большевик (карьер № 3) и Сарбас, т.е. в той же зоне Кызыловского разлома, но и в долине р. Кызыл-Су, где они были вскрыты буровыми скважинами под покровом кайнозойских отложений. Предполагается, что эти образования выполняют здесь небольшие линейно вытянутые синклинальные складки меридионального и субширотного простирания.

Во всех случаях отложения представлены черными сильно углистыми аргиллитами и алевролитами, среди которых изредка встречаются линзы плохо отсортированных гравийных песчаников, гравелитов и мелкогалечниковых конгломератов. Обломки представлены, в основном, терригенными породами – граувакковыми и полимиктовыми песчаниками. В алевролитах и песчаниках часто встречаются детрит листовой и стеблевой флоры. Мощность толщи превышает 200 м.

Наиболее характерными литологическими признаками отложений бакырчикской толщи являются: наличие косої слоистости; плохая сортировка и окатанность грубообломочных фракций; высокая углистость, вплоть до появления слойков и линз каменного угля мощностью 1-10 см; присутствие в угленосном разрезе сидеритовых конкреций и фосфористых стяжений, тонких линз (мощность 5-20 см) шамозит-сидеритовых болотных железных руд; наличие своеобразных текстурных образований в виде конгломератовидных пород. Сложены они линзовидными обломками песчаников различной зернистости, погруженными в углисто-глинистый матрикс черного цвета. Образование подобных «пудинговых» текстур обычно связывается с деформациями подвижного слабо литифицированного осадка при стрессовых нагрузках, при этом слои песчаников, как относительно более устойчивые вследствие меньшего внутреннего давления поровой воды, будинируются и погружаются (со смещениями) в более подвижный сильно обводненный углисто-глинистый материал. Приведенные факты указывают на то, что деформация отложений бакырчикской толщи в зоне Кызыловского надвига началась до того, как были отжаты поровые воды, т.е. вскоре после отложения

осадков, или даже параллельно с осадконакоплением (это очень важно для установления времени проявления рудовмещающих тектонических структур).

Нарсеевым В.А. (2001 г.) грубокластические комплексы пород бақырчыкской толщи, состоящие из обломков любых размеров и форм, хаотически рассеянных в более тонкозернистой основной массе (матриксе), отнесены к фации микститов. Обломочный материал микститов состоит из кварца, плагиоклаза, тонкозернистых вулканогенных и метаморфических пород. Здесь же встречается большое количество флоры и рассеянного органического вещества, придающего породам специфический темный цвет.

Возраст бақырчыкской толщи уверенно определен как позднекаменноугольный на основании многочисленных сборов флоры хорошей сохранности.

Таким образом, основными рудовмещающими толщами, слагающими месторождение Большевик, являются углеродсодержащие породы алевритопесчаниковой толщи ($C_{1S2}-C_2$), бақырчыкской (C_3) и, фрагментарно, буконьской свит (C_{2bk}), по своей формационной принадлежности отвечающие морской флишеидной и прибрежно-морской молассовой формациям. Средние содержания углеродистого вещества в основных разновидностях этих пород превышают его кларк для осадочных пород (0,5%) от 2–6 до 10-14 раз, что позволяет отнести их к углеродосодержащим или «черносланцевым» формациям, а по содержанию $C_{орг.}$ – к слабоуглеродистым.

2.2 Краткая характеристика геологического строения месторождения Большевик

Золоторудное месторождение Большевик находится в Жарминском районе Восточно-Казахстанской области, в непосредственной близости (4 км к западу) от месторождения Бақырчык и одноименного горнодобывающего предприятия, в 2,5 км к востоку от новой ж.д. станции Шалабай, в 51 км к востоку от ж.д. станции Чарск (г. Шар), в 160 км к юго-востоку от г. Семей (бывшего г. Семипалатинска) и в 90 км к юго-западу от областного центра г. Усть-Каменогорска. Ближайшие населенные пункты – село Шалабай и пос. Ауэзов расположены, соответственно, в 2 км и 8 км к юго-востоку от рудника Большевик. Площадь месторождения составляет 5,62 км². Координаты центра этой площади: 49°42'55'' с.ш., 81°29'18'' в.д.

Первые сведения о промышленной золотоносности месторождения Большевик были получены Катковским Г.С. в 1944-1945 гг. (месторождение описано под названием «участок Мукумбай»). В 1955 г., при проведении поисков масштаба 1:10000 (Щавейников Р.И. и др.), было подтверждено наличие промышленных концентраций золота на участке Большевик. В 1956-1960, 1965-1966, 1968-1972, 1974-1983 гг. на рудопроявлении

проводились поисково-разведочные работы на верхних горизонтах, и вплоть до 1984 г. оно считалось мелкомасштабным месторождением и было объектом локальной старательской добычи. В 1984-1986 гг. на месторождении проведены планомерные поисково-оценочные работы в интервале глубин 0-500 м (Ю.А. Антонов, 1986 г.), показавшие наличие на участке значительных промышленных запасов золота. В 1986-1993 гг. проведенные здесь горно-буровые разведочные работы позволили утвердить запасы балансовых руд категории С₁ и С₂ в количестве 4,9 млн. т при среднем содержании металла 6,45 г/т. Для подсчета запасов использовались следующие параметры кондиций: бортовое содержание золота для оконтуривания пересечений – 3 г/т; минимальное промышленное содержание золота в блоке – 5 г/т; минимальная мощность рудного тела – 1,0 м; максимальная мощность некондиционных руд и пустых прослоев – 4 м.

За все годы золотое оруденение на поверхности было прослежено по простиранию Кызыловской структуры канавами через 25-100 м, вскрыто поисковыми шурфами по сети 50-100 м, а богатое оруденение (более 3-5 г/т) было разведано глубокими (до 20 м) шурфами с рассечками и отработано 4 карьерами глубиной 20-60 м. На глубину 100-630 м золотая минерализация в пределах рудных столбов прослеживалась скважинами колонкового алмазного бурения по сети 50-200х50–100 м, а на участке Чалобай вскрыта на горизонтах 330 и 250 м выработками наклонной шахты № 14.

С 1960 г. месторождение обрабатывалось открытым способом рудниками и старательскими артелями ГОК «Алтайзолото», а с 1996 г. и по настоящее время - ТОО (ЗАО) «Артель ТРУД» и ТОО «Inter Gold Capital». За весь период эксплуатации добыто более 1,0 млн. т руды со средним содержанием металла 5,3 г/т.

В структурном отношении месторождение расположено в Бакырчикском рудном районе Западно-Калбинского золоторудного пояса и одноименной структурно-формационной зоны Большого Алтая. Оно приурочено к западному 4 км флангу Кызыловской зоны смятия (КЗС), в месте ее причленения к региональному Западно-Калбинскому разлому и исторически разбито на 4 участка (с запада на восток): Западный Большевик, Большевик, Чалобай, Холодный Ключ (рис. 2.2.1).

В основу излагаемых ниже представлений об особенностях локализации золотого оруденения на месторождении Большевик легли данные геолого-съемочных и поисково-разведочных работ, геолого-структурного картирования и тематических исследований, проведенных совместно с сотрудниками КазИМС и ЦНИГРИ.

Особенности строения Кызыловской рудной зоны.

Основная рудоконтролирующая и рудолокализирующая структура месторождения – Кызыловский надвиг (исторически названная Кызыловской зоной смятия),

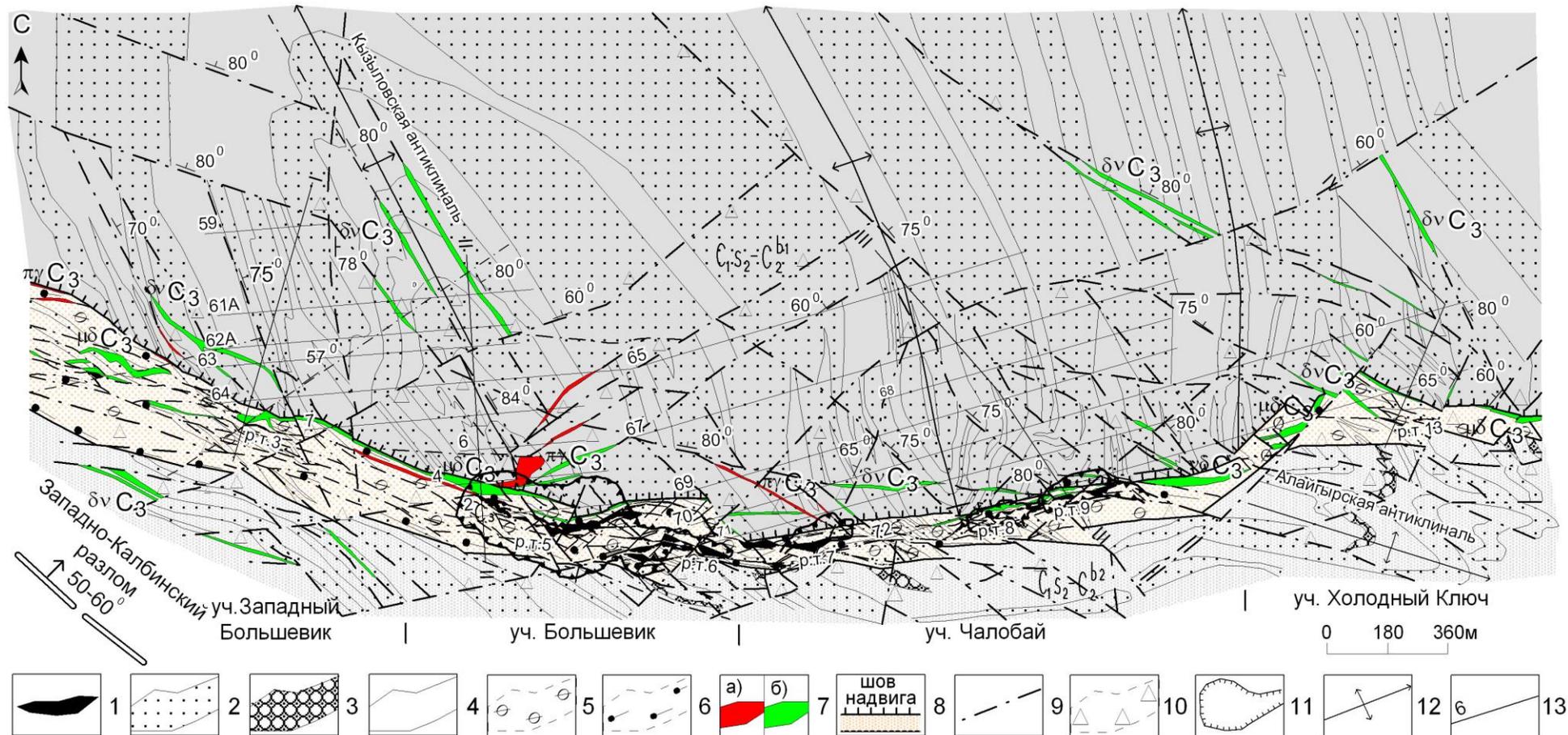


Рисунок 2.2.1. Геолого-структурная карта месторождения Большевик:

1 - выходы рудных тел на поверхность или полотно карьера; 2 - углистые песчаники и алевропесчаники; 3 - углистые гравелиты и конгломераты; 4 - углисто-глинистые алевролиты и аргиллиты, тонкое переслаивание углистых песчаников с углисто-глинистыми алевролитами и аргиллитами; 5 - тектониты; 6 - милониты; 7 - дайки: а) кислого состава, б) основного и среднего состава; 8 - Кызыловская золоторудная зона; 9 - оперяющие и внутризонные разломы; 10 - дробление пород; 11 - контур добычных карьеров; 12 - оси антиклинальных складок II порядка; 13 - разведочные линии

прослеживается в гравитационном поле локальным минимумом силы тяжести. МОВ установлено продолжение КЗС на север на глубину 5-6 км с углом падения 35-40°. На всем своем протяжении (17,5 км) КЗС имеет широтное простирание и падает по данным буровой разведки на север в среднем под углами 30-50°. По данным МОВ, с глубиной КЗС выполаживается до 25-30° и имеет тенденцию на глубинах 2-2,5 км к увеличению своей мощности до 800-1000 м (В.А. Нарсеев и др., 2001г.). Кызыловская зона фиксируется отрицательными аномалиями естественного поля (ЕП) до -(100-500) мв при фоне в безрудных толщах от 0 до -50 мв, а участки в ней с развитым углеродистым метасоматозом и наложенной золото-сульфидной минерализацией отмечаются аномалиями вызванной поляризации (ВП) 5-15%. В разрезе зона хорошо фиксируется методом скважинного каротажа КС (кажущихся сопротивлений), как зона повышенной проводимости (интенсивной трещиноватости, графитизации, сульфидной минерализации), имеющая пониженное удельное электрическое сопротивление, равное первым десяткам ом. м (вмещающие зону породы со стороны лежащего и висячего боков имеют сопротивление сотни и тысячи ом.м).

Кызыловская зона представляет собой сложно построенную структуру, состоявшую в дорудный период, вероятно, из серии сближенных субширотных разломов, погружающихся к северу под углами 30-50°, и серии более мелких разломов и зон трещиноватости северо-западного и северо-восточного простираний. В настоящее время Кызыловская зона выражена узкой (50-350 м) широтной полосой распространения пород бакырчикской толщи верхнекаменноугольного возраста (С₃) и внедренных в них даек пестрого состава кунушского интрузивного комплекса (С₃-Р₁) вдоль Кызыловского надвига. Разведанные рудные залежи прожилково-вкрапленных золото-пирит-арсенопиритовых руд, относимых к золото-сульфидно-углеродистой формации, располагаются внутри зоны гипсометрически в ее верхней и средней частях.

По мнению Фогельман Н.А. и Павловой В.Е. (1983 г.), эта структура в позднеорогенный этап развития герцинид являлась узкой наложенной впадиной (Кызыловским грабеном) и была заполнена верхнекаменноугольными отложениями (бакырчикская свита) мощностью более 200 м, на которые в последствии по северному борту рампа произошло надвигание складчатых толщ нижнего карбона, и он превратился в надвиг. При этом нелитофицированные породы бакырчикской толщи интенсивно сминались, рассланцовывались, будинировались. Вслед за этим в КЗС внедрились дайки габбро-плагиогранитовой формации кунушского комплекса, предшествовавшие процессу промышленного рудообразования.

Все разведанное промышленное золотое оруденение на месторождении приурочено к подзоне тектонитов внутри Кызыловского надвига (Ю.А. Антонов, 1986 г.) или верхней аргиллит-алевролитовой пачке (Н.А. Фогельман и В.Е. Павлова, 1983 г.), или горизонту микститов первого уровня (В.А. Нарсеев 2001 г.), которые можно считать главной рудовмещающей толщей Кызыловской рудной зоны. Этот горизонт на разных участках месторождения характеризуется различной продуктивностью в зависимости от фациальных изменений, дислоцированности, физико-механических свойств пород в нем, наличия и контроля диагональных разломов и пликативных структур всячего бока.

Всего на месторождении разведано 17 рудных тел золото-сульфидных прожилково-вкрапленных руд. Запасы балансовых руд подсчитаны по 30 линзам, оконтуренным с бортовым содержанием золота 3 г/т.

По обе стороны КЗС план складчатых деформаций разный (рис. 2.2.1). В лежачем боку Кызыловской зоны стратифицированные отложения смяты в крупную Алайгырскую антиклиналь I порядка. Ядерная часть этой антиклинали, обнажающаяся в восточной части рудного поля месторождения Большевик (к югу от уч. Холодный Ключ), представлена породами верхней алевролитовой пачки ($C_1s_2-C_2^{b2}$) верхней подтолщи ($C_1s_2-C_2^b$) песчано-алевролитовой толщи. Размах крыльев антиклинали не менее 4,5 км, т.е. она охватывает с юга всю территорию рудного поля. Падение пород на крыльях крутое от 60 до 75-85°. Ось антиклинали в районе месторождения Большевик имеет почти субширотное простирание. В целом антиклиналь имеет простое строение. Осложнение ее складчатостью высоких порядков отмечается на участках Большевик-Чалобай непосредственно вблизи Кызыловской зоны. Размах крыльев осложняющих складок колеблется от 50-150 до 200 м. Северо-восточное крыло, а в пределах рудного поля месторождения Большевик и осевая часть антиклинали срезаны субширотным Кызыловским надвигом.

Со стороны всячего бока Кызыловской зоны оси складок развернуты, в основном, в северо-западном и субмеридиональном направлениях и погружаются на север или на северо-запад, в отличие от лежачего бока, где ось как Алайгырской антиклинали, так и оси осложняющих ее складок погружаются на восток и юго-восток.

В пределах Кызыловского рудного поля на площади месторождения Большевик отмечается несколько участков с различным характером складчатости:

1) Участок Холодный Ключ – наблюдается широкая синклиналь, ядро которой выполнено породами нижней пачки верхней песчано-алевролитовой подтолщи ($C_1s_2-C_2^{b1}$), К западу она сменяется узкой килевидной антиклиналью с размахом крыльев до 900 м, круто погружающейся на север.

2) Участок Чалобай - чередование очень узких килевидных антиклиналей и синклиналей, с осями, круто погружающимися на север и размахом крыльев 300-600 м.

3) Участки Большевик и Западный Большевик - широкая антиклиналь (Кызыловская) с размахом крыльев до 1000 м, ядро которой сложено также породами нижней пачки верхней песчано-алевролитовой подтолщи ($C_{1s2}-C_2^{b1}$), погружающаяся на северо-запад. Возможно, это смещенная северная часть Алайгырской антиклинали, откартированной в лежачем боку Кызыловской структуры.

Внутреннее строение КЗС определяется ее классификацией как тектонической структуры надвигового типа с левосторонними продольными перемещениями и многочисленными оперяющими и рвущими разломами высоких порядков северо-западного, субширотного и северо-восточного направлений. Это подтверждается левыми складками волочения размером сантиметры-первые дециметры и левосторонней ориентировкой мелких будин песчаников, деформированных среди алевролитов, т.е. малыми структурными формами, возникающими в обстановке всеобъемлющего левостороннего сжатия и пластического перемещения пород. Амплитуды горизонтальных перемещений вдоль КЗС нарастают с востока на запад, составляя на участке Сарбас (восточный фланг КЗС) 100-150 м (рис. 2.1.2), а на участке Большевик (западный фланг КЗС) – около 1 км. Вертикальная амплитуда перемещения в пределах месторождения Большевик составляет в среднем 700-800 м (Ю.А. Овечкин и др., 1969 г.).

Пространственно-временная сопряженность самого надвига и крутопадающих тектонических нарушений (сдвиги, сбросы, взбросы) привела к весьма сложной кинематике движений, пластическим (складчатым) и разрывным деформациям, причем эти процессы неоднократно повторялись. В результате сформировалась Кызыловская зона смятия – сложно построенная структура, с развитыми надвиговыми швами, тектоническими линзами, кливажем, милонитизацией пород, экранирующими поверхностями, внутриформационными отслоениями и межслоевыми срывами, выполненная дробленными и будинированными породами. Это мегабрекчии, в которых размеры обломков меняются от микроскопических до больших глыб в десятки метров в поперечнике. Обломки (глыбы) сложены породами песчано-алевролитового и песчано-сланцевого состава с характерной (фрагментарно сохраненной) первичной слоистостью, на первый взгляд аналогичными породам, вмещающими КЗС на всем ее протяжении со стороны ее лежачего и висячего боков. Пространство между обломками обычно заполнено частицами тех же (чаще алевролитов или аргиллитов), но более мелко раздробленных пород или жильным материалом. Характерны неокатанность обломков и грубая ориентировка в направлении движения.

Внутри самой зоны выявлены дислоцированные и будинированные слоистые породы, часто с признаками складчатости, разделенные достаточно мощными зонами дробления и милонитизации. Характерной чертой внутреннего строения КЗС на месторождении Большевик является проявление практически всех классических разновидностей будинажа, отвечающих последовательным стадиям его развития и степени пластичности деформируемой породы. В восточной части месторождения преобладает эмбриональный будинаж, характеризующийся неполным разрывом жестких пластов песчаников. Будины соединены тонкими шейками или разделены небольшими трещинками, но не изолированы друг от друга. Будинаж блоковый, нормальный и линзовый характерен для западного фланга месторождения. Будины здесь представлены отдельными остроугольными блоками, обломками боченкообразной или линзовидной формы, которые иногда растащены на значительное расстояние. Пространство между будинами выполнено дробленным или милонитизированным (перетертым до глиноподобной массы) алевролитно-аргиллитовым углистым материалом.

На следующем этапе породы зоны испытали штокверковое прожилковое окварцевание, углеродистый метасоматоз, и в зону надвига внедрились дайки пестрого состава, предшествовавшие и способствующие процессу промышленного рудоотложения, в развитии которого важную роль играли продолжающиеся тектонические подвижки по надвиговой зоне и разломам всячего бока, что обусловило их рудоконтролирующее влияние.

Серии разломов северо-западного и северо-восточного простираний, пересекающие Кызыловскую зону и нередко смещающие шов надвига со стороны всячего бока заложались, вероятно, одновременно с развитием надвига и затем активно подновлялись. Часть из них, возможно, заложилась уже при формировании региональных складок. В то же время, эти дизъюнктивы находятся с Кызыловской структурой в сложном взаимодействии, часто вмещая дайки, а на некоторых участках месторождения как бы заменяя плоскость надвига в качестве главного рудоконтролирующего шва. Как показало структурно-геометрическое моделирование, все основные участки богатых руд месторождения Большевик приурочены к узлам пересечения широтных разломов самой Кызыловской зоны с указанными диагональными разломами и контролируются ими.

Канавами и шурфами, пройденными вкрест широтного простирания структуры, вскрыта зона смятия, четко ограниченная с севера и юга основными тектоническими швами. Верхняя граница Кызыловского надвига проходит по северному тектоническому шву, который во многих местах на своем протяжении в пределах месторождения залечен довольно мощной дайкой диоритового состава. Этот тектонический шов разделяет

тонкоплитчатую алевролит-аргиллитовую пачку в зоне и более песчанистые породы всяческого бока структуры. Южный борт Кызыловской зоны ограничен более круто падающим на север Южным широтным сбросом, представляющим своего рода реликт первоначальной структуры верхнекаменноугольной впадины, которая заложилась в условиях орогенного поднятия как типичный рифтогенный грабен, ограниченный с двух сторон сбросами. Развитию значительной амплитуды надвигания, вероятно, способствовали слабый диагенез пород только что отложившихся отложений бакырчикской толщи (C_3), а также ее конформное с плоскостью надвига залегание и наличие в ее составе углистых аргиллитов и алевролитов, по которым и происходило скольжение. Южный сброс при этом играл роль упора, около которого турбидитовые отложения также могли подвергаться рассланцеванию (В.М. Яновский, 1975, 1984, 1990гг.).

Буровые работы показали, что скважины пересекают многократно чередующиеся пачки дислоцированных терригенных пород, сохранивших в той или иной мере слоистое сложение, полосы плотных тектоно-метасоматических брекчий, зоны дробления и милонитизации с участками штокверкового прожилкового окварцевания и золото-сульфидной (пирит-арсенопиритовой) минерализации, приуроченных к зонам тектонитов. Основными рудолокализирующими и рудовмещающими структурами являются тектонические элементы внутреннего строения КЗС, в пределах которой косослоистые или складчатые останцы плотных первичных пород представляют собой разнообразные будины. В целом, рудовмещающая часть зоны тектонитов представляет собой структуру разлинзования. Разнообразные дислокационные формы обязаны своим происхождением перемещениям крупных тектонических линз и пластин по разрывам, косо ориентированным к слоистости алевролитов, аргиллитов и песчаников. Таким образом, основными элементами зоны являются тектонические линзы и системы разрывов, сопровождающиеся широкими полосами дислокаций. Часть разрывов и дайки северного шва в то же время играли на месторождении роль экранирующих поверхностей. Оруденение контролируется структурой разлинзования, в пределах которой общий контур дислоцированных (проницаемых) пород совпадает с системой тектонических линз и ограничивающих линзы разрывов в зоне надвига. В свою очередь тектонические линзы расчленены разрывами более высоких порядков на узкие клиновидные и параллелепидальные блоки и пластины, в пределах которых пачки слоистых пород сохраняют относительно простое строение (моноклинальное, со слабым изгибанием плоскости слоистости), либо перемяты до образования мелких дисгармоничных складок.

Залежи прожилково-вкрапленных богатых пирит-арсенопиритовых руд протягиваются вдоль широтных разрывов внутренней части зоны и имеют линзовидную, ленточную, жилообразную и более сложные формы. Иногда они сопровождаются мелкими, простыми по форме рудными телами, разобшенными по простиранию и падению зоны. Залежи богатых руд, сопровождающиеся сложной формы линзами предрудного метасоматического кварца, контролируются разломами II и III порядков северо-западного и северо-восточного направлений всячего бока Кызыловской зоны и образуют локальные рудные столбы. Такие столбообразные рудные тела богатых руд имеют четкие простые ограничения со стороны милонитов экранирующего разрыва и сложные перистые границы со стороны лежащего бока, где появляется множество апофиз, вытянутых вдоль второстепенных разрывов и зон трещиноватости. По сравнению с уплощенными рудными телами, характерными для простых линейных интервалов зоны, столбообразные залежи богатых руд имеют меньшую протяженность в плане, но большую мощность и выдержанность по падению (склонению) контролирующего ее разлома всячего бока зоны.

При объемном картировании особое внимание уделялось тектонитам и их контактам с другими породами зоны, поскольку основное богатое оруденение месторождения Большевик связано именно с ними. Визуально это весьма специфические породы, которые трудно параллелизовать с любым из общеизвестных типов горных пород. На поверхности они всегда окислены, т.к. рыхлы, высокопроницаемы для вод и быстро окисляются, благодаря химической неустойчивости в условиях гипергенеза углерода и сульфидов. С этим связано развитие линейных кор выветривания, отвечающих выходам разломов и зоны на эрозионный срез. В зоне окисления это белесо-бурые, пятнистые, рыхлые с реаликтовой, брекчиевой текстурой или бесструктурные породы. При неполном окислении углерода, цементирующего милониты, породы приобретают пятнистую расцветку и брекчиевидную текстуру. Молодые неокисленные тектониты (милониты) производят впечатление углистых рыхлых масс. В количественно преобладающем черном рыхлом материале заключены обломки разных форм и размеров всех развитых в зоне пород. Обломки обычно также насыщены черным углеродистым материалом, рассечены многочисленными кварцевыми прожилками и всегда содержат рассеянные сульфиды.

На месторождении Большевик можно выделить следующие три типа тектонитов:

1) *Первый тип* – плотные тектониты (тектоно-метасоматические брекчии). Это хорошо сцементированные породы с брекчиевой и сланцевато-линзовой текстурой. Количество обломков алевролитов и песчаников составляет в них 50-70%, а черного

слюдистого глинисто-карбонатно-углеродистого цемента - 30-40%. Фрагменты слоистых пород выделяются в них на общем фоне светлой окраской. Относительное перемещение фрагментов сравнительно невелико, хотя слоистая текстура при этом нарушается. Разрушение породы начиналось с заложения ветвящейся системы трещин, заполняемых углеродистыми милонитами. На этой начальной стадии деформации происходили без заметного перемещения обломков, и можно наблюдать постепенные переходы от начального растрескивания нормально слоистой породы к ее брекчированию, разлинзованию, а затем к будинажу или общему катаклазированию.

Основными признаками тектонитов первого типа являются вышеуказанные соотношения цемента и обломков, а также почти полное отсутствие кварцевых прожилков и поздних генераций шунгита, свидетельствующих о повторных деформациях. Одноактность кристаллизации серицит-шунгитового цемента при относительно малом его количестве, длительное воздействие на раздробленные породы метаморфогенно-гидротермальными растворами в определенных термобародинамических условиях определяют прочность, монолитность пород и насыщенность их золотосульфидной минерализацией. Такие тектониты широко распространены в периферических подзонах крупных тектонических швов, а также в пределах будин, где этими катаклазитами сложены мелкие зоны. Подобные тектониты встречаются также в виде отдельных будин среди более слабых катаклазитов. Все это позволяет заключить, что плотные, слабо- и умеренноуглеродистые тектониты характеризуют ранние стадии деформации слоистого терригенного комплекса пород, проявившиеся при заложении и первой активизации тектонических движений в КЗС.

2) *Второй тип* – неплотные тектониты (с разнообразными обломками слоистых терригенных пород, углеродистых микрокварцитов, жильного кварца). Это черные умеренно- и обильноуглеродистые брекчированные породы, в которых цемент преобладает над обломками: его количество - 50-70%. Обломки пород распределены хаотично, а цемент имеет сланцеватую структуру и содержит разноориентированные зеркала скольжения с развитыми по ним несколькими генерациями углеродистого вещества. В серецито-графитовом бластомилонитовом цементе появляются субмикроскопические обособления мелкокристаллического кварца и зарождаются его ранние прожилки. Этот ранний метасоматический прожилковый кварц сопровождается скоплениями железисто-магнезиальных карбонатов и рассеянной густой вкрапленностью дисперсных сульфидов, кристаллизующихся вместе с шунгитом. Эти минералы пропитывают всю массу катаклазита, что обуславливает его достаточную вязкость и плотность. Особенности тектонитов второго типа указывают на формирование их при

неоднократно возобновляющихся подвижках, отложением и переотложением рудного вещества. Подобные катаклазиты широко распространены в зонах основных швов КЗС, характеризующихся большой тектонической подвижностью и повышенной рудоносностью. Большинство обломков углефицированы и окремнены. Для цемента типична пластичность и повышенное содержание углерода. Другими особенностями этой разновидности катаклазитов является следующее: интенсивное перетирание обломков пород (до мелких и мельчайших частиц), общая полосчатая сланцеватая ориентированность катаклазит-милонитового агрегата, обилие продольных зеркал скольжения с графитом и заметно большее количество (до 10-15%) линзовидных, гнездовых обособлений и ветвящихся прожилков кварца. Больше содержится в них и сульфидов, представленных несколькими генерациями. Такие катаклазиты слагают подвижные швы глубинного разлома, зоны их развития имеют большие мощности и прослеживаются по простиранию на значительные расстояния. Тектониты второго типа практически являются основными рудоносными породами. С ними связано самое богатое промышленное оруденение.

Выделенные нами тектониты Нарсеевым В.А. и другими сотрудниками ЦНИГРИ (2001 г.) отнесены к породам, названным ими «микститами». Микститы (по их определению) - это «грубокластические комплексы пород любого литолого-петрографического состава и генезиса, состоящие из обломков любых размеров и форм, незакономерно рассеянных в более тонкозернистой, чем обломки, основной массе (матрикс), не сортированные и не стратифицированные», далее: в Кызыловской зоне «развиты тектоно-гравитационные микститы, для которых тектонические процессы (образование расчлененного рельефа, горизонтальные перемещения, формирующие катаклазиты) являлись подчиненными и служили косвенным источником обломочного материала. Основными же являлись гравитационные перемещения (обрушение, оползание, внедрение)». Возможно, первоначально эти горизонты пород в зоне и были микститами, но в процессе многократной тектоно-магматической активизации региона и неоднократных подвижек в самой зоне они были превращены в тектониты, тетносланцы и милониты.

3) *Третий тип тектонитов* – рыхлые тектониты или милониты: рыхлые, сажисто-черные, иногда сланцеватые, отличающиеся особенно высоким содержанием углерода (от 4 до 10% и более). Количественно милониты менее распространены на месторождении и по сравнению с двумя предыдущими типами чаще всего образуют милонитовую рубашку вокруг рудных тектонитов второго типа и будин первого типа. Бедное и убогое оруденение обычно проникает в милонитовые «рубашки», особенно в местах развития

нескольких генераций жильного и гнездо-прожилкового кварца. Обломки в этих милонитах очень мелкие, несут признаки неоднократного перетирания, причем встречаются обломки тектонитов первого и второго типов. Основная масса рыхлых милонитов представляет собой тонкую шламоподобную смесь перетертых осадочных пород, кварца, серицита и углерода, где отдельные минералы трудно различаются даже под микроскопом. Обилие углерода в милонитах и сланцевато-чешуйчатая ориентировка его поздних генераций определяют текучесть и вспучиваемость этих пород при вскрытии горными выработками. Подобными милонитами выполнены относительно маломощные зоны, облегающие будины или приуроченные к тектоническим швам. Наиболее мощные линзы милонитов откартированы на участке Большевик и приурочены к южному шву Кызыловского надвига. Таким образом, милониты характеризуют наиболее поздние пострудные и частично внутрирудные подвижки, т.е. являются продуктами последних периодов тектонической активизации КЗС. В них сосредоточено от 10,3 до 16% (в среднем – 12,9%) разного качества золотых руд месторождения.

На всех стадиях деформации слоистых пород наблюдается четкая пространственная приуроченность отложения углеродистого вещества и его повышенной концентрации к зонам милонитизации. Заложение ветвящихся трещин и микрозонок скольжения расчленяет слоистую породу на фрагменты. Относительное перемещение фрагментов сопровождается увеличением бластомилонитов, количество которых возрастает за счет перетирания фрагментов; одновременно увеличивается насыщенность милонитов углеродистым веществом, серицитом, сульфидами. В участках интенсивного скольжения фрагментов формируется отчетливо ориентированная сланцевато-линзовидная текстура, а в участках слабых перемещений – брекчиевидная, с остроугольной формой обломков.

В зависимости от строения зоны, положения экранирующих разрывов и тектонической проработанности первичных слоистых пачек на месторождении Большевик можно выделить три морфологических типа рудных тел (оконтуренных по бортовому содержанию 3 г/т):

- крупные столбообразные рудные тела, имеющие в горизонтальном сечении форму коротких линз, сопровождающиеся апофизами;
- сравнительно выдержанные по мощности протяженные уплощенные ленто- и линзовидные рудные тела;
- узкие линзовидные рудные тела и линзы, связанные с сульфидно-кварцевыми жилами и прожилками кварца штокверкового типа, а также с наложенной золоторудной минерализацией в дайках.

По падению и простираению рудной зоны отмечаются переходы первых типов друг в друга. Третий тип играет подчиненную роль.

Сульфидная минерализация (пирит и арсенопирит с дисперсным золотом) по своим минералого-геохимическим характеристикам идентична в рудных телах различной морфологии. Распределение золотоносных сульфидов в контурах рудных тел весьма характерное. Метасоматические вкрапленные руды с подчиненным количеством прожилков и жил развиваются по аргиллитам и алевролитам, алевропесчаникам и песчаникам, конгломератам и гравелитам, дайкам разного состава. Однако большая часть золотого оруденения (59,1%) связана с переслаиванием песчаников с алевролитами и аргиллитами, преобразованными в тектониты и тектоносланцы.

Важной особенностью месторождения является значительно меньшая по сравнению с жильными месторождениями изменчивость содержаний сульфидов и золота в контурах оруденения, наличие 5 мод распределения содержаний золота, обусловленные стратиграфо-литологическими и структурно-тектоническими причинами. Наблюдаются относительно устойчивые соотношения содержаний золота в рядовых и богатых рудах (1:2,89).

Особенности литологического строения и состава рудовмещающей бакырчикской свиты.

В пределах Кызыловского надвига по данным Фогельман Н.А. и Павловой В.Е. (1983г.) устанавливается последовательная смена в разрезе зоны 5 литологических пачек, слагающих бакырчикскую толщу верхнего карбона (C_3): первая пачка (C_3 I) – нижняя туфогенно-песчаниковая, вторая пачка (C_3 II) – нижняя аргиллит-алевролитовая, третья пачка (C_3 III) – гравелит-конгломератовая, четвертая пачка (C_3 IV) – верхняя аргиллит-алевролитовая, пятая пачка (C_3 V) – верхняя конгломератовая. Основное оруденение приурочено и разведано в верхней аргиллит-алевролитовой пачке, перспективной является аналогичная по составу нижняя аргиллит-алевролитовая пачка.

Бакырчикская толща весьма своеобразна и, по общему мнению, необычайно важна для поисковых работ на золото в районе. Она характеризуется некоторыми особенностями, которые отличают её от других осадочных отложений площади. К ним относятся: 1) бедность петрофонда - автохтонный илистый материал, с погружением в него аллохтонного псаммитового материала терригенного (серые песчаники) и вулканогенного (пепловые туфы) происхождения; 2) лититовый состав грубых терригенных пород с преобладанием в обломках граувакковых песчаников. Слои грубых песчаников обычно косослоистые, плохо сортированные и окатанные (рис. 2.2.2-Г); 3) крайняя нестабильность обстановки осадконакопления, находящая отражение в признаках

как относительно глубоководных (широкое проявление подводно-оползневых текстур и т.п.), так и мелководных (косая слоистость, знаки ряби, поверхности размыва и т.п.) фациальных условий (рис. 2.2.2-А, Б, Г, Д); 4) наличие элементов сингенетической деформации в прослоях гравелитов, выраженной в субпараллельной ориентировке удлиненных обломков, располагающихся под различными углами к поверхностям напластования (рис. 2.2.2-В); 5) присутствие вулканогенного материала удаленных фаций вулканизма (присадка пепловых частиц, кремнистые образования и т.п.); 6) высокая углистость отложений: для песчаников и алевролитов толщи обычен детрит листовой и стеблевой флоры часто с крупными отпечатками хорошей сохранности; 7) наличие сингенетичной пиритовой минерализации и углерода, представленного группой керит-шунгита; 8) широкое распространение хемогенных карбонатно-фосфатных, фосфатных, углисто-кремнистых, кремнистых образований, гематитовых, железо-марганцевых и сидеритовых конкреций. Сидерит образует мелкие сферолиты «маковой», реже «бобовой» размерности и конкреции размером от 3-5 до 20-30 см в диаметре, отличающиеся высокой механической прочностью (рис. 2.2.2-Е); 9) повышенная концентрация Ag, As, Pb, Cu, Ni, Co, Mo и Au, имеющего пять мод распределения концентраций (0,14-0,32-0,65-1,27-1,85г/т).

Поэтому достаточно определенным является вывод о том, что подобные осадки могли формироваться лишь в условиях локального, но достаточно глубокого бассейна – в грабене, возникшем над зоной относительного растяжения.

По легенде Нарсеева В.А. (2001 г., 2003 г.), а еще раньше Зенковой В.И. (1969-1975гг.), бакырчикская толща является всего лишь специфическими отложениями (подсвитой) буконьской свиты (С₂₋₃), в разрезе которой в районе Кызыловского рудного поля выделяются два крупных регрессивных ритма. Нижний ритм состоит из трех пачек (пачки А, В и С), верхний – из двух (пачки Д и Е). В разрезе буконьской свиты выделяются специфические фации пород - микститы. Мощные горизонты «мусорных» пород (микситов), вмещающие золоторудные тела, приурочены к нижнему (тонкому) элементу мезоритмов и занимают три характерные позиции в разрезе: 1) нижнюю часть разреза первого элемента мезоритма на границе базальной пачки (низы пачки В); 2) среднюю часть разреза первого элемента мезоритма (середины и верхи пачки В); 3) верхнюю часть разреза первого элемента мезоритма на границе со вторым мезоритмом (верхи пачки С);

В первой позиции отлагалось золотое оруденение месторождения Большевик; во второй - оруденение западного фланга месторождения Бакырчик (р.т. 12, 1, 9-10 участка Центральный); в третьей - золотое оруденение восточного фланга месторождения

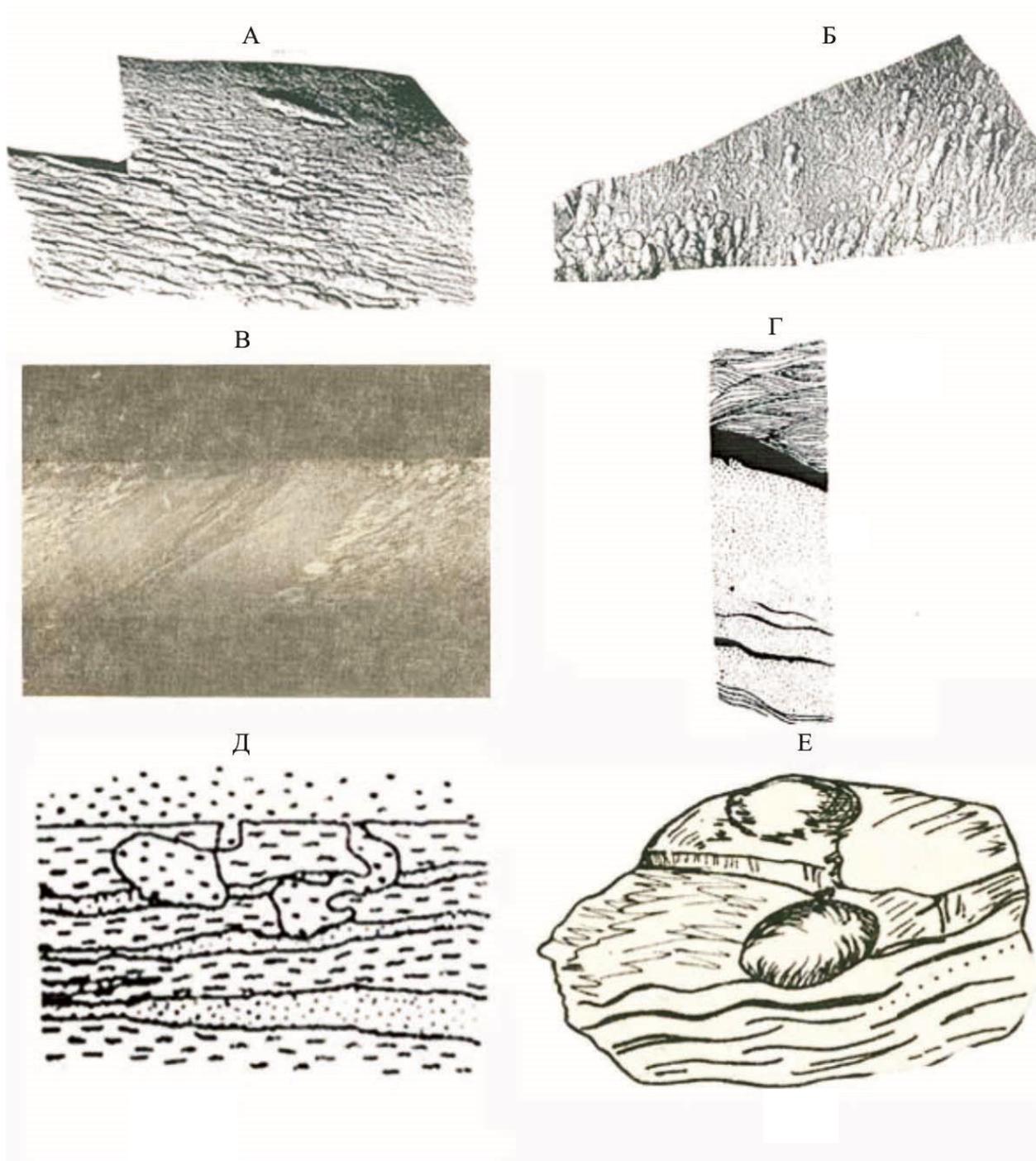


Рисунок 2.2.2. Текстурные особенности пород бакырчикской толщи:

А – слепки с борозд размыва на нижней поверхности углистого алевролита; Б – знаки внедрения и оползания на нижней поверхности углистого алевролита; В – ориентировка обломочного материала в гравелите при сидиагенетической сланцеватости под углом к плоскостям напластования; Г – углистые песчаники, плохо окатанные и сортированные, отчетливо косослоистые (зарисовка южной стенки карьера № 2); Д – тонкоритмичное переслаивание углистых песчаников и углистых алевролитов с гравитационными внедрениями; Е – конкреции в тонкопереслаивающихся углистых песчаниках и углистых алевролитах

Бакырчик (р.т. 17, 18, 19, 20 участка Промежуточный и р.т. 23, 24 участка Глубокий Лог).

По версии Нарсеева В.А., в разрезе месторождения Большевик на западном фланге (участки Западный Большевик и Большевик) отсутствует базальный горизонт в пачке А буконьской свиты. На восточном фланге (участки Чалобай и Холодный Ключ) он откартирован и выклинивается на запад. В пределах месторождения значительно колеблется мощность пачки В. Максимальные ее значения зафиксированы на участке Большевик; на участках Западный Большевик, Чалобай и Холодный Ключ происходит уменьшение мощности пачки и увеличение песчаности разреза. В целом, мощность пачки В оценивается в 350 м, с уменьшением ее на флангах до 40-80 м. Таким образом, рудоносные микститы, вмещающие разведанные рудные тела месторождения Большевик, приурочены к основанию пачки В (уровень 1). Кроме того, горизонт микститов и отдельные рудные подсечения зафиксированы в средней части пачки В (профиль 69, уровень 3) На поверхности севернее карьера № 3 (участок Большевик) горизонт микститов обнаружен на контакте пачек В и С (уровень 4). Отдельные глубокие скважины, перебурившие конгломераты подошвы микститового горизонта (уровень 2), вошли в следующий горизонт микститов, который не обнажается на поверхности. Из этих данных следует, что на месторождении Большевик имеется не менее 4 стратиграфических уровней рудовмещающих фаций (микститов). Детально изучен, опоискован и разведан только первый уровень. Оруденение уровней 2 и 3 вскрыто лишь отдельными скважинами, 4-ый уровень вообще не опоискован.

Как уже отмечалось, рудные залежи богатых руд в пределах месторождения Большевик представляют собой (по данным автора) участки тектонитов с прожилково-штокверковым окварцеванием в зонах углеродистых метасоматитов с сульфидной (пирит-арсенопиритовой) минерализацией (рис. 2.2.3 и 2.2.4). Области разуплотнения пород, благоприятные для последующего рудоотложения, образовались за счет сочетания интенсивной трещиноватости широтной, северо-западной и северо-восточной ориентировки. Необходимо отметить, что прямые совпадения рудных тел с участками интенсивно окварцеванных пород наблюдаются не всегда. Видимо, процессы окварцевания опережали оруденение во времени, хотя и шли одним путем. По данным Матвиенко В.Н. и Жаутикова Т.М (1988 г.), за счет интенсивного воздействия на кварцево-жильную матрицу щелочных дорудных растворов формировался сначала пористый губкоподобный каркас, который затем заполнялся рудным веществом. Рудные зоны сложены кулисообразно расположенными маломощными кварцевыми жилами и линзами, реже отмечаются бессистемные гнезда кварца, окаймленные зонами прожилкового окварцевания различной интенсивности, ориентированными в широтном

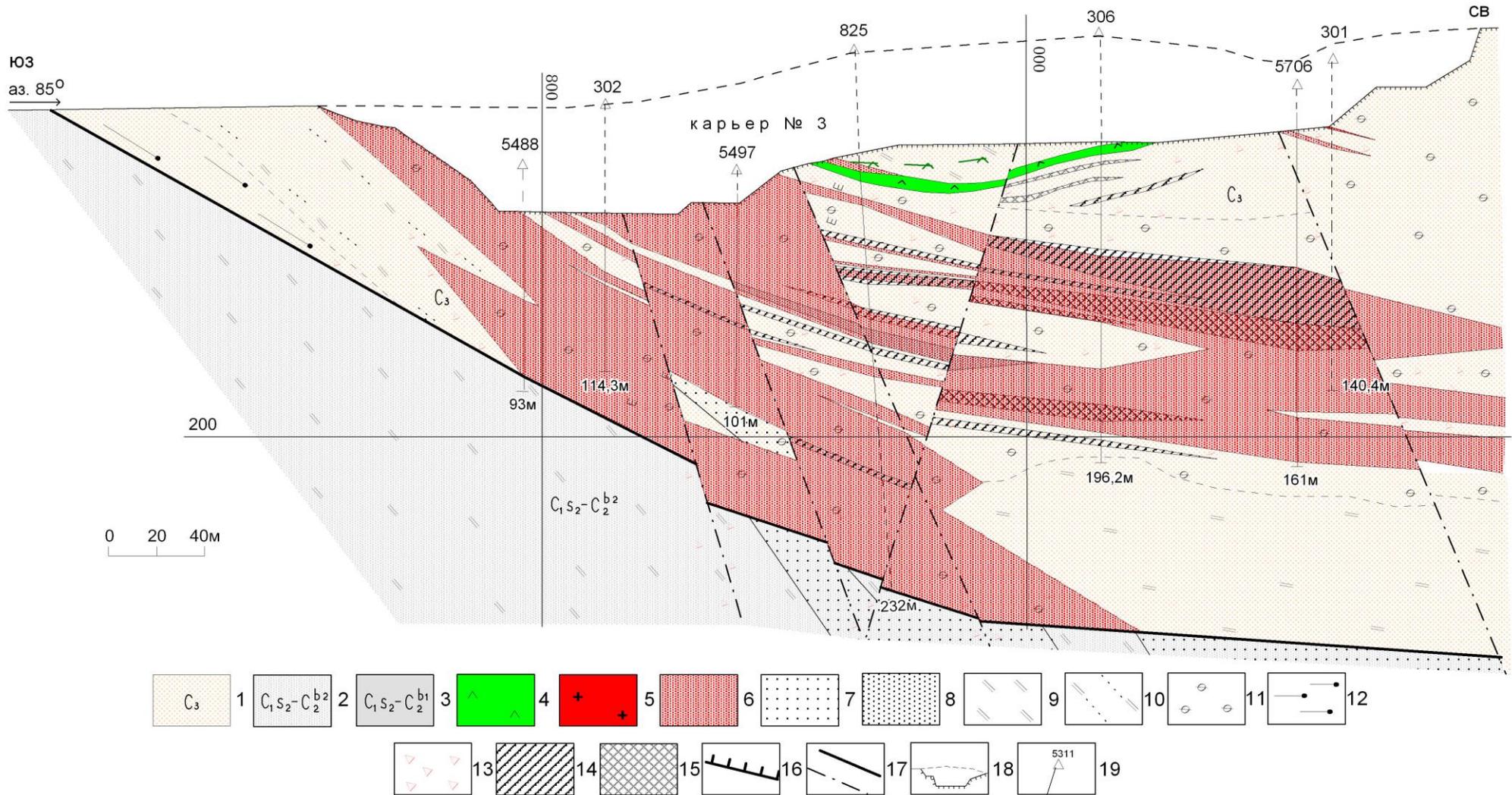


Рисунок 2.2.3. Месторождение Большевик. Геологический разрез по линии 2

1 - бақырчикская свита; 2 - верхняя пачка верхней алевролитопесчаниковой подтолщи; 3 - нижняя пачка верхней алевролитопесчаниковой подтолщи; 4 - дайки основного и среднего составов; 5 - дайки кислого состава; 6 - золото-сульфидные руды (борт 0,3 г/т); 7 - песчаники; 8 - гравелиты и конгломераты; 9 - алевролиты и сланцы; 10 - переслаивание алевролитов и песчаников; 11 - тектониты; 12 - милониты; 13 - дробление пород; 14 - умеренное окварцевание (кварца 10-30%); 15 - интенсивное окварцевание и кварцевые жилы (кварца более 30%); 16 - основной шов Кызыловского надвига; 17 - разломы; 18 - контур добычного карьера; 19 - разведочные скважины

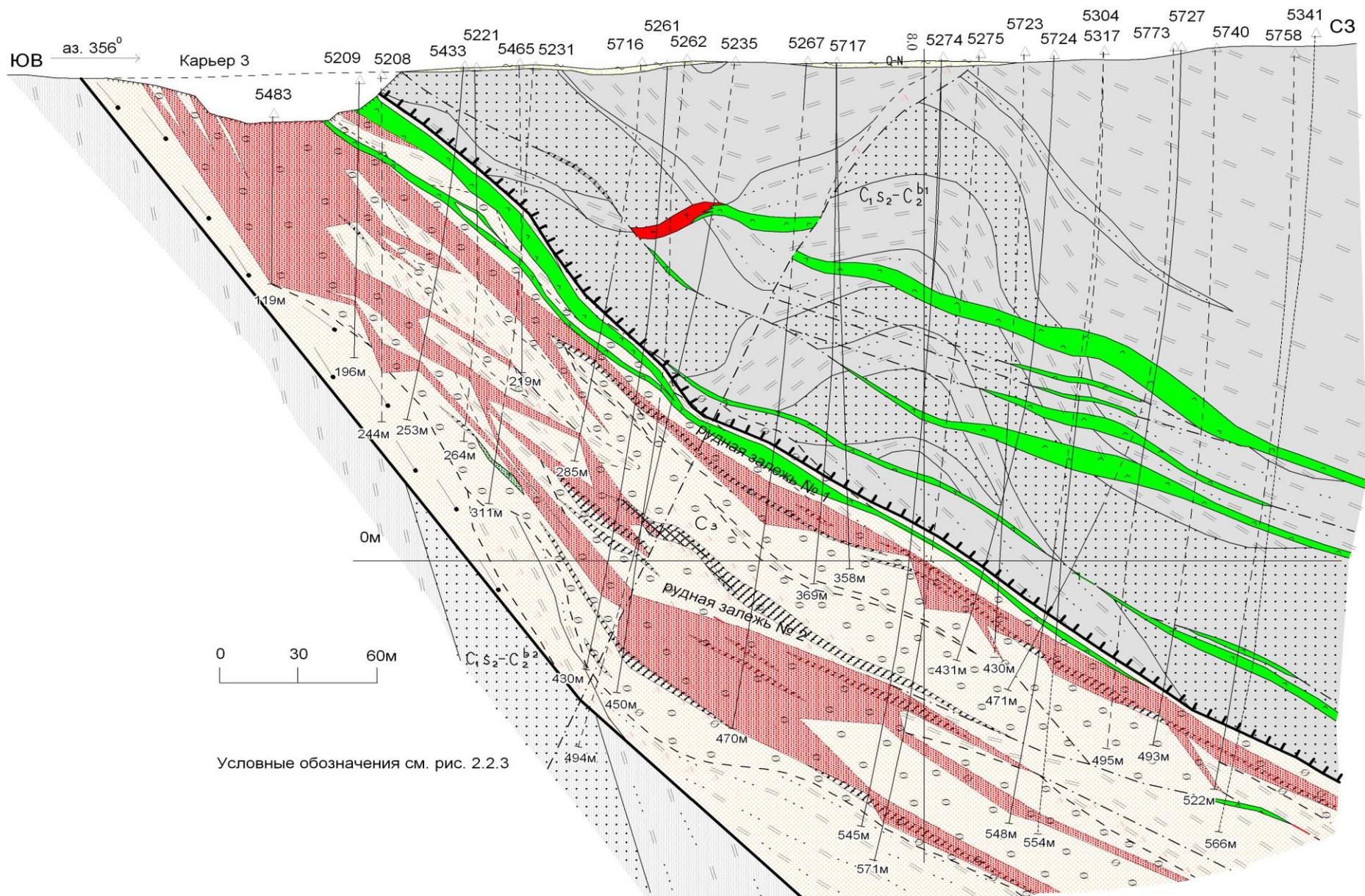


Рисунок 2.2.4. Месторождение Большевик. Геологический разрез по линии II-II

направлении. Пространство между кварцевыми образованиями заполнено бластомилонитовым углеродистым веществом (метасоматитом) с золото-сульфидной (пирит-арсенопиритовой) прожилково-вкрапленной минерализацией. Основное количество сульфидов сосредоточено в углеродистых метасоматитах в виде неравномерной вкрапленности. Увеличение концентрации сульфидов до образования гнезд и прожилков наблюдается вблизи границ кварцевых образований (рис. 2.2.5).

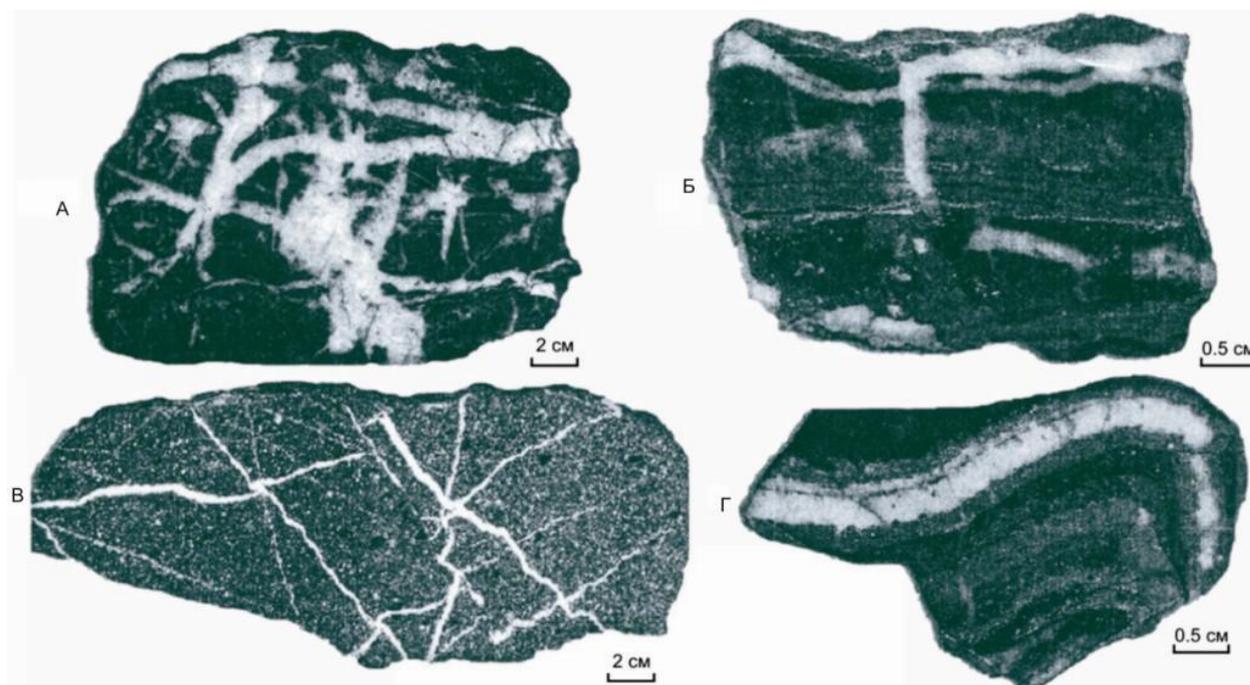


Рисунок 2.2.5. Месторождение Большевик. Текстурные типы минерализованных пород с золото-сульфидными рудами (фотографии К.Р. Ковалева, 2011 г.):

А – брекчированный минерализованный углистый алевролит (содержание золота 28 г/т); Б – минерализованный углистый алевролит, превращенный в тектоносланец с фрагментом реликтово-слоистого строения; В – минерализованный углистый песчаник (содержание золота 10 г/т); Г – сингенетический пирит (кайма вдоль кварцевого прожилка) в углистом тектоносланце с наложенной арсенопиритовой минерализацией стратиформного облика

Определяющую роль в локализации богатых руд играет система сколовых трещин северо-западного простирания с падением на северо-восток ($70-84^\circ$) и экранирующие дизъюнктивы северо-восточной ориентировки с падением на северо-запад ($55-65^\circ$) всяческого бока зоны. Эта система до рудного заложения контролировала формирование даек, а затем поступление и разгрузку рудоносных растворов и в сочетании с внутренними широтными структурными швами Кызыловской зоны определила форму рудных тел богатых руд месторождения. В плане рудные тела (линзы) с богатыми рудами

представляют собой сильно вытянутые в широтном направлении параллелограммы, что четко видно на планах опробования карьера № 3. В то же время, эта система диагональных дизъюнктивов контролирует и расположение линейных рудных столбов, тяготеющих к осевым частям антиклинальных складок II порядка дорудного заложения.

Всего на месторождении по результатам геологоразведочных работ 1984-1993 гг. выявлено 11 локальных рудных столбов – максимальных концентраций золота в метрограммах, имеющих северо-западное склонение (рис. 2.2.6).

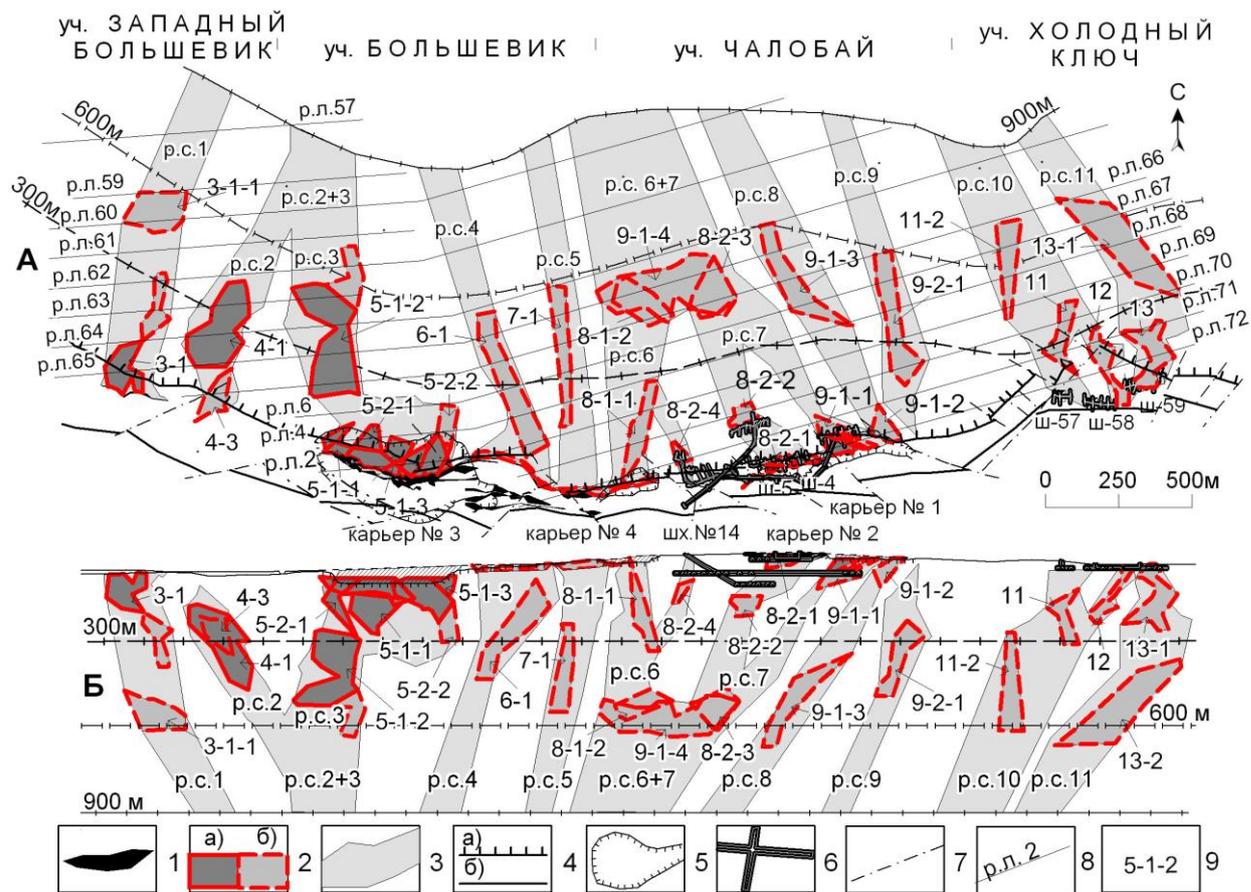


Рисунок 2.2.6. Поисково-разведочная модель локализации золотого оруденения месторождения Большевик по результатам геологоразведочных работ 1984-1993 гг.

(в проекции на горизонтальную (А) и вертикальную (Б) плоскости)

1 – выходы рудных тел на поверхность или полотно карьера; 2 – блоки утвержденных балансовых запасов (борт 3 г/т): а) категория C₁, б) категория C₂; 3 – контур прогнозных ресурсов категории P₁; 4 – границы Кызыловской золоторудной зоны: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 5 – контур добычных карьеров; 6 – проекция горных выработок, пройденных в период разведки; 7 – разломы, секущие Кызыловскую зону; 8 – линии разведочных профилей; 9) номер рудного тела или линзы

Изучение стержневых частей этих золоторудных скоплений позволило за 8 лет разведки перевести месторождение в разряд крупных и перспективных объектов Кызыловской зоны смятия, но при этом детально были разведаны только богатые руды, содержащие золотое оруденение свыше 3-5 г/т. Фланги оконтуренных рудных тел, пространство между рудными столбами и низы зоны изучены недостаточно.

Особенности магматизма

Интрузивные породы Бакырчикского рудного района в т.ч. и Кызыловской золоторудной зоны с месторождениями Бакырчик и Большевик изучались в течение длительного времени различными исследователями. В результате этих работ использовалось значительное количество классификаций магматических образований, которые относились то к Чарскому (Бородаевский, 1957, 1961), то к посткалбинскому (Полторыхин, 1966-1968, Овечкин, 1969, Яновский, 1971), то к кунушскому комплексу (Дьячков, Лопатников, Мысник, 1969, Ганжа, Масленников, Ахметов, 1976, Антонов, 1981-2004). В.С. Шибко и В.И. Зенкова (1966-1969 гг.) вместо даек выделяли в Кызыловской зоне силлы и покровы эффузивных пород. По результатам геологического доизучения Бакырчикского рудного района Юрченковым Е.М. (1986 г.), в окрестностях Кызыловского рудного поля выделены два последовательно сформировавшихся интрузивных комплекса: гранодиорит-плагиогранитовый (C_3-P_1) и габбро-монцонит-гранитовый комплекс (T_1).

А.Е. Ермоленко (1988 г.) считал, что в Западной Калбе только добатолитовые интрузии вмещают золотое оруденение. При этом основная масса проявлений золота тесно пространственно связана с малыми интрузиями и дайками раннеорогенной габбро-диорит-гранодиорит-плагиогранитовой формации (C_3-P), являющейся производной базальтовых магм слепых интрузий или глубинных магматических камер, выявленных геофизическими исследованиями в районе месторождений золота.

По версии Масленникова В.В. (1990, 1994, 1997 гг.) и Микитченко В.Я. (1990 г.), наиболее ранними в Бакырчикском блоке по времени внедрения являются штоки и дайки габбро-плагиогранитовой формации (C_3), которые на всех золоторудных полях Западно-Калбинского пояса пользуются наибольшим распространением (84,5% от всего объема магматических образований) и с которыми наблюдается парагенетическая связь проявлений золота. Среди интрузий формации гранитов «батолитового» типа пермского возраста (P) существенного золотого оруденения не установлено. Самые молодые в Бакырчикском районе дайки долеритов и габбро-диабазов базит-гранитоидной формации (P_2-T_1) пересекают золотоносные зоны (месторождение Эспе) и также являются безрудными.

Нарсеевым В.А. (2001 г.) в пределах Бакырчикского района отмечается наличие в Кызыловской зоне, по литературным источникам, вулканических пород, которые могут быть квалифицированы как проявления вулканогенно-гидротермально-осадочного этапа (С₁₋₂). Следующим по возрасту он отмечает вулcano-плутоническую ассоциацию, аналогизируемую им с максутетским комплексом (С₂-С₃) и слагающую базальты Миялинской зоны (к северу в 22 км от Кызыловской зоны), а также субвулканические и гипабиссальные фации Караузекской магматической постройки (рис. 2.1.1). Далее им выделяются мелкие штоки диоритов-гранодиоритов-плагиогранитов кунушского комплекса (С₃-Р₁), с которым он связывает лишь проявление жильного золото-кварцево-сульфидного оруденения (месторождения Эспе, Бижан, Лесть и др.), и последние по возрасту - интрузии пермского (Р₂) времени (дельбегетейский, калбинский комплексы).

А.Ф. Коробейников (1994, 2007, 2009, 2012 гг.) и Ю.С. Ананьев (1999, 2009, 2012 гг.) отмечают довольно широкое проявление магматизма в Западной Калбе и эволюцию составов магматитов от основных до средних, от среднекислых и кислых до субщелочных и щелочных, соответственно, в доинверсионный, инверсионный, орогенный и субплатформенный этапы развития региона. Они также отмечают пространственную связь большинства месторождений и рудопоявлений золота в Бакырчикском районе с доабсолютной габбро-плагиогранитной формацией (С₃), которая является продуктом смешивания базальтовых мантийных магм с материалом земной коры в процессе подъема сформировавшегося в Чарско-Горностаевской зоне диапира. По их представлениям, все проявления золота Западной Калбы образуют единый генетический ряд золото-кварцево-сульфидно-березитовой формации, парагенетически связанный с интрузиями габбро-плагиогранитного состава, устанавливаемыми во всех рудных полях на глубине 0-6 км.

По результатам определений, абсолютный возраст даек Кызыловской зоны смятия калий-аргоновым методом колеблется от 300 до 328 млн. лет (по биотиту 274-340 млн. лет), при среднем значении 303 млн. лет, что по «советской» геохронологической шкале соответствует верхнему карбону и хорошо сопоставляется с кунушским комплексом, выделенным Дьячковым Б.А. (1972 г.).

Магматические образования на площади месторождения Большевик представлены исключительно дайками, которые сложены следующими разновидностями: диоритовые порфириты, кварцевые порфириты, сиенит-порфиры, сиенито-диоритовые порфиры, микродиориты, гранит-порфиры. Многие дайки альбитизированы вплоть до образования альбититов и альбитофиров, часто они березитизированы. Для изучения петрохимического состава магматитов было отобрано и проанализировано 97 проб. В результате по петрохимическим характеристикам в Кызыловском рудном поле

Масленниковым В.В. и Ахметовым К.С. (1981 г.) выделено 6 групп дайковых образований, а в пределах месторождения Большевик развиты только 5 из них: отсутствует IV группа (табл. 2.2.1).

Таблица 2.2.1 Характеристика магматических пород месторождения Большевик

Петрогенные окислы, петрохимические коэффициенты	Магматические формации и типы пород				
	дорудные формации				
	габбро-плагиогранитная (C ₃)				
	I	II	III	V	VI
SiO ₂	72,40	66,77	63,67	48,50	46,44
TiO ₂	0,20	0,32	0,53	0,94	0,73
Al ₂ O ₃	12,44	16,38	15,85	12,69	12,77
Fe ₂ O ₃	0,68	1,62	2,80	3,50	1,16
FeO	1,00	1,14	1,84	5,33	5,54
MnO	0,02	0,04	0,07	0,16	0,18
MgO	0,34	0,93	1,20	7,87	8,94
CaO	0,53	2,08	3,32	8,56	6,73
Na ₂ O	5,03	4,98	5,40	2,54	2,93
K ₂ O	1,20	1,77	1,84	1,03	1,90
n.n.n.	1,28	3,38	3,52	8,07	12,45
Сумма	99,86	99,39	100,04	99,36	99,7
1000MnO/(FeO+Fe ₂ O ₃)	12,50	14,49	15,00	30,02	26,86
100TiO ₂ /(FeO+Fe ₂ O ₃)	12,50	11,87	11,42	10,70	10,89
Na ₂ O/K ₂ O	4,19	2,81	2,93	2,47	1,54
(Na ₂ O+K ₂ O)/Al ₂ O ₃	0,50	0,41	0,46	0,28	0,38
Коэффициент фракционирования (Fe ₂ O ₃ +FeO)/(FeO+Fe ₂ O ₃ +MgO)	83,0	74,8	79,7	53,0	42,8
Индекс Ритмана (Na ₂ O+K ₂ O) ² (SiO ₂ -43)	1,13	1,92	2,21	1,13	2,88
Мафический индекс (ΔMgO/ΔFeO)	1,67	0,70	0,65	1,52	4,77
T (по Беляеву Г.М. и Руднику В.А)	616	1031	933	2034	2235

Дайки, объединенные в первую группу (I), сопоставляются со средним типом кварцевых порфиров, липаритов и послекембрийских гранитов по Р. Дэли. На месторождении Большевик дайки I группы приурочены к оперяющим трещинам висячем боку зоны и представлены плагиогранит-порфирами. Дайки второй группы (II) соответствуют плагиогранит-порфирам. Они приурочены к оперяющим трещинам висячем боку зоны на участке Западный Большевик, примыкающем к зоне Западно-Калбинского разлома. Породы, объединенные в третью группу (III), сопоставляются со средним типом акерита по Р. Дэли. В пределах месторождения Большевик дайки III группы развиты исключительно в зоне Западно-Калбинского разлома (участок Западный Большевик) и представлены альбититами и плагиогранит-порфирами. Породы даек Кызыловской зоны, объединенные в пятую группу (V), сопоставляются со средним типом габбро (исключая оливинное габбро), диабазов и кварцевых диабазов по Р. Дэли. Породы

этой группы на месторождении Большевик слагают основную самую мощную и протяженную дайку диоритовых порфиритов-сиенито-диоритов, располагающуюся в основном шве висячего бока Кызыловской зоны. Шестая (VI) группа даек сопоставляется со средним типом плагиобазальта по Р. Дэли. На месторождении Большевик эта группа магматитов слагает дайки, приуроченные к секущим Кызыловскую зону разрывам северо-западного направления в районе участка Холодный Ключ (рис. 2.2.1).

В целом, для всего комплекса характерно значительное колебание составов пород. Отмечается определенная закономерность в эволюции их химического состава: от основных к кислым производным. Это выражается в увеличении лейкократовой части пород от 27,4 до 85,2% (табл. 2.2.1), увеличении кислотности (Q от 8,7 до 28,5), увеличении щелочности, уменьшении железо-магнезиальных компонентов и полевошпатовой извести, увеличении коэффициента агапайтности от 0,437 до 0,740, по насыщенности глиноземом большинство даек относятся к породам, пресыщенным алюминием, что вообще характерно для магматитов кунушского комплекса, увеличении отношения щелочных полевых шпатов к кальциевым ($d : c$ от 1,5 до 16,8), что отражает снижение основности плагиоклазов, увеличении отношения $t : m$ (снижении температуры образования пород), закономерности пространственного расположения даек.

Все основные дайки участков Западный Большевик, Большевик, Чалобай и Холодный Ключ локализируются в широтных разломах Кызыловской зоны смятия или диагональных (больше - в северо-западных, меньше - в северо-восточных), оперяющих её со стороны висячего бока. Дайки выполняют древние разломы и ориентированы, в общем случае, согласно с ними. В пределах участков наблюдается некоторая закономерность в их пространственном расположении: количество их постепенно уменьшается с запада на восток, т.е. от участка Западный Большевик к участку Холодный Ключ. Наиболее мощные дайки кислого состава отмечаются на участке Большевик и приурочены к ядерной части Кызыловской антиклинали II порядка.

Оперяющие зону дайки имеют падение на северо-восток и северо-запад под углами 50-70°. Длина даек по простираанию до 400 м, по падению они прослеживаются до 800 м и больше. Мощность даек составляет 1-10 м, реже - 15-20 м. На месторождении Большевик на всех участках основная масса даек среднего и основного составов приурочена к основному шву висячего бока Кызыловской зоны, где они протягиваются в разрезе на расстоянии более 500 м каждая, а с небольшими перерывами прослеживаются на протяжении всего месторождения, образуя дайковый пояс протяженностью до 4 км.

На участке Большевик на сопряжении разломов северо-западного, северо-восточного и широтного простирания отмечается штокообразная дайка гранитоидов (рис. 2.2.1), приуроченная к ядерной части антиклинали II порядка. На участках Чалобай и Холодный Ключ распространены только дайки среднего состава. На этих участках дайки прослеживаются на большую глубину и не оконтурены скважинами. Мощность даек достигает здесь 10-20 м. На верхних горизонтах месторождения во вмещающих породах висячего бока зоны в разрезах отмечается серия маломощных даек среднего, реже кислого составов, которые сопровождают, в основном, разломы северо-западного простирания. Длина даек до 200 м, падение крутое - $70-80^{\circ}$ на северо-восток. Аналогичная картина наблюдается в разрезах и на нижних горизонтах участков по данным буровых работ (рис. 2.2.3 и 2.2.4). В лежащем боку зоны на участке Западный Большевик наблюдается несколько даек среднего состава, выполняющих разрывы северо-западного простирания с падением на северо-восток.

Возрастные взаимоотношения даек достоверно не установлены, так как на нижних горизонтах участков не отмечается взаимного пересечения даек различных групп, за исключением верхних горизонтов участка Большевик. Здесь крупная штокообразная дайка гранитов I типа пересекается крупной дайкой диоритовых порфиритов V типа. Поэтому можно предположить, что формирование даек произошло в два этапа. В первый этап внедрились магматиты плагиогранитов и гранодиоритов, а затем (во второй этап) внедрились дайки кислого, среднего и основного состава.

Очевидным является дорудный возраст всех даек: имеется ввиду, что дайки внедрились до формирования основного промышленного оруденения месторождения. Это доказывается наложением на них золотого оруденения тех же продуктивных минеральных ассоциаций, что и в основных рудных телах, отсутствием по ним перемещений рудных тел, а также экранирующей ролью даек, выполняющих основной шов висячего бока Кызыловского надвига.

Пространственно всё золотое оруденение на разведанных участках месторождения Большевик тяготеет ко всем выделенным группам даек без исключения, относимых нами к кунушкому комплексу (C_3-P_1), особенно к лежащим бокам даек, что ещё раз косвенно подтверждает мнение о дорудном развитии даек и их экранирующей роли при рудоотложении.

Особенности рудной минерализации

Вещественный и минеральный состав руд месторождений Кызыловской золоторудной зоны, в т.ч. и месторождения Большевик, детально изучен по классическим методикам и отражен в соответствующих отчетах и публикациях. Наиболее полно это

дано у Старовой М.М., Нарсеева В.А., Марченко Л.Г. Для рудной минерализации месторождения Большевик характерны следующие черты (Ю.А. Антонов, В.А. Нарсеев. 2011 г.):

- золото связано с пиритом и арсенопиритом, являющимися его основными носителями и концентраторами;

- распределение главных рудных минералов в углеродистых породах имеет вкрапленный, прожилково-вкрапленный, реже массивный и реликтивно-слоистый характер;

- метасоматическая рудная минерализация приурочена к участкам развития в породах сингенетического пирита и (или) железистых карбонатов;

- золотоносные сульфиды сопровождаются оторочками нерудных минералов карбонат-кварцевого, серицит-хлорит-кварцевого, альбит-серицит-кварцевого состава.

Основными минералого-парагенетическими ассоциациями руд месторождения Большевик являются:

- 1) пирротин-I, мельниковит, мельниковит-пирит-I, мельниковит-марказит (с никелином и пентландитом), углистое вещество – продукты диагенеза и раннего метаморфизма;

- 2) пирит-II, арсенопирит, золото-I (с кубанитом и герсдорфитом) – минералы главной стадии рудообразования; главные нерудные – кварц, карбонаты; золото в пирите и арсенопирите – первая гидротермальная стадия;

- 3) сфалерит, галенит, халькопирит, блеклые руды, пирит, золото-II, пирротин-III; нерудные: кварц, хлорит, альбит, карбонаты. Эта минеральная ассоциация рассматривается как продукт второй полиметаллической гидротермальной стадии;

- 4) антимонит, марказит-III, сульфосоли мышьяка, самородная сурьма, золото-III, серебро – продукты поздней (третьей) гидротермальной стадии, явно секущей образования всех предыдущих стадий; главные нерудные – кварц и кальцит.

Золото-пирит-арсенопиритовая ассоциация имеет «сквозное» распространение, мельниковит-пирит-пирротин-марказитовая - развита на нижних горизонтах, золото-кварц-полиметаллическая - на средних и верхних глубинах, кварц-карбонат-антимонит-тетраэдритовая – тяготеет к верхней части разреза. На верхних горизонтах пирит преобладает над арсенопиритом (3,5:1), на средних и глубоких он имеет подчиненное развитие (1:3).

Пирит представлен тремя разновидностями. Пирит-I (ранний сингенетичный) обнаруживается во всех разностях углеродистых осадочных пород месторождения, ассоциирует с глобулярными разновидностями дисульфидов железа и имеет

гексаэдрическую огранку кристаллов размером от 0,1 до 1-2 мм. Он характеризуется электронно-дырочной проводимостью, низкими (до 125 мкВ/град) значениями коэффициента термоЭДС, параметр элементарной ячейки изменяется от 5,406 до 5,409 Å, отношение серы к железу – 1,93:2,03. Характерная примесь – марганец. Выделяется три разновидности пирита-I: пирит-Ia, пирит-Iб и пирит-Iв. Средний химический состав пирита-I отвечает формулам: пирит-Ia – $Fe_{0,98} S_{2,02}$; пирит-Iб – $Fe_{1,00} S_{2,00}$; пирит-Iв – $Fe_{0,98} S_{2,02}$. Для пирита-Ia характерна минимальная дисперсия как основных компонентов, так и элементов-примесей – мышьяка, никеля, кобальта, марганца (выше, чем в других пиритах), цинка и меди. Относительно высокие (более 1%) содержания мышьяка в глобулярном пирите отмечаются в рудных сечениях, в пирит-II - арсенипиритовой ассоциации, где его химический состав приближается к среднему химическому составу золотоносного пирита-II, который отвечает формуле: $Fe_{0,98} (S_{1,97} As_{0,05})_{0,02}$. В стяжениях (пирит-Iб) концентрации микроэлементов более локальны, чем в овоидах (пирит-Ia). Так, во всех проанализированных овоидах мышьяк встречается в 57% анализов, никель – 67%, кобальт – 25%, марганец – 45%, в то время как в пирите-Iб те же показатели составляют, соответственно, 31, 29,3 и 1,5%, но среднее содержание большинства элементов (исключение – марганец и медь) в несколько раз выше.

Пирит-II (в ассоциации с арсенипиритом) является наиболее распространенным. Характеризуется пентагондодекаэдрическим, реже гексаэдрическим обликом. Часто отмечаются комбинированные формы кристаллов с преимущественным развитием граней пентагондодекаэдра. Пириту-II свойственны зональные кристаллы размером от долей мм до 2-3 мм. Он тесно ассоциирует с арсенипиритом и составляет 75% общего количества пиритов. В нем присутствуют тонкие неправильные выделения халькопирита, сфалерита, теннантита. Из нерудных минералов с ним связаны: гребенчатый кварц, серицит, реже альбит. Пирит-II характеризуется дырочной проводимостью, вариациями коэффициента термоЭДС от 200 до 410 мкВ/град, микротвердость изменяется от 625 до 1290 кг/мм, параметр элементарной ячейки – от 5,420 до 5,437 Å, отношение серы к железу – 1,78:2. Элементы-примеси представлены мышьяком (до 4,46%) Cu, Zn, Pb, Ag. Этот пирит совместно с арсенипиритом несет основную массу золота, содержание которого в 10-100 раз выше, чем в пробах руд, содержащих пирит-III. По данным электронно-микроскопического изучения средний состав пирита-II соответствует формуле: $Fe_{0,98} (S_{1,97} As_{0,05})_{2,02}$. В этом пирите устанавливаются следующие примеси (вес.%): мышьяка 0-6,9 (ср.2,95), никеля 0-0,59 (ср.0,10), кобальта 0-1,0 (ср.0,10), марганца 0-0,15 (ср.0,03), а также цинка - 0-0,65 и сурьмы - 0-0,12.

Пирит-III (в ассоциации со сфалеритом, галенитом, халькопиритом) имеет неправильный гексаэдрический облик кристаллов, образует прожилки совместно с сульфидами меди, свинца, цинка и местами замещает пирротин. Внутреннее строение его простое. Обладает дырочной проводимостью, коэффициент термоЭДС варьирует от 160 до 270 мкВ/град, микротвердость изменяется от 1125 до 1675 кг/мм, параметр элементарной ячейки – от 5,411 до 5,417 Å, отношение серы к железу – 1,95:2,11. Характерные элементы-примеси – медь, цинк, свинец и мышьяк (до 0,3%). Химический состав пирита-III близок химическому составу пирита-II. Как показало электронно-микроскопическое исследование, ближе всего к теоретическому составу (содержание железа - 46,55, серы – 53,45 вес.%) стоит пирит-Iб, где среднее содержание железа составляет 46,2, серы – 53,4 вес.%, при минимальной концентрации примесей: мышьяка – 0,25; никеля – 0,12; кобальта – 0,02 и марганца – 0,03 вес.%. Максимальным отклонением от теоретического состава характеризуется пирит-II из золото-пирит-арсенопиритовой ассоциации. Среднее содержание элементов в нем составляет: железо – 44,5, сера – 51,4вес.%. Это отклонение связано с присутствием примесей (в основном мышьяка), в среднем 2,95 вес.%.

Во всех разновидностях пирита встречаются минеральные включения размером 5-10 микрон. В овоидах и стяжениях это галенит, сфалерит, халькопирит, в пирите-Iв – галенит, сфалерит, халькопирит, арсенопирит, герсдорфит, аллоклазит, в пирите-II и III – арсенопирит, золото, галенит, сфалерит, халькопирит, блеклые руды.

Арсенопирит представлен также тремя разновидностями: мелкозернистый (кристаллы в комбинации призмы и пирамиды), среднезернистый (изометричные бипирамидальные кристаллы) и крупнозернистый (игольчатые кристаллы с двойниками и тройниками сростания). Все эти разновидности встречаются вместе. Арсенопирит встречается во всех литологических типах пород – от углисто-глинистых алевролитов, сидеритовых конкреций до «мусорных» песчаников и гравелитов в ассоциации с пиритом-II и III. Он образует структуры взаимного прорастания и замещения, что свидетельствует об их одновременной кристаллизации. В ассоциации с пиритом-II преобладают ромбические и короткостолбчатые кристаллы, а с пиритом-III – длинностолбчатые (игольчатые) формы. Последние нередко образуют звездчатые гнездовые скопления размером до первых миллиметров. Минерал тесно ассоциирует с золотоносным пиритом-II. Характерными признаками арсенопирита месторождения являются увеличенные параметры кристаллической решетки, примеси золота (до 2000 г/т), сурьмы, а также пониженная микротвердость и отражательная способность. Проводимость арсенопирита электронная, средний коэффициент термоЭДС составляет 120 мкВ/град (при вариации

значений от 20 до 250 мкВ/град). Наиболее высокие значения коэффициента термоЭДС (120-250 мкВ/град) присущи наиболее золотоносным игольчатым кристаллам, а низкие (50-120 мкВ/град) – короткопризматическим. Средний состав минерала отвечает формуле: $Fe_{0,96} As_{0,96} S_{1,08}$. Колебания формульных единиц составляют: железа - от 0,87 до 1,11; мышьяка - от 0,76 до 1,12; серы - от 0,89 до 1,22. Для призматического арсенопирита характерен следующий средний химический состав (масс.%): серы – 20,97, мышьяка – 44,36, железа – 34,11, сурьмы – 0,014, кобальта – 0,006, никеля – 0,026, золота – 1240 г/т.

Электронно-микроскопическое изучение руд показало, что наряду с сульфоарсенидом железа – арсенопиритом, одним из главных носителей тонкодисперсного золота, широким развитием пользуются сульфоарсениды никеля, кобальта и железа – герсдорфит, аллоклазит, глаукоdot. Эти минералы переменного состава встречаются часто, но размеры выделений их не превышают 40-50 микрон. Арсенопирит отмечается в парагенезисе с сульфоарсенидами никеля, кобальта и железа. Абсолютное большинство анализов сульфоарсенидов Ni и Co характеризуется недостатком мышьяка. Основные примеси, замещающие железо, - это никель - от 0 до 0,75 (ср. 0,09), кобальт - от 0 до 2,23 (ср. 0,11) и марганец, а замещающие мышьяк – сурьма.

Наличие в рудах трех морфологических разновидностей пирита и арсенопирита указывает на длительность процессов рудоотложения, многоэтапность формирования руд месторождения и эволюцию физико-химических параметров.

Золото локализуется в пирите-II и арсенопирите. Оба сульфида содержат его в микроскопической и субмикроскопической формах (размер <10 микрон). Зерна золота – изометричные выделения сложной формы, удлинённые, каплевидные и жилковидные. Отмечаются три разновидности золота:

- золото-I - кластерное, микроскопическое и тонкое - выделяется с пиритом-II и арсенопиритом, распределяется в рудных минералах (как и в рудах) довольно равномерно. Среднее отношение содержания золота в пирите к золоту в арсенопирите 1:2:3;

- золото-II имеет ограниченное развитие, распределяется по микротрещинкам в пирите-II и арсенопирите в ассоциации с блеклой рудой, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, кварцем и карбонатом;

- золото-III встречается в отдельных случаях в виде включений в кварц-серицит-карбонатных оторочках сульфидов в ассоциации с антимонитом.

Изучение различных типов руд месторождения показало, что содержание тонкодисперсного золота может достигать 100 г/т, а в целом по месторождению около 25-30% руд содержат эту форму. Максимальное количество содержания золота

зафиксировано на уровне 5-7 г/т в густовкрапленных и массивных пирит-арсенопиритовых рудах. Повышенные концентрации тонкодисперсного золота устанавливаются часто в ранних рудах пирит-арсенопиритового состава при малых размерах (30-40 микрон). Микроскопически свободное самородное золото месторождения Большевик резко отличается от золота из месторождений золото-кварцевой формации густым желтым цветом с красноватым оттенком. В ассоциации с золотом постоянно отмечаются хорошо образованные октаэдрические, кубические и более сложной формы кристаллы бунзенита размером 0,025-0,04 мм.

При небольших (первые сотни раз) увеличениях крупные золотины из руд месторождения Большевик представляют собой спутанно-волокнистый агрегат, состоящий из вытянутых (5-10 микрон) палочек, покрывающих сплошным «чехлом» более крупные выделения золота. Практически всегда среди спутанно-волокнистого агрегата золота отмечаются мелкие кристаллики бунзенита. Более мелкие золотины состоят преимущественно из четко ограненных изометричных и вытянутых кристалликов. При детальном изучении крупных золотин (при увеличении 1000-1500) среди спутанно-волокнистых агрегатов отмечаются «занорыши», содержащие многочисленные мельчайшие кристаллики. Размеры «занорышей» обычно не превышают 0,1 мм. Всего было выделено три морфологических разновидности золота: 1) спутанно-волокнистая (тонкогубчатая), 2) массивная и 3) кристаллически-зернистая. Все три разновидности отмечаются вместе при преобладающем развитии той или иной. Более полная современная характеристика золота месторождения Большевик дана у Нарсеева В.А. (2001 г.), Абдулина А.А. и Матвиенко В.Н. (2003 г.).

В последние годы изучение форм нахождения золота привело к выявлению т.н. кластеров, представляющих сферические образования и их агрегаты. Кластеры представлены сферическими, концентрически слоистыми образованиями ангстремной размерности. Отдельные слои (сферы) кластеров сложены графитом и золотом. Помимо графита в сферулах слои могут быть сложены кремнеземом, свинцом и серебром. Степень металлизации кластеров, т.е. степень замещения графита и кремнезема металлами может достигать 100%. Золото выявленной наноформы с помощью специальных методов вскрытия руд и концентрирования было подсчитано количественно, причем его количество порой на 10-30% более, чем определенное пробирным анализом в данной пробе (Л.Г. Марченко, 2007-2010 гг.).

При разработке и освоении новой нанотехнологии определения и извлечения золота всех форм, его содержание в руде может увеличиться в 2-2,5 раза. Это служит еще одним источником резкого увеличения золоторесурсов месторождения Большевик.

Критерии оценки глубоких горизонтов месторождения

При определении общих перспектив месторождения Большевик важное значение имеют: а) глубина распространения благоприятной литолого-структурной обстановки; б) оценка размаха оруденения; в) оценка качества руд.

Благоприятная обстановка. Все рудные тела и минерализованные породы приурочены к продуктивной толще – бақырчикской свите. Суммарная мощность рудовмещающей толщи на месторождении составляет 80-350 м. По простиранию толща прослежена на 4 км в пределах месторождения Большевик (общая протяженность в пределах Кызыловского надвига составляет 17,5 км), по падению она вскрыта на глубине 630 м на месторождении Большевик и 1180 м на месторождении Бақырчик. Ее распространение по падению (склонению) прогнозируется на 5-6 км (до глубины 2,5-3 км). Разведанная на месторождении Большевик собственно рудоносная пачка (бақырчикская свита) имеет среднюю мощность 150-200 м (при вариациях от 50 до 350 м). Длина по простиранию и падению ее непрерывно прослеживающихся частей составляет четыре километра. Внутри бақырчикской толщи установлено три уровня микститов и отвечающих им рудных тел. В отдельных сечениях известно до 4 уровней (Ю.А. Антонов, В.А. Нарсеев, 2011 г.). Мощности пластов микститов изменяются от первых метров – первых десятков метров до 100-150 м, в среднем – 30-40 м. Переинтерпретация профилей сейсморазведки МОВ, проведенная сотрудниками ЦНИГРИ (В.А. Нарсеев и др., 2001 г.), показывает высокую вероятность возрастания суммарной мощности рудоносной толщи (на глубинах 2-2,5 км) до 800-1000 м, микститов – до 200-250 м, с возможным появлением нескольких новых уровней. По данным разведочного бурения, увеличение мощности бақырчикской свиты и появление новых уровней уже отмечается на месторождениях Бақырчик и Большевик. Многоэтажность рудных тел на месторождениях рудного поля – факт известный давно. Новая интерпретация разреза с выделением рудной толщи, содержащей многоуровневые рудные тела, приводит к однозначному заключению о том, что часть разведочных скважин на месторождении не пробурены на всю мощность рудоносной пачки, и поэтому часть рудных тел на глубоких горизонтах и в лежащем боку рудоносной толщи остается до сих пор непоискованной и неразведанной. Таким образом, приведенные выше данные дают высокие основания считать, что до глубины 2,5-3 км от поверхности литологически благоприятная среда рудоотложения сохраняется. В связи с предполагаемым ростом общей мощности рудовмещающей толщи число рудных уровней может достигнуть 5-6. Структурные условия локализации оруденения, а именно сочетание сводов антиклиналей II порядка с рудолокализирующими разломами самой Кызыловской структуры, выдерживаются на всю изученную мощность разреза по всей площади рудного

поля. Это дает основание считать, что и структурный мотив сохранится до глубины 2,5-3 км.

Оценка размаха оруденения. Размах оруденения можно оценить по установленным градиентам зональности. Многолетние исследования зональности руд месторождений Кызыловского рудного поля, в т.ч. и месторождения Большевик, свидетельствуют о низких градиентах изменения свойств руд и минерализации на глубину. Это является прямым указанием на значительный размах оруденения. Использование градиентов разных видов зональности показывает, что глубина возможного распространения оруденения составляет не менее 2,5-3 км. Данные по минералогии золота дают следующую оценку вертикального размаха оруденения (В.А. Нарсеев, 2001 г., Ю.А. Антонов, В.А. Нарсеев. 2011 г.): пробность золота в пирите на поверхности – 760, а свободного самородного – 960. При градиенте 5% на 100 м получаем 4 км; значения «v» ВГЗ составляют единицы–первые десятки на 100 м, что дает оценку для золото-сульфидной минерализации в 3 км; оценки по термоЭДС пиритов и арсенопиритов, составу карбонатов, минеральным ассоциациям и др. дают вертикальных размах оруденения от 2 до 5 км. На глубине в рудах месторождения Большевик (как на месторождении Бакырчик) можно ожидать увеличение количества свободного золота, сульфоарсенидов никеля, платиноидов в связи с приближением к очаговой области источника гидротерм – глубинным интрузиям.

Качество руд. В месторождениях Кызыловской рудной зоны наблюдается наличие значительных запасов золотосодержащих руд разного качества, большая часть которых даже не учитывалась в прежнее время. Исследование структуры распределения содержания золота показало, что для них в результате многократного перераспределения первичного золота и дополнительного его привноса из глубинного источника характерна полимодальная модель и типичны следующие стабильные значения ряда уровней интенсивности минерализации, г/т: 0,3-0,6-1,2-1,8 – для месторождения Большевик и 0,3-0,6-1,1-1,8-3,5-6,1-10,1-16,3 – для месторождения Бакырчик. На месторождении Бакырчик в классах свыше 1,1-1,2 г/т содержится 88,8% учтенного золота (50,9% рудной массы), на месторождении Большевик в этих классах содержится 69,3% учтенного золота (24,3% рудной массы). Полученные данные позволяют сделать вывод, что для месторождений Кызыловской зоны установленные граничные значения являются «природными» естественными геологическими границами рудной минерализации, которые можно и нужно применять для оконтуривания и подсчета промышленных запасов золота разного качества в рудных залежах. Использование данных о структуре статистического распределения золота позволяет провести ранжирование разведанных руд, т.е. разделить

все золотое оруденение по качеству на 4 сорта (на примере месторождения Большевик): богатые (борт 1,8 г/т), рядовые (борт 1,2 г/т), бедные (борт 0,6 г/т) и убогие (борт 0,3 г/т) руды и на основе природных границ руд более достоверно определить разведанные запасы золота в недрах и оценить прогнозные ресурсы Кызыловской рудной зоны в целом. Прослеженная стабильность установленных уровней концентрации на протяжении уже разведанных рудных зон (4 км по простиранию и более 600 м по падению на месторождении Большевик; 5 км по простиранию и более 1000 м по падению на месторождении Бақырчик) свидетельствует об устойчивости этого параметра и возможности принять его значения до глубин 2,5-3 км. Это еще больше увеличивает ресурсы золота месторождения Большевик.

Анализ пространственного распределения содержаний показал, что для 2-4 классов характерен литологический контроль (микститы, алевролиты, аргиллиты). Начиная с пятого класса на распределение содержаний существенное влияние оказывают структурные (пликативные и тектонические) факторы. Содержания седьмого и последующих классов связаны с внутренними разломами и зонами трещиноватости самой Кызыловской структуры. Наибольшую устойчивость в пространстве имеют рудные столбы осевых частей антиклиналей II порядка, субширотные швы Кызыловской зоны в сочетании с благоприятной литологией.

Основываясь на выше сказанном, предлагается следующая поисково-разведочная модель локализации золотого оруденения в Кызыловской зоне (рис. 2.2.7).



Рисунок 2.2.7. Поисково-разведочная модель локализации золотого оруденения в Кызыловской зоне

(А - проекция на горизонтальную плоскость; Б - проекция на вертикальную плоскость)

1 - выходы рудных тел на дневную поверхность или полотно карьера; 2 - границы блоков категории С₁ (а) и С₂ (б) с утвержденными балансовыми запасами золота (борт 3 г/т); 3 - контур рядовых руд (борт 1,2 г/т); 4 - контур бедных руд (борт 0,6 г/т); 5-7 - контур прогнозных ресурсов: 5 - категория Р₁; 6 - категория Р₂; 7 - категория Р₃; 8 - границы Кызыловской зоны; 9 - контур добычных карьеров; 10 - проекция горных выработок, пройденных в период разведки и разработки; 11 - колонковая скважина «Bakurchik Mining JV» (1996 г.); 12 - устья шахт

3. СОЗДАНИЕ БАНКА ДАННЫХ СОДЕРЖАНИЙ ЗОЛОТА В РУДОВМЕЩАЮЩИХ ТОЛЩАХ И ВЫЯСНЕНИЕ СТРУКТУРЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗОЛОТА В РУДНОЙ ЗОНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

3.1 Создание банка данных содержаний золота в рудовмещающих толщах

Одними из основных требований в области рационального, комплексного использования и охраны недр являются:

- обеспечение полноты опережающего геологического изучения недр для достоверной оценки величины и структуры запасов полезных ископаемых, месторождений и участков недр, предоставляемых для проведения операций по недропользованию;

- обеспечение рационального и комплексного использования ресурсов недр на всех этапах проведения операций по недропользованию.

Поэтому одной из важнейших задач в области недропользования является достоверный и надежный учет запасов полезного ископаемого, подлежащего выемке и оставляемого в недрах. Для решения этой задачи требуется наличие полной и достоверной первичной информации. Поскольку данные геологического изучения и опробования руд месторождения представляют собой огромный массив данных, собранных в разные периоды поисков, разведки и эксплуатации, сведение их в единый банк данных и компьютерная обработка этой формализованной информации современными методами с использованием новейших технологий и геологических программ становится настоятельной необходимостью. Без компьютерного банка информации, электронной техники и новых технологий (пакетов специальных программ) в современных условиях невозможно и качественное графическое изображение полученных данных. В период становления рыночной экономики эта необходимость усиливается сжатыми сроками, установленными в контрактах и лицензиях на разведку месторождений, подсчет запасов, их утверждение и технико-экономическое обоснование проектов промышленной разработки.

Для составления банка данных содержаний золота в рудовмещающих толщах месторождения Большевик автором был разработан макет определителей пород и руд: специальная система описания первичной документации (цифровая модель кодировки пород и руд), которую уже можно обрабатывать с помощью ЭВМ и использовать на других объектах Кызыловской золоторудной зоны (табл. 3.1). За период 1998-2005 гг. на основании составленного атласа цифровых кодов пород и руд был создан банк геолого-маркшейдерских и опробовательских данных поисков, разведки и разработки

Таблица 3.1. Цифровая модель системы кодов для геологической документации пород и руд месторождения Большевик

Окисление пород и руд							
1-ая цифра		2-ая цифра		3-ья цифра		4-ая цифра	
Неокисленные породы	0	не используется		не используется		не используется	
Следы окисления	1						
Слабое окисление	2						
Окисление средней степени	3						
Интенсивное окисление	4						
Тектонический облик породы							
1-ая цифра		2-ая цифра		3-ья цифра		4-ая цифра	
Породы не трещиноватые	0	не используется		не используется		не используется	
Тектоническая трещиноватость	1	следы проявления					1
		слабо проявлена					2
То же с тектонической глиной	2	средней степени					3
		интенсивное					4
Брекчирование (тектониты)	3	начальная стадия, очень угловатые обломки		1	цемент не минерализован (молодые брекчии)	1	
		угловатые обломки, цемента до 25%		2	цемент минерализован	2	
		угловатые и округлые обломки, иногда развернутые, цемента до 25-50%		3			
		округлые обломки, цемента 50% и более		4			
Милонитизация (милониты)	4	без проявления очковой текстуры		1	не минерализованы	1	
		с проявлением очковой текстуры		2	минерализованы	2	
Литология							
1-ая цифра		2-ая цифра		3-ья цифра		4-ая цифра	
Рыхлые (покровные) отложения	1	валуны, глыбы		1	ставится 0	0	
		гравий, дресва		2			
		песок, супесь		3			
		глина, суглинок		4			
		почвенно-растительный слой		5			
Обеленные, каолинизированные	2	не ожелезненные		1		содержание в пробе менее 10% - 0 10-20% - 1 20-30% - 2 30-40% - 3	

ванные сапролиты		слабо ожелезненные	2			40-50% - 4 50-60% - 5	
		интенсивно ожелезненные	3				
Осадочные породы	3	конгломераты, гравелиты	1	конгломерато-песчаники менее 50% обломков размером более 2 мм	1	60-70% - 6 70-80% - 7 80-90% - 8 90-100% - 9	
				тонкообломочный, более 50% обломков размером 2-4 мм	2		
				среднеобломочный, более 50% обломков размером 4-16 мм	3		
				крупнообломочный, более 50% обломков размером более 16 мм	4		
			песчаники аркозовые (все)	2	мелкозернистые	1	
			песчаники кварцевые	3	среднезернистые	2	
					грубозернистые	3	
			алевролиты	4	тонкозернистые	1	
					крупнозернистые	2	
			аргиллиты	5	слоистые	1	
					массивные	2	
			известняки	6	слоистые	1	
					массивные	2	
		микститы	7				
Интрузивные породы	4	основные	1	мелкозернистые	1	содержание в пробе менее 10% - 0	
		средние	2	среднезернистые	2		
		кислые	3	крупнозернистые	3		
Вулканические породы	5	основные	1	туф	1	10-20% - 1	
		средние	2	лава	2	20-30% - 2	

		кислые	3	порфирит	3	30-40% - 3		
Метаморфические породы	6	не используется		не используется		40-50% - 4		
						50-60% - 5		
						60-70% - 6		
						70-80% - 7		
						80-90% - 8		
						90-100% - 9		
Гидротермально-метасоматические изменения пород и руд								
1-ая цифра		2-ая цифра		3-ья цифра		4-ая цифра		
Породы не измененные	0	не используется		не используется		не используется		
Породы измененные	1	ожелезнение (лимонитизация, гематитизация)		1	следы изменений		1	
		силификация (окварцевание)		2	слабые изменения		2	
		карбонатизация		3				
		аргиллизация		4	средней степени		3	
		хлоритизация		5	интенсивные		4	
		селицитизация		6				
		пропилитизация		7				
		графитизация (новообразованное углеродистое вещество в массе породы)		8				
		осветление, выщелачивание		9				
Характерные минеральные особенности породы и минеральные новообразования								
1-ая цифра		2-ая цифра		3-ья цифра		4-ая цифра		
Нерудные	1	карбонат, может быть в виде цемента		1		не используется		
		доломит, то же		2				
		углеродистое вещество, первичное		3	следы проявлений		1	
		карбонатные жилы и прожилки		4	слабо проявлено		2	
		доломитовые жилы и прожилки		5	средней степени		3	
		кварцевые жилы и прожилки		6	интенсивное проявление		4	
		гидрослюда		7				
		хлорит		8				
		серицит		9				
		сидеритовые конкреции		10				

		растительные остатки	11		
Рудные	2	окислы железа	1		
		окислы марганца	2		
		пирит вкрапленный, рассеянный	3	следы проявлений	1
		пиритовые жилы и прожилки	4	слабо проявлено	2
		арсенопирит	5	средней степени	3
		халькопирит	6	интенсивное проявление	4
		галенит	7		
		сфалерит	8		
		блеклые руды	9		
		антимонит	10		
		пирротин	11		
		марказит	12		
		пентландит	13		

месторождения золота Большевик. Он состоит из 56281 анализа проб на золото по 1124 скважинам, 14581 анализа проб по выработкам шахты № 14, 778 анализов проб по шурфам, 3223 анализов проб по 36 канавам и траншеям, 32668 анализов проб по горизонтам отработки карьеров №№ 1, 2, 3 и 4 (всего 107531 анализ), из 12092 записей точек инклинометрии и 2489 записей координат выработок.

Созданный банк информации был использован автором для выполнения текущих исследований и передан недропользователю для практического использования.

3.2 Выяснение структуры распределения концентраций золота в рудной зоне месторождения

Для золотого оруденения в Кызыловской зоне на примере месторождения Бакырчик в 1979 году Трубниковым Л.М. были впервые определены граничные значения ступеней плотности оруденения как по отдельным скважинам, так и по профилям, и по рудным телам. Было установлено, что граничными в отдельных случаях являются различные значения золота, но некоторые из них встречаются в большинстве случаев, т.е. типичными для оруденения Кызыловской зоны являются содержания: 0,13-0,24 г/т, встреченные в 87% выборок; 0,28-0,49 г/т – в 66% выборок; 1,2-2,1г/т – в 46% выборок; 4,9-8,7 – в 57% выборок. Усредненными граничными значениями для этих классов можно принять содержания золота 0,2; 0,4; 1,5 и 6,5 г/т. Взяв эти значения в качестве бортовых содержаний и оконтурив по ним запасы месторождения Бакырчик, а также рассчитав распределение рудной массы и металла по классам содержаний: 0,2-0,4 г/т; 0,4-1,5 г/т; 1,5-6,5 г/т и более 6,5 г/т, было отмечено, что почти 90% металла находится в классах содержаний выше 1,5 г/т, которые содержат и 50% всей минерализованной массы рудной зоны (рис. 3.2.1). Это свидетельствует о том, что граничное значение 1,5 г/т является как бы естественной («природной») геологической границей рядовых руд, а установленное действующими кондициями (рассчитанное экономически в 70-х годах прошлого столетия) бортовое содержание для оконтуривания балансовых руд 3 г/т не является оптимальным и нуждается в пересмотре.

Дальнейшие исследования структуры распределения содержаний золота в Кызыловской зоне (на примере месторождений Бакырчик и Большевик) были осуществлены сотрудниками ЦНИГРИ (В.А. Нарсеев и др., 1988-1989 гг.). Ими, в результате статистической обработки данных опробования карьера № 3 (2003 пробы) и отдельных линий разведочных скважин (р.л. 62 – 300 проб) участка Большевик, (р.л. 90 - 560 проб) месторождения Бакырчик, выявлены 11 следующих стабильных значений ряда

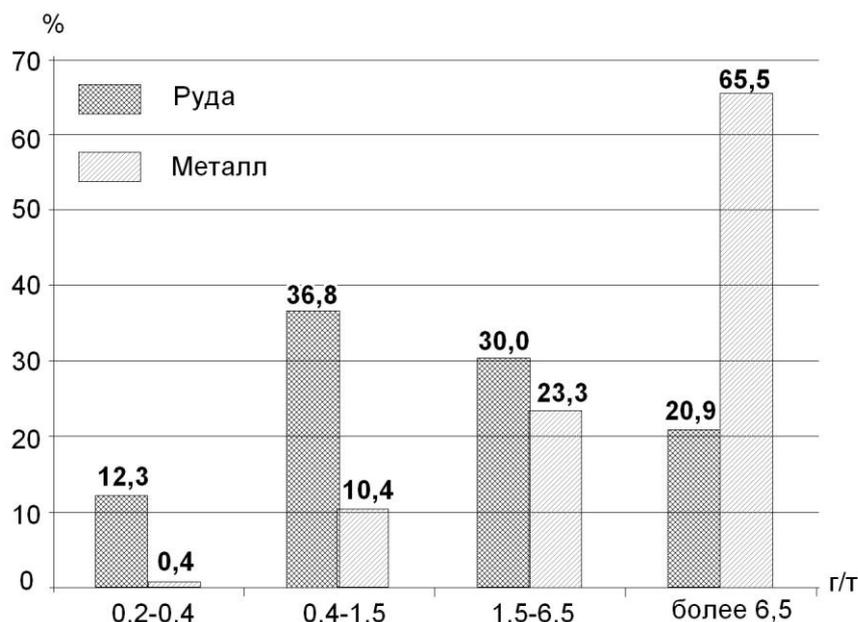


Рисунок 3.2.1. Гистограмма распределения запасов руды и металла по классам содержаний золота в рудах месторождения Бакырчик (составлена Антоновым Ю.А. по материалам Трубникова Л.М., 1980 г.)

уровней интенсивности минерализации: 1) $<0,2$ (ср. $0,1$ г/т); 2) $0,2-0,44$ (ср. $0,3$ г/т); 3) $0,45-0,79$ (ср. $0,6$ г/т); 4) $0,80-1,41$ (ср. $1 \div 1,1$ г/т); 5) $1,42-2,51$ (ср. $1,8 \div 2,0$ г/т); 6) $2,52-4,46$ (ср. $3,2 \div 3,5$ г/т); 7) $4,47-7,95$ (ср. $6 \div 6,2$ г/т); 8) $7,96-14,1$ (ср. $9,5 \div 10,4$ г/т); 9) $14,2-25,1$ (ср. $16,3 \div 21,0$ г/т); 10) $25,2-44,6$ (ср. $27,7 \div 29,0$ г/т); 11) $44,7-79,5$ (ср. – не определено). Анализ пространственного распределения содержаний, проведенный сотрудниками ЦНИГРИ, показал, что начиная с 2-4 классов (убогие и бедные руды) характерен литологический контроль (микститы, переслаивание). Начиная с четвертого класса (рядовые руды), на распределение содержаний существенное влияние уже оказывают структурные факторы. Содержания седьмого и последующих классов (богатые руды) связаны с зонами VII-VIII тектонофаций.

Изучение структуры распределения содержаний золота на месторождении Большевик автором осуществлено совместно с доктором геолого-минералогических наук Лось В.Л. на основе предшествующей работы по созданию геологического банка поисково-разведочных данных месторождения Большевик. Информационной основой изучения структуры статистического распределения концентраций золота на участках месторождения Большевик послужили анализы керновых и бороздовых проб. Линейный размер керновых проб составлял от $0,2$ до $1,7$ м, но абсолютное большинство имеет размер $1-1,2$ м. Связи между концентрациями Au и размерами проб нет. Бороздовые пробы имеют размер $1,0$ м. Всего для обработки использовано 40355 проанализированных на золото проб по сульфидным рудам, которые были сгруппированы в 63 выборки,

характеризующие 11 выделенных на месторождении локальных рудных столбов, а каждый рудный столб был разбит по глубине от 0 до 600 м на интервалы 100 м (рис. 3.2.2).

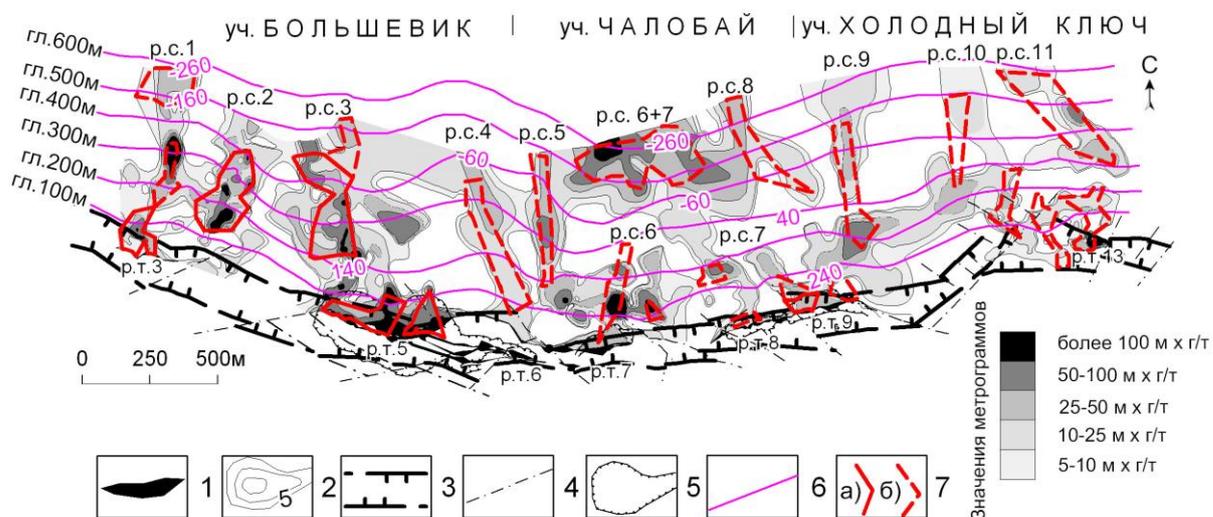


Рисунок 3.2.2. Локальные рудные столбы (в метрограммах) месторождения

Большевик в проекции на горизонтальную плоскость:

1 - выходы рудных тел на дневную поверхность или полотно карьера; 2 - изолинии метрограммов; 3 - границы Кызыловской золоторудной зоны; 4 - разрывы, секущие Кызыловскую структуру; 5 - контур добычных карьеров; 6 - глубина залегания кровли рудной залежи; 7 - блоки разведанных запасов: а) категория C_1 , б) категория C_2

Во всех пробах содержание золота было определено пробирным методом с чувствительностью анализа 0,1 г/т. Пробам, где определялись «следы» золота, приписывалось содержание 0,05 г/т. Пробам, в которых по данным анализа фиксировалось отсутствие Au, приписывалось содержание 0,01 г/т (в 3-5 раз выше кларка).

Анализ структуры статистического распределения концентраций золота проведен отдельно по участкам месторождения в целом и отдельно по рудным столбам: Большевик (рудные столбы 1-4), Чалобай (рудные столбы 5-8), Холодный Ключ (рудные столбы 9-11). Гистограммы строились с использованием логарифмической шкалы и программного комплекса «ELAN». Все исследованные выборки количественно содержали от 148 до 3262 проб. Для более объективного выделения на гистограммах структурных элементов распределения (локальных максимумов и минимумов) строилась специальная проверочная функция, вычисление которой основано на «шевелении» гистограмм (программа Anhis 2, ПК ELAN). Чтобы «отсечь» пробы с концентрациями ниже чувствительности анализа (им приписывались значения 0,01 и 0,05 г/т), начало шкалы

гистограмм принималось равным 0,09 г/т ($\lg Au = -1,05$). Для более четкого выделения структурных элементов распределения в практически интересном диапазоне концентраций золота в качестве начала шкалы использовалось также значение 0,14 г/т ($\lg Au = -0,8$). Гистограммы распределения концентраций золота в целом по участкам Большевик, Чалобай и Холодный Ключ приведены на рис. 3.2.3-3.2.5.

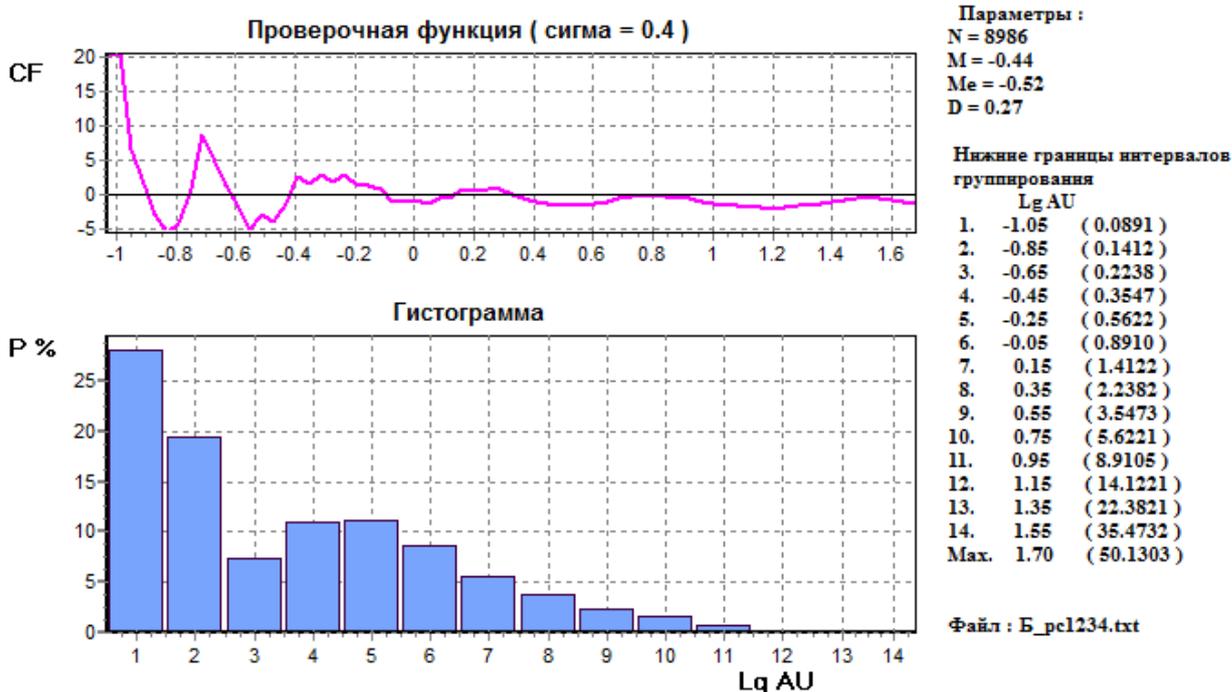


Рисунок 3.2.3. Гистограмма распределения концентраций золота на участке Большевик

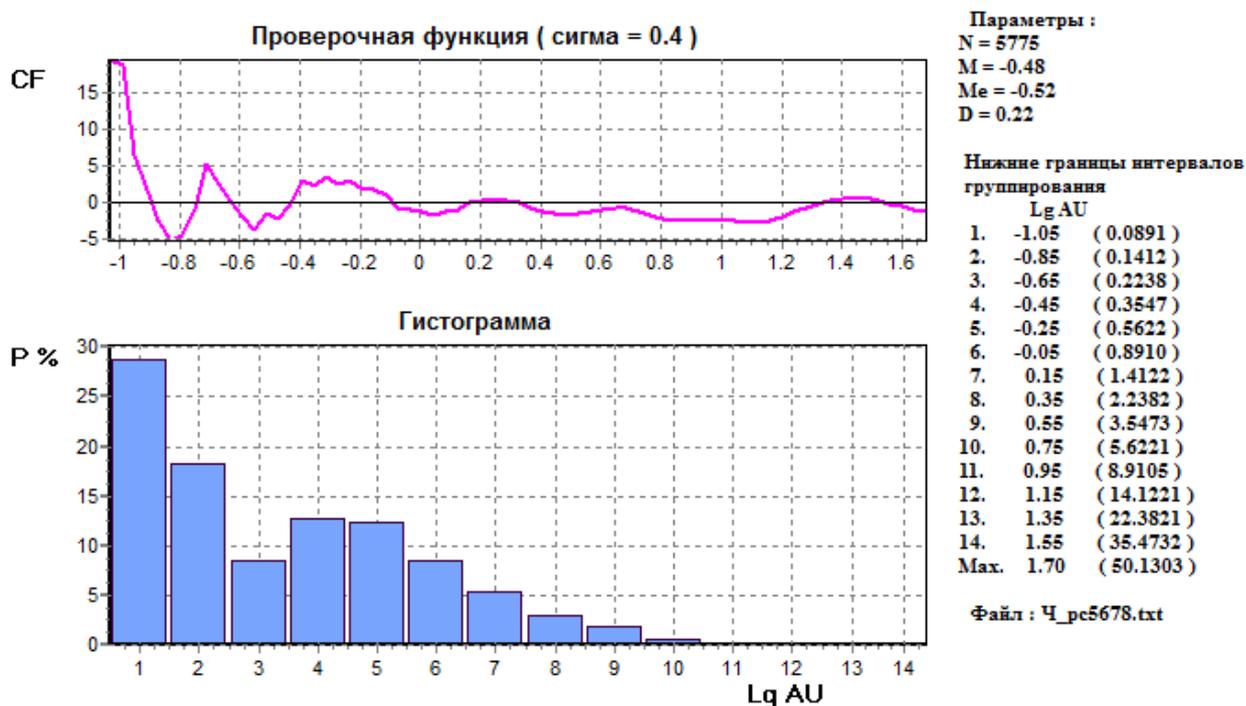


Рисунок 3.2.4. Гистограмма распределения концентраций золота на участке Чалобай

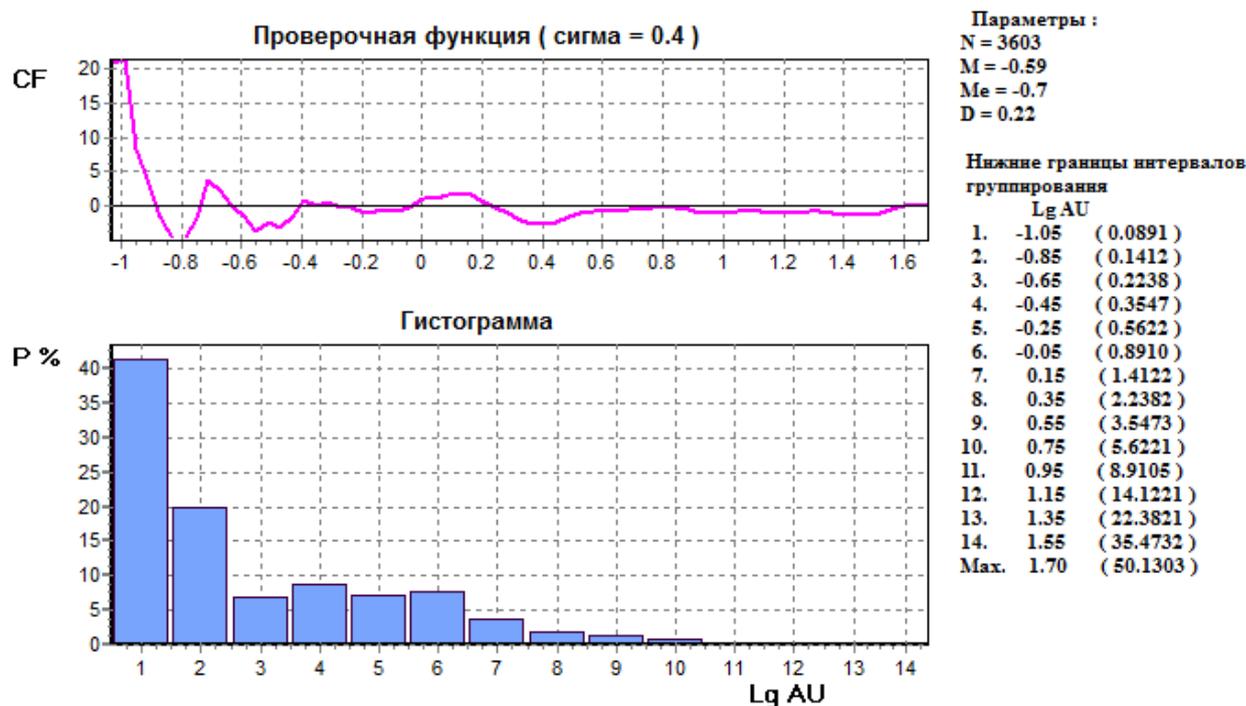


Рис. 3.2.5. Гистограмма распределения концентраций золота на участке Холодный Ключ

Анализ структуры статистического распределения концентраций золота показал, что на всех трех (выделенных исторически) участках месторождения распределение золота качественно имеет совершенно сходную структуру: большое количество проб с концентрацией 0,1 и 0,2 г/т (47-60%), четкий минимум на 0,3 г/т ($\lg Au = -0,5$) и после нечеткого максимума на концентрациях 0,4-1,0 г/т - плавное уменьшение частот до 11 г/т и более. На всех трех гистограммах проверочная функция фиксирует минимум на 0,14 г/т ($\lg Au = -0,85$), но он, скорее всего, связан с дискретностью данного анализа (это минимум между значениями 0,1 и 0,2 г/т).

Все это дает основание считать, что и на других участках Кызыловской зоны, в т.ч. и на участках месторождения Бакырчик, распределение золота будет иметь качественно такую же структуру.

На рисунках 3.2.6-3.2.11 показаны гистограммы, характеризующие некоторые из 63 рядовых выборок (отдельно по локальным рудным столбам, а внутри них по глубинам от поверхности). Гистограммы строились по всем выборкам с началом шкалы 0,09 г/т ($\lg Au = -1,05$) и 0,14 г/т ($\lg Au = -0,8$).

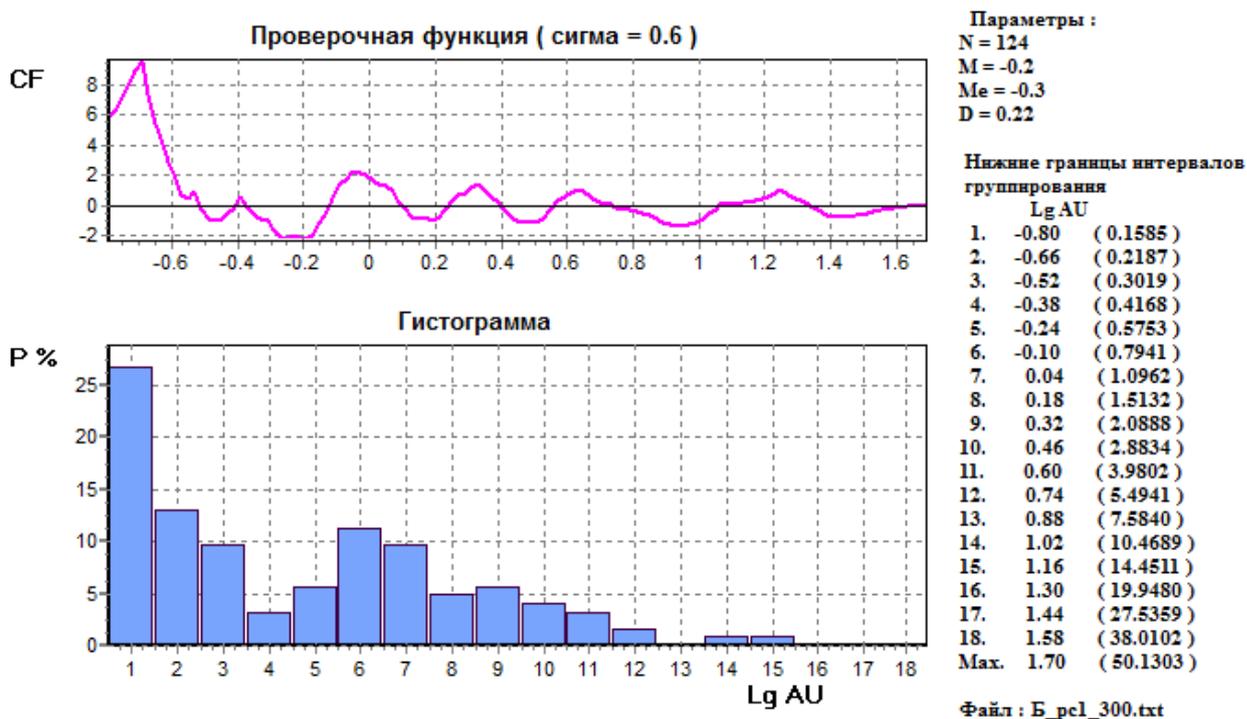


Рисунок 3.2.6. Гистограмма распределения золота в локальном рудном столбе 1 участка Большевик (интервал глубин 200-300 м)

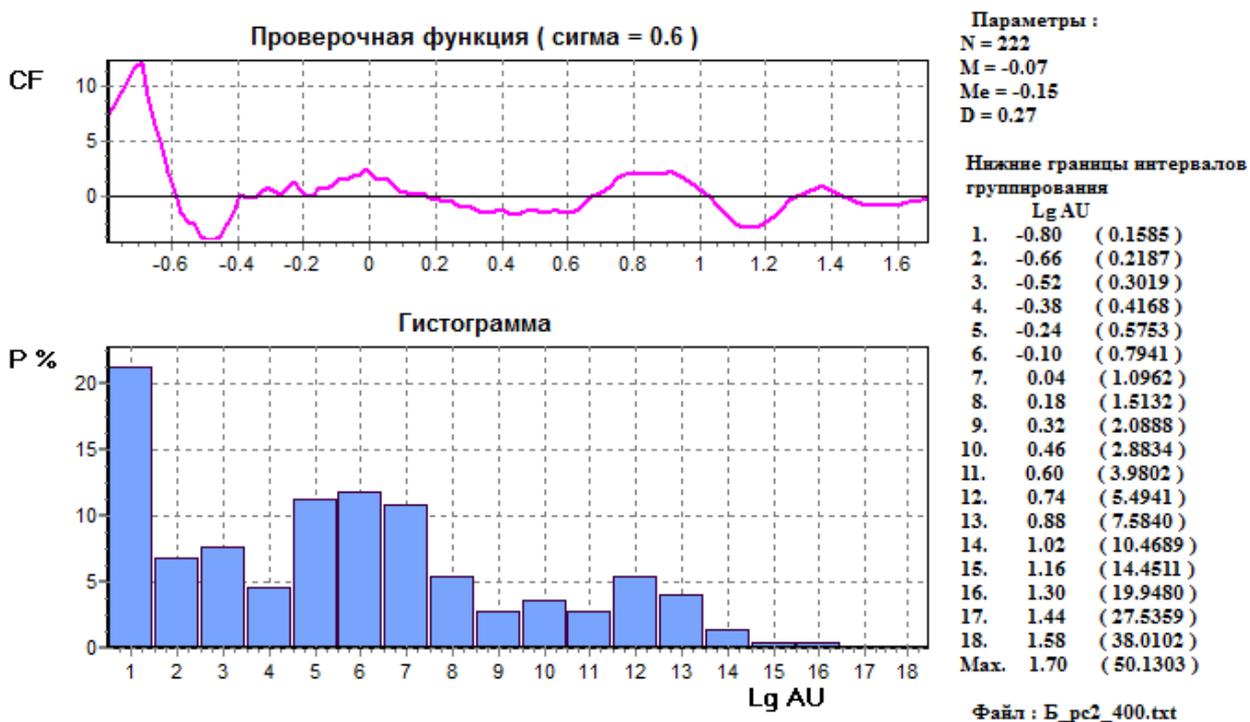


Рисунок 3.2.7. Гистограмма распределения золота в локальном рудном столбе 2 участка Большевик (интервал глубин 300-400 м)

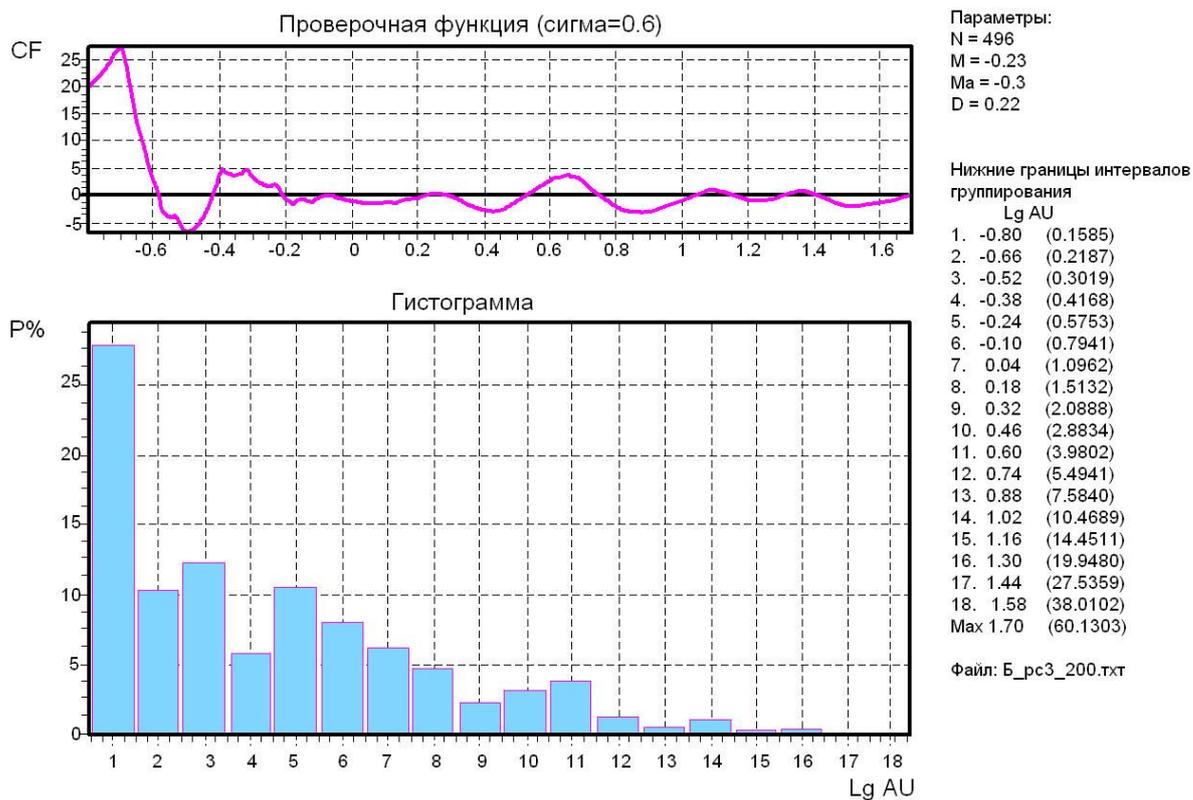


Рисунок 3.2.8. Гистограмма распределения золота в локальном рудном столбе 3 участка Большевик (интервал глубин 100-200 м)

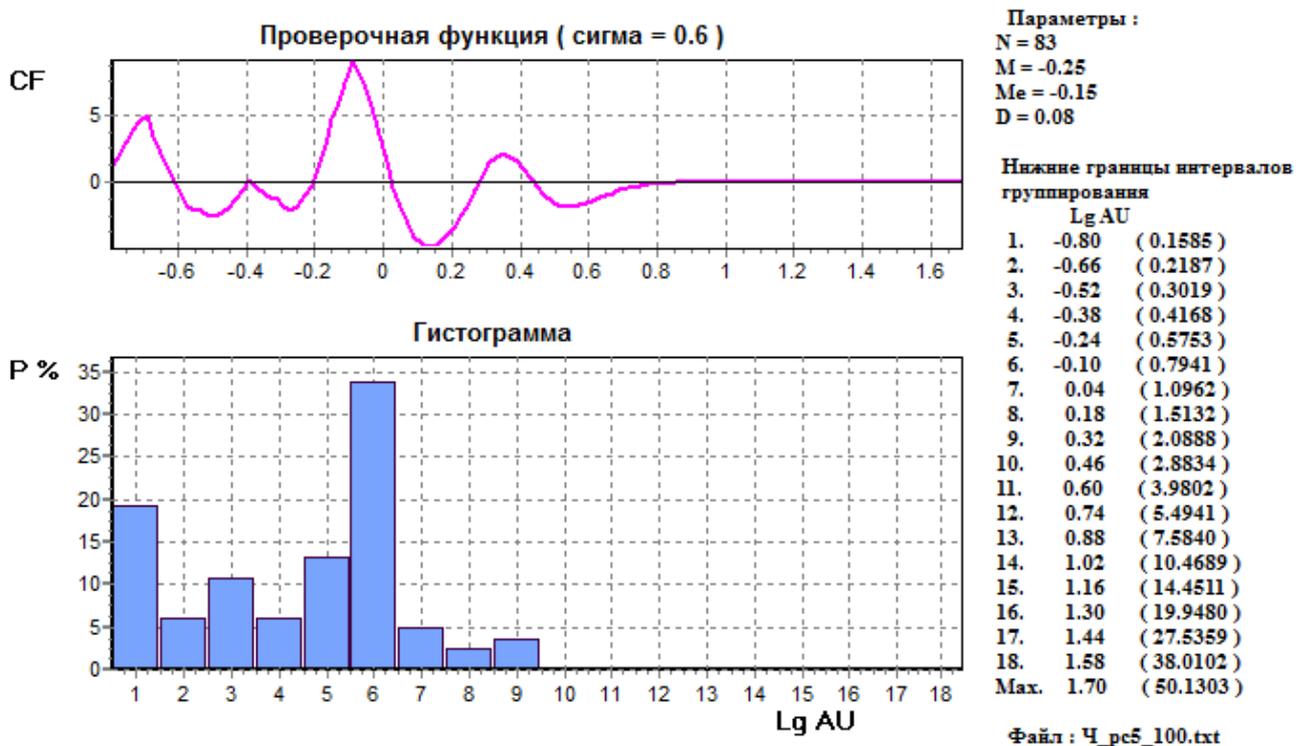


Рис. 3.2.9. Гистограмма распределения золота в локальном рудном столбе 5 участка Чалобай (интервал глубин 0-100 м)

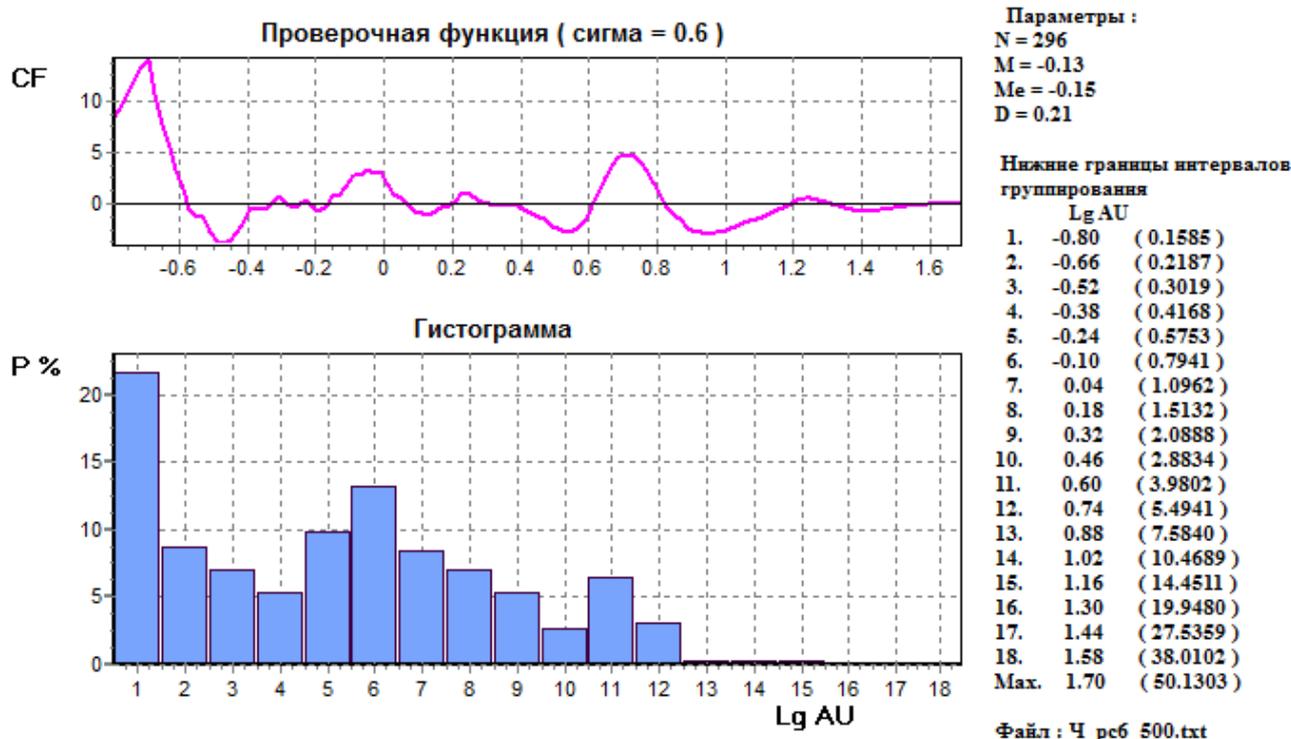


Рисунок 3.2.10. Гистограмма распределения золота в локальном рудном столбе 6 участка Чалобай (интервал глубин 400-500 м)

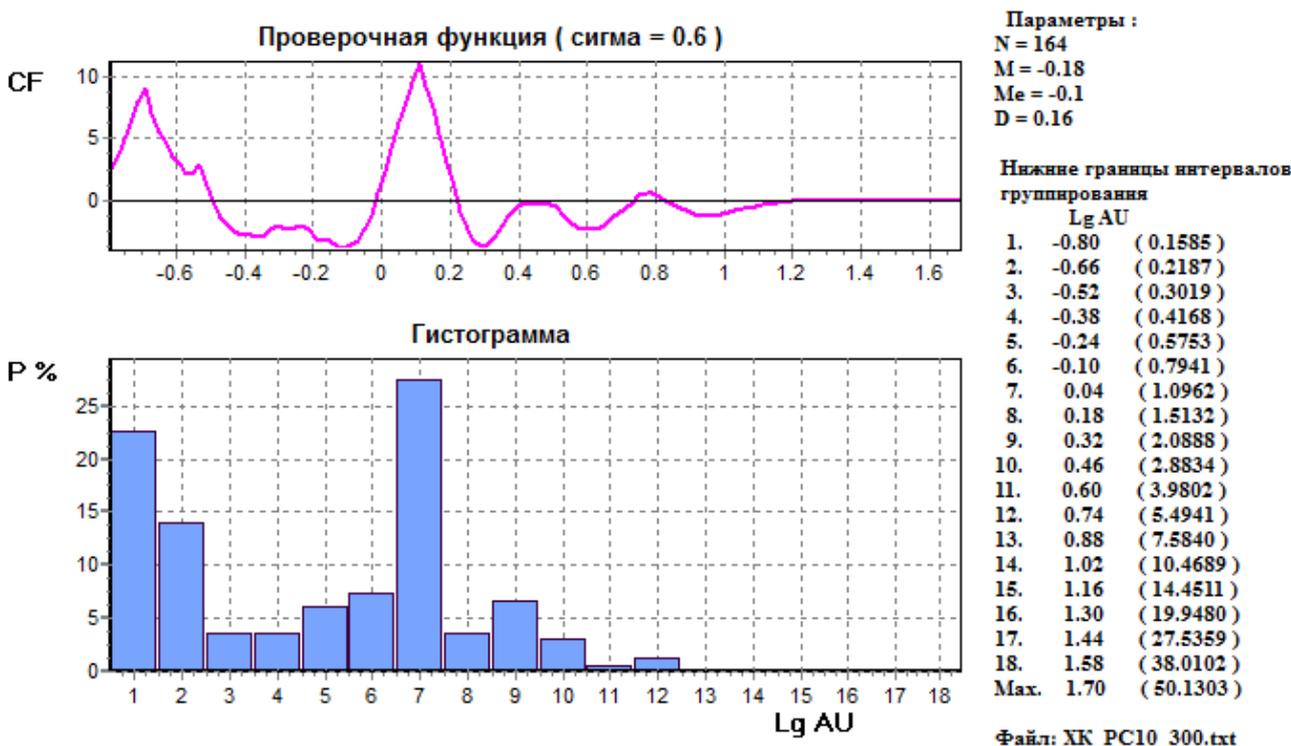


Рисунок 3.2.11. Гистограмма распределения золота в локальном рудном столбе 10 участка Холодный Ключ (интервал глубин 200-300 м)

Дополнительно с каждой гистограммы снимались максимумы, минимумы, и по ним строились гистограммы распределения максимумов - мод элементарных составляющих концентраций золота (рис. 3.2.12) и минимумов - граничных значений между элементарными составляющими (рис. 3.2.13).

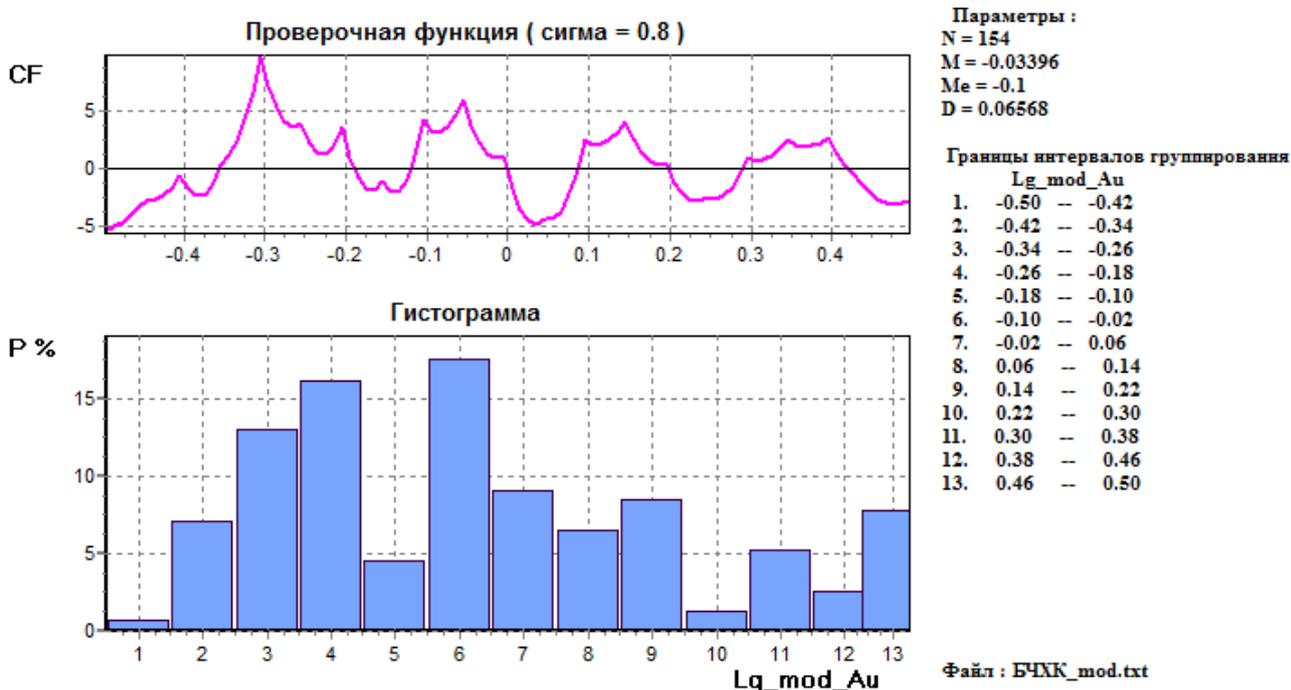


Рисунок 3.2.12. Гистограмма распределения значений мод элементарных составляющих концентраций золота на участках Большевик, Чалобай, Холодный Ключ

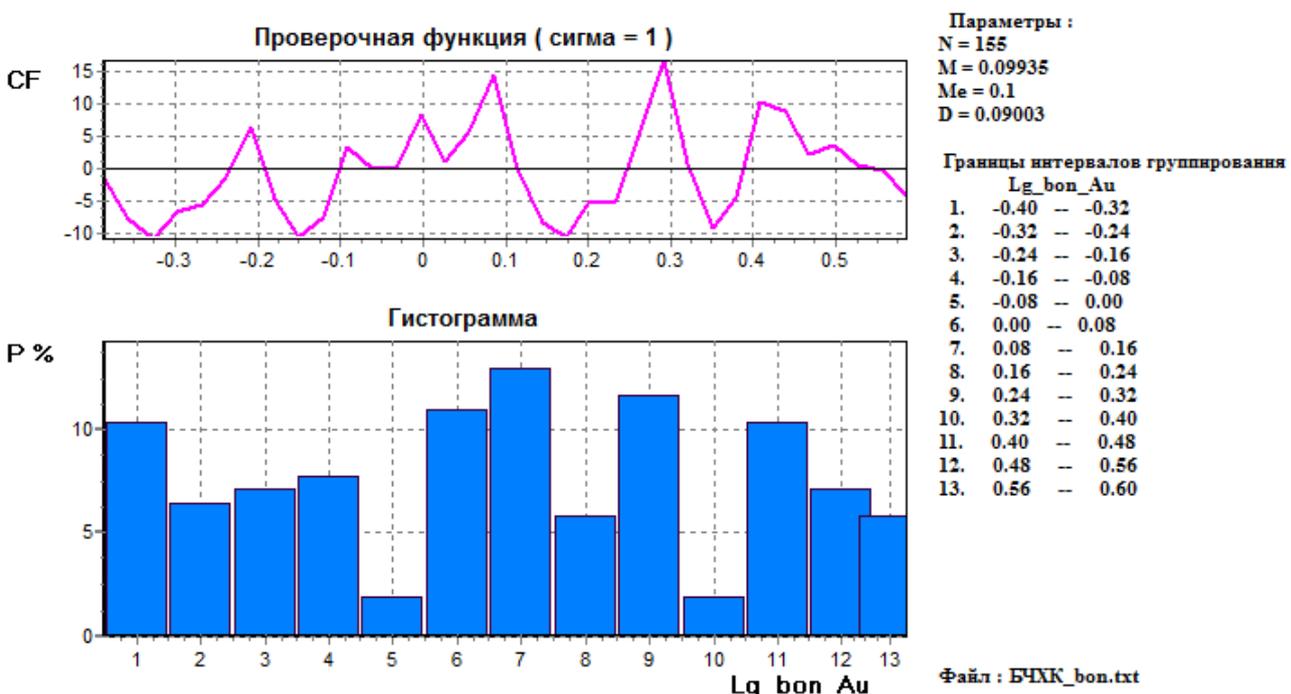


Рисунок 3.2.13. Гистограмма распределения граничных значений между элементарными составляющими концентраций золота на участках Большевик, Чалобай, Холодный Ключ

Анализ структуры статистического распределения концентраций золота на участках Большевик, Чалобай и Холодный Ключ показывает, что в целом оно полимодальное, хотя устойчивость структуры и не слишком высокая. В таблице 3.2 показаны установленные

параметры уровней концентраций золота на месторождении Большевик и наиболее устойчивые моды элементарных составляющих и «естественные» границы между ними.

Таблица 3.2. Параметры уровней концентраций золота на месторождении Большевик

Объекты	Параметры	Уровни концентраций					
		A	B	C	D	E	
Участки Большевик, Чалобай, Холодный Ключ	mod, г/т (lg mod)	0,2 (-0,7)	0,5 (-0,3)	0,9 (-0,05)	~1,4 (0,15)	~2,5 (0,4)	~5÷6 (0,7÷0,8)
	bon г/т (lg bon)	0,14 (-0,85)	0,316 (-0,5)	0,6÷0,7 (-0,2÷-0,15)	1,27 (0,1)	1,8÷1,9 (0,25÷0,3)	?

Примечание: «mod» – модальные значения элементарных составляющих статистического распределения содержаний золота (уровней концентрации); «bon» – «естественные» граничные значения содержаний золота между уровнями концентраций

С некоторой долей условности на месторождении Большевик можно наметить 5 характерных уровней концентрации золота (на всех исследованных участках они практически одинаковы): А, В, С, D, Е.

Уровень А ($<0,316$ г/т) может рассматриваться как зона золоторудной минерализации. Его условная нижняя граница 0,14 г/т.

Уровень В ($0,316 \leq Au < 0,6 \div 0,7$ г/т) может рассматриваться как зона убогого оруденения. Граница 0,316, отделяющая уровень А от В, наиболее четкая и устойчивая на всех участках. Если эту границу принять за бортовое содержание, то ориентировочно среднее содержание Au в рудах месторождения Большевик будет: на участке Большевик - 1,9 г/т; на участке Чалобай - 1,26 г/т; на участке Холодный Ключ - 1,77 г/т. Разница в оценках среднего содержания золота определяется наличием «ураганных» для данных участков концентраций и, вероятно, реально оценки средних содержаний золота на участке Большевике будут немного ниже (1,6-1,7 г/т), а на участке Чалобай несколько выше (1,4-1,5 г/т).

Уровень С ($0,6 \div 0,7 \leq Au < 1,27$ г/т) можно обозначить как зону бедного оруденения. Если границу 0,6 г/т принять за бортовое содержание, то оценки средних содержаний будут примерно следующими: на участке Большевик - 2,67 г/т; на участке Чалобай - 1,8г/т; на участке Холодный Ключ - 2,45 г/т. При этом запасы руды должны уменьшиться в 1,5-1,6 раза (по сравнению с бортом 0,3 г/т).

Уровень D ($1,27 \leq Au \leq 1,8 \div 1,9$ г/т) можно рассматривать как рядовые руды (для данных участков месторождения Большевик).

К уровню E можно отнести все концентрации $Au > 1,8-1,9$ г/т и считать его уровнем аномально высоких концентраций (богатых руд), объединяющим несколько подуровней

(границы между ними очень неопределенны и оценить их невозможно).

На рис. 3.2.14-3.2.16 показаны схемы распределения некоторых параметров расположения концентраций золота на месторождении Большевик в проекции на вертикальную плоскость. Для построений использовались следующие параметры всех 63 выборок: n_3/n_1 , n_2/n_1 , mAu_3 , где n_1 – число проб с содержанием Au > 0,09 г/т; n_3 – число проб с содержанием Au > 0,316 г/т; n_2 – число проб с содержанием Au > 0,65 г/т; mAu_3 – среднее содержание Au в пробах с содержанием Au > 0,316 г/т.

Как видно из схем, самые высокие значения n_3/n_1 наблюдаются в рудных столбах 1, 2 и 3 (участок Большевик). Высокие значения этого параметра наблюдаются также в рудных столбах 6 и 7 (участок Чалобай), причём здесь этот параметр увеличивается с глубиной. Самые низкие значения параметра n_3/n_1 отмечаются на глубоких горизонтах рудных столбов 8-11 (участок Холодный Ключ).

Модель распределения характеристик n_2/n_1 на вертикальной проекции месторождения Большевик практически повторяет модель n_3/n_1 .

Что касается распределения параметра mAu_3 , то наиболее высокие его значения фиксируются на периферии всей рудной зоны, что свидетельствует о наличии там аномально высоких концентраций Au или о недоразведанности центральной части месторождения Большевик.

В целом, полученные данные по месторождению Большевик подтвердили выводы Трубникова Л.М. (1979 г.) и Нарсеева В.А. (2001 г.), что для месторождений КЗС характерны некоторые стабильные уровни интенсивности золотой минерализации и их граничные значения. Выполненные автором исследования доказывают, что для участков месторождения Большевик этими пороговыми значениями являются содержания золота 0,14, 0,32, 0,65, 1,27 и 1,85 г/т, которые являются также «природными» естественными геологическими границами рудной минерализации, которые можно и нужно применять для оконтуривания и подсчета промышленных запасов золота в рудных залежах Кызыловской рудной зоны с учетом современных и будущих геолого-экономических условий региона и страны.

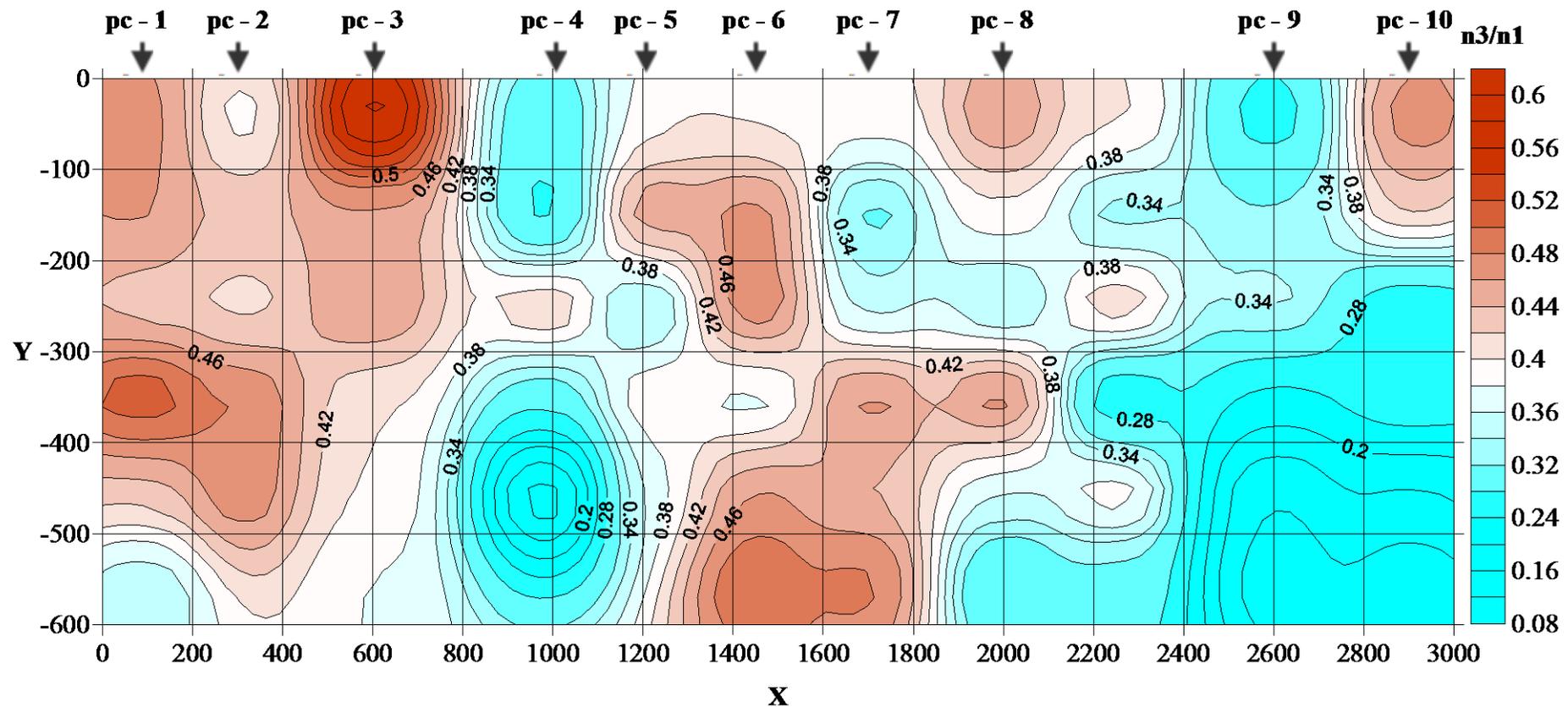


Рисунок 3.2.14. Модель распределения характеристик $n3/n1$ на вертикальной проекции месторождения Большевик: участки Большевик (pc 1-4), Чалобай (pc 5-8), Холодный Ключ (pc 9-10)

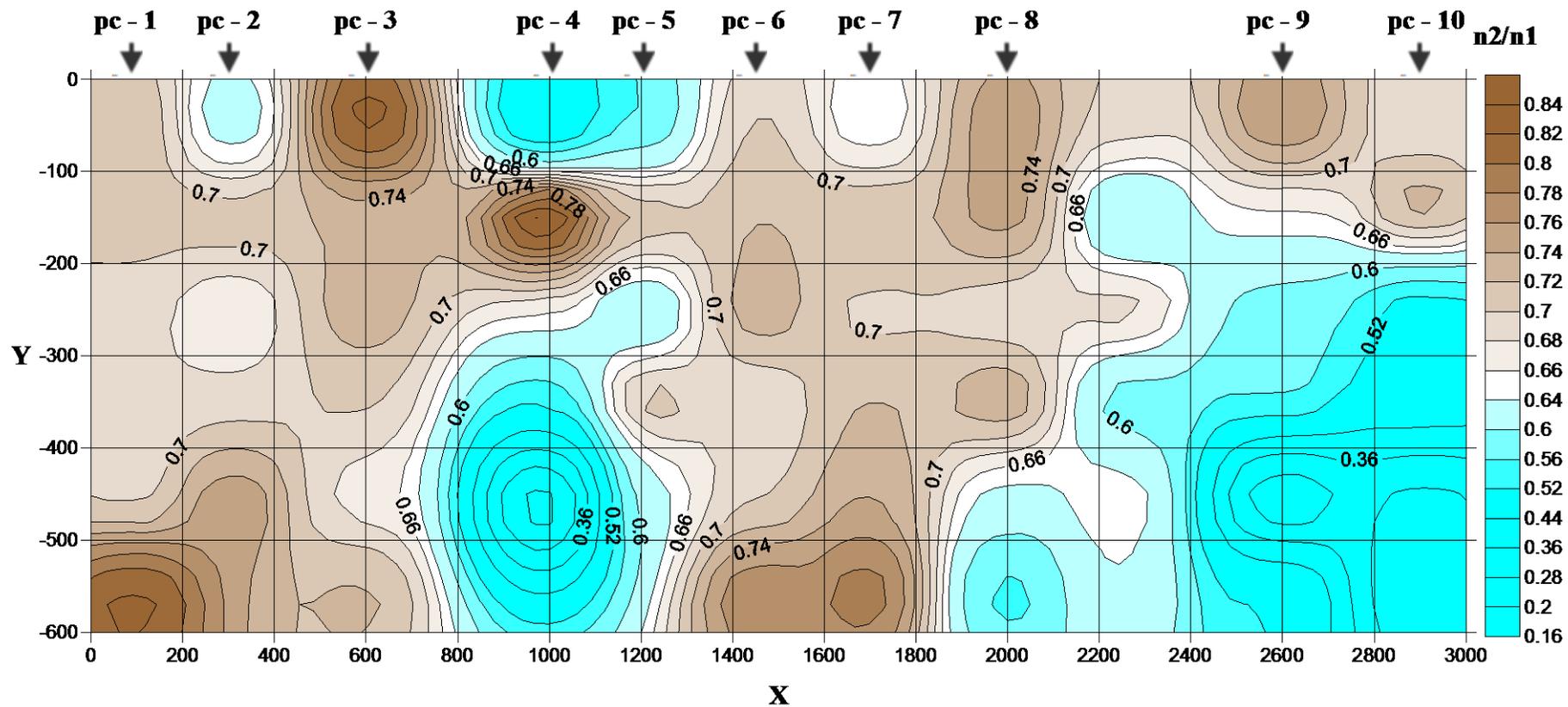


Рисунок 3.2.15. Модель распределения характеристик n_2/n_1 на вертикальной проекции месторождения Большевик:
участки Большевик (pc 1-4), Чалобай (pc 5-8), Холодный Ключ (pc 9-10)

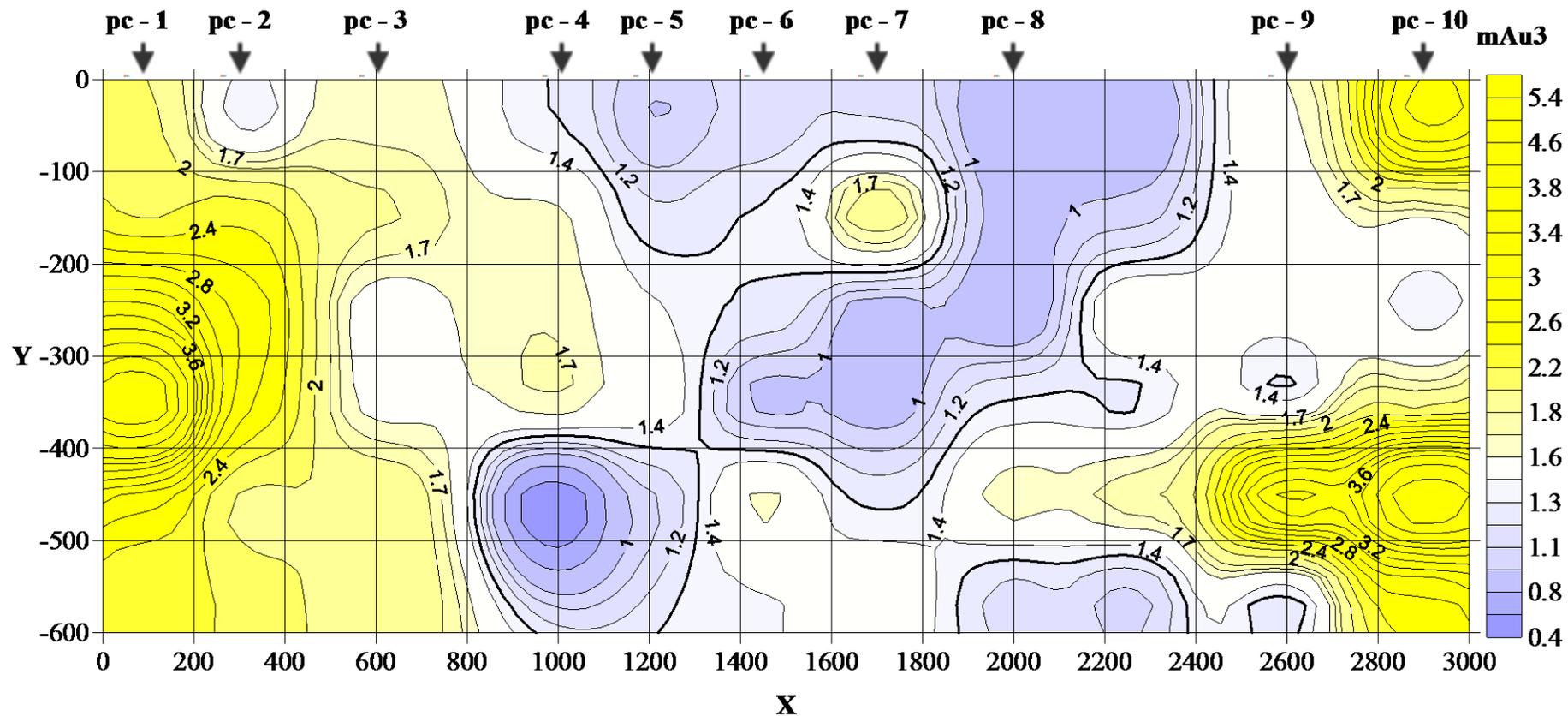


Рисунок 3.2.16. Модель распределения характеристик mAu3 на вертикальной проекции месторождения Большевик:
участки Большевик (pc 1-4), Чалобай (pc 5-8), Холодный Ключ (pc 9-11)

4. СТРУКТУРНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ РУДНЫХ ТЕЛ (СТОЛБОВ) МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Проблема прогнозирования, поисков и оценки рудных месторождений на основе изучения структуры рудного поля существует уже давно и до сих пор не может считаться до конца решенной. При изучении рудных месторождений (особенно гидротермальных) многими исследователями признается очевидным, что рудоотложению предшествует процесс образования рудовмещающего дизъюнктива, сопутствующей ему трещиноватости и пликативной складчатости. В связи с этим, установление закономерностей пространственного расположения разрывных нарушений, складчатости и оруденения представляет непосредственный практический интерес при поисках, разведке и локальном прогнозе оруденения.

Месторождение Большевик приурочено к западному флангу Кызыловской минерализованной зоны смятия. Для него характерно развитие золото-сульфидно-углеродистой, золото-кварц-сульфидно-углеродистой, золото-сульфидной в дайках и штоках и золото-кварц-жильной рудных формаций. По мнению Коробейникова А.Ф. и Масленникова В.В. (1994 г.), все месторождения и проявления Западной Калбы объединяются в одну золото-кварцево-березит-лиственитовую рудную формацию. В прожилково-вкрапленных и вкрапленных пирит-арсенопиритовых рудах месторождения Большевик доля (определяемого пробирным методом) свободного золота (связанного с кварцем) составляет 21,3%, сульфидного – 70,6%. Остальное золото (8,1%) связано с нерудными минералами и углеродом.

Вопросами закономерности размещения золоторудных месторождений Западной Калбы занималось в разное время большое количество исследователей (М.А. Абдулкабирова, Е.А. Алекторова, Ю.С. Ананьев, Ю.А. Антонов, М.М. Бакенов, Х.А. Бакенов, Н.И. Бородаевский, М.И. Воин, А.М. Гаврилов, В.А. Глоба, Б.А. Дьячков, Н.П. Ермолаев, В.И. Зенкова, Т.М. Жаутиков, П.Ф. Иванкин, П.В. Иншин, А.Ф. Коробейников, Г.Б. Левин, В.Н. Любецкий, Л.Г. Марченко, В.В. Масленников, В.Я. Микитченко, А.М. Мысник, В.А. Нарсеев, П.И. Полторыхин, М.С. Рафаилович, М.М. Старова, М.О. Услугин, Н.А. Фогельман, В.С. Шибк, В.М. Яновский и др.), предложивших различные схемы и теории рудообразования месторождений этих золоторудных формаций и разработавших разные прогнозно-поисковые критерии и признаки золотого оруденения.

Геолого-структурный контроль (складчато-разрывной региональный и локальный тектонический) является основным и наиболее важным фактором. Его ведущая роль в размещении месторождений золота Западной Калбы не вызывает сомнений у большинства исследователей.

Поэтому к факторам I ранга относится наличие вблизи месторождения рудоконтролирующих региональных глубинных разломов северо-западного простирания I порядка, ограничивающих зоны золотого оруденения. Наибольшая концентрация месторождений и проявлений золота фиксируется в полосе между Игоровским, Западно-Калбинским и Северо-Западным региональными разломами (рис. 2.1.1, 2.1.2). Мощность этой зоны в пределах Бакырчикского рудного района и вблизи месторождения Большевик колеблется от 11 до 16 км, протяженность - около 60 км. Западно-Калбинский разлом в регионе рассматривается в качестве стержневого при размещении рудных районов, зон, рудных полей, месторождений. Площадь месторождения Большевик непосредственно примыкает с востока к Западно-Калбинскому дизъюнктиву.

Фактором II ранга является наличие сквозьблоковых более молодых позднекарбонных широтных разломов II порядка. Все они имеют пологое падение $30-50^{\circ}$ (преимущественно на север) и носят надвиговый характер. К таким структурам района относятся Кызыловский, Куелинский и Караузекский разломы, зоны Параллельная, Широтная, Центральная, сопровождающиеся мощными зонами интенсивного метасоматоза (осветление, графитизация, окварцевание), кварцевыми жилами, дайками «пестрого» состава и зонами пирит-арсенопиритовой минерализации. В пределах этих тектонических зон располагаются все известные месторождения и проявления золото-сульфидно-углеродистой формации района: Бакырчик, Большевик, Сарбас, Зона Параллельная, Костобе, Миялы, рудопроявления зон Широтной и Центральной. Причем наибольшая концентрация металла наблюдается в местах пересечения широтных структур с небольшими разломами северо-западного, северо-восточного и меридионального простирания II-III порядков, что отмечено в зонах Кызыловской, Широтной, Костобе. Здесь располагаются наиболее крупные и богатые рудные тела (фактор III ранга).

Исследуемое месторождение Большевик разведано в пределах западного фланга Кызыловских разрывов (надвига) субширотного простирания - наиболее крупной рудоконцентрирующей и рудоконтролирующей структуры Бакырчикского рудного района, которая относится большинством исследователей к сквозным структурам района II порядка. Кызыловский разлом на разных этапах формирования месторождения играл магмо-рудотранспортирующую, магмо-рудоконцентрирующую и рудоформирующую роль (Глоба, 2009). Нарсеевым В.А. (2001 г.) он отнесен к первичным широтным структурам первого этапа формирования района. Детальное изучение рудовмещающих и рудоконтролирующих структур месторождения Большевик (рис. 2.2.1) с позиций структурно-геометрического анализа дает основание значительно углубить и расширить вопрос о рудоконтролирующем значении не только самого широтного Кызыловского

надвига, но и элементов складчатых структур его висячего бока на участках примыкания к КЗС, а также диагональных (северо-западных и северо-восточных) разломов, секущих Кызыловскую зону или примыкающих к ней с севера.

Автором на основе структурно-геометрического моделирования впервые удалось графически показать и наглядно изобразить роль структурных факторов (II и III рангов) контроля богатого золотого оруденения на месторождении Большевик.

Проведенные геологоразведочные работы на месторождении показали, что в висячем боку зоны картируются 3 приразломные антиклинальные складки II порядка северо-западного направления. Одна из них (наиболее крупная) расположена на западном фланге месторождения (участки Западный Большевик и Большевик) и носит название «Кызыловская антиклиналь». Она имеет коробчатую форму с размахом крыльев до 1150 м и азимут оси 333° . Возможно, Кызыловская антиклиналь является северо-западной частью II Игоревской (Алайгырской) антиклинали I порядка, частично срезанной Кызыловским грабеном, которая картируется к югу от месторождения Большевик (в лежащем боку КЗС). Другие, более сжатые и крутые складки линейной формы, отмечаются по одной на участках Чалобай (с размахом крыльев до 490 м) и Холодный Ключ (с размахом крыльев до 810 м). Оси складок участков Чалобай и Холодный Ключ имеют азимут, соответственно, $342-330^{\circ}$ и $357-345^{\circ}$.

Оконтуривание руд месторождения при граничном значении уровня минерализации 1,85 г/т и бортовом содержании 1,8 г/т показало, что все оруденение концентрируется в 3 крупные рудные залежи - «Западную», «Центральную» и «Восточную», контролируемые этими тремя антиклиналями, а склонение разведанных и оконтуренных при бортовом содержании 3 г/т отдельных рудных тел и линз богатых руд (или локальных рудных столбов II порядка, направлено в сторону осей этих антиклинальных структур (рис. 4.1).

Как видно из рисунка 4.1, все золотое оруденение залежи «Западная» сконцентрировано в ядерной части Кызыловской антиклинали и ее западном крыле. Оруденение залежи «Центральная» на верхних горизонтах разреза разведано в крыльях антиклинали, а на нижних горизонтах наблюдается тенденция концентрации руд в осевой части складки. Оконтуренное оруденение залежи «Восточная» приурочено к восточному крылу антиклинали, но с глубиной оно тоже стремится к ее центральной части.

Синхронно с выявленной складчатостью формировался каркас дорудных разломов месторождения Большевик, что вообще присуще Западной Калбе (В.А. Глоба, В.И. Зенкова и Г.Б. Левин, 1968 г., В.В. Масленников, 1997 г.).

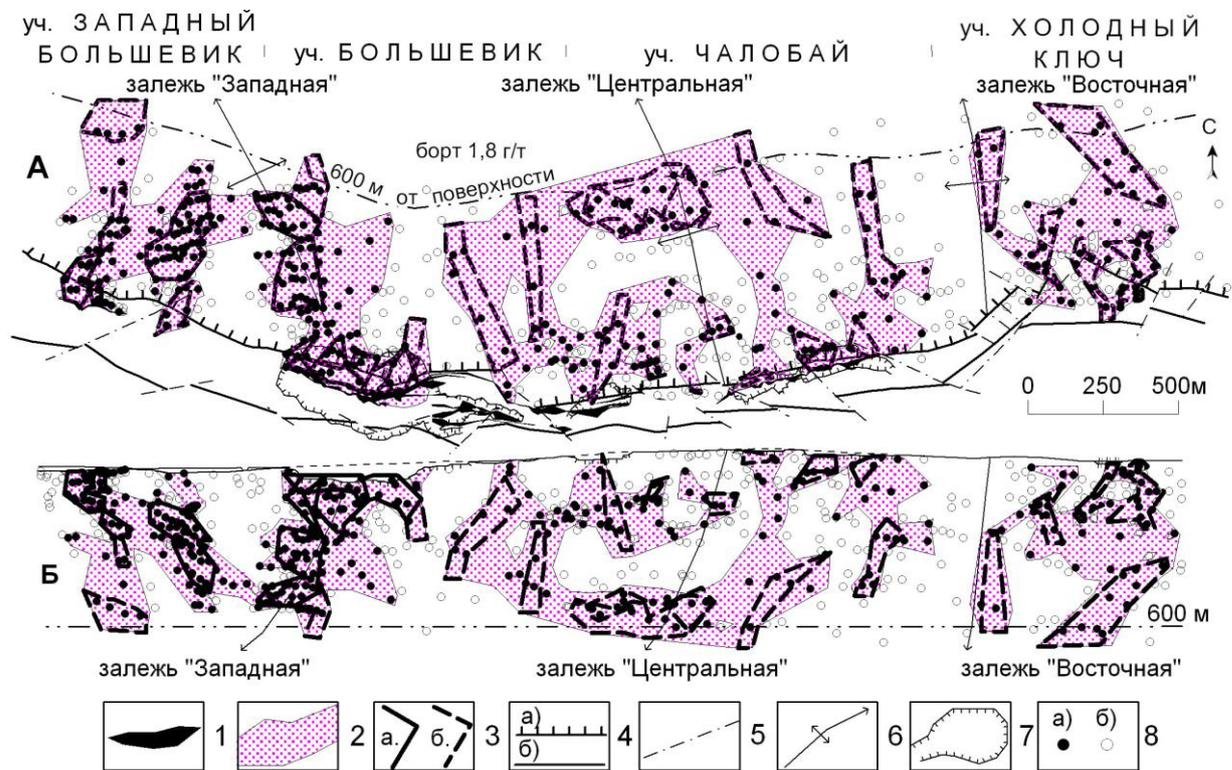


Рисунок 4.1. Проекция золото-сульфидных руд на горизонтальную (А) и вертикальную (Б) плоскости:

1 – выходы рудных тел на дневную поверхность; 2 – контуры разведанных золото-сульфидных руд (борт 1,8 г/т); 3 – границы блоков категории С₁ (а) и С₂ (б) с утвержденными балансовыми запасами золота (борт 3 г/т); 4 – границы Кызыловской рудной зоны: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 5 – разрывы, секущие Кызыловскую зону; 6 – оси антиклиналей II порядка; 7 – контуры добычных карьеров; 8 – проекция пересечений по скважинам на горизонтальную плоскость: а) рудных, б) безрудных

Все трещины, картируемые на месторождении, по морфологическим особенностям можно разделить на: сколовые, отрыва, кливажа и сланцеватости.

Специальные замеры трещиноватости на северной, южной площадках (на удалении до 500 м от самой Кызыловской зоны смятия) и в самой зоне показали, что во вмещающих породах всяческого бока КЗС развиты следующие системы сколовых трещин: азимут падения - 250°, угол падения - 65°; азимут падения - 58°, угол падения - 65°; азимут падения - 146°, угол падения - 65°; азимут падения - 325°, угол падения - 65°.

Во вмещающих породах лежачего бока КЗС развиты следующие системы сколовых трещин: азимут падения - 212°, угол падения - 60°; азимут падения - 37°, угол падения - 68°; азимут падения - 147°, угол падения - 70°; азимут падения - 321°, угол падения - 70°.

В карьерах, вскрывших КЗС, сколовые трещины имеют следующие элементы: азимут падения - 2° , угол падения - 55° ; азимут падения - 300° , угол падения - 81° .

Все сколовые трещины являются взаимосвязанными и сопряженными поверхностями. Частота сколовых трещин составляет 1-20 шт./пог.м.

В северной части (в висячем боку КЗС) среднее направление осей главных сжимающих напряжений составляет 218° , с воздыманием вектора на юго-запад под углом 22° . В южной части (в лежачем боку КЗС) среднее направление сжимающих усилий составляет 21° (201°), с падением вектора напряжений на северо-восток под углом 26° . По самой КЗС среднее направление сжимающих усилий составляет 192° , угол падения – 45° .

Трещины отрыва могут быть сильно сгущены (до 100 шт./пог.м) и могут быть редкими. Часто они кулисообразно заходят одна за другую, образуя поверхности отрыва большой протяженности. Во вмещающих породах висячего бока КЗС эти трещины имеют азимут падения $130-150^{\circ}$, угол падения - $60-70^{\circ}$, во вмещающих породах лежачего бока КЗС - азимут падения $290-300^{\circ}$, угол падения – 60° , в КЗС - азимут падения $285-290^{\circ}$, угол падения – 70° .

Трещины кливажа в породах выражены отчетливо и характеризуются взаимно параллельным расположением, выдержанностью и прямолинейностью по простиранию. В грубозернистых породах они составляют не более 30 шт./пог.м, в более тонких разностях их количество достигает до 500 шт./пог.м. Во вмещающих породах висячего бока КЗС простирание трещин кливажа составляет $335-350^{\circ}$, угол падения - $75-80^{\circ}$ на северо-восток, что отличается от элементов слоистости не более, чем на $10-15^{\circ}$. Преобладающее простирание кливажа вмещающих пород лежачего бока КЗС составляет $300-310^{\circ}$, угол падения - $75-80^{\circ}$.

Сланцеватость наблюдалась в карьере № 3 участка Большевик и карьерах №№ 1 и 2 участка Чалобай. Элементы залегания сланцеватости по участкам составляют: участок Большевик – азимут падения 0° , угол падения – 40° ; участок Чалобай - азимут падения 32° , угол падения – 65° .

Таким образом, для рассматриваемой площади характерно развитие трех главных устойчивых направлений структурных парагенезисов, подтвержденных исследованиями сотрудников ЦНИГРИ (В.А. Нарсеев и др., 2001 г.): субширотного (аз.пад. $350-15^{\circ}$, угол пад. $30-50^{\circ}$), северо-западного (аз.пад. $40-60^{\circ}$, угол пад. $70-80^{\circ}$) и северо-восточного (аз.пад. $310-330^{\circ}$, угол пад. $60-70^{\circ}$). Картированием в карьерах установлены относительные возрастные соотношения между ними. Так, наиболее древними являются субширотные структуры, далее следуют северо-западные, к наиболее молодым относятся северо-восточные. Каждое направление имеет свои особенности складчатости и

отличается по стилю. Субширотная складчатость характеризуется преимущественно пластическими деформациями, развитием структур течения минеральных образований (кварц, карбонат, серицит, хлорит) по кливажным микротрещинам. Складчатость северо-западного направления характеризуется хрупко-пластическими деформациями, широким развитием процессов катаклаза в сочетании с перераспределением минерального вещества (кварц, карбонат). Самая молодая складчатость северо-восточного направления характеризуется хрупкими деформациями и развитием процессов катаклаза без перераспределения минерального вещества. Зоны максимальной тектонической переработки слагаются рыхлыми несцементированными микробрекчиями и милонитами.

Основные группы северо-западных разрывных нарушений всячего бока Кызыловской зоны в пределах месторождения Большевик, приуроченные как к осевым частям установленных антиклинальных складок II порядка, так и к их крыльям, картируются зонами дробления мощностью от 1-3 до 5-10 м. Северо-восточные разломы некоторыми исследователями (Г.Б. Левин, 1968 г.) рассматриваются как меж- и внутриблоковые оперения по отношению к северо-западным.

По обе стороны от Кызыловской зоны разломы всячего и лежащего боков находятся в определенных угловых соотношениях как между собой, так и с магистральными разрывами Кызыловского надвига. Эти парагенезисы разломов проявляются в форме сбросов, приводящих к разуплотнению пород (зоны растяжения), или взбросов, напротив, способствующих сокращению и уменьшению объема (зоны сжатия).

Поскольку основное оруденение приурочено к верхней части разреза самой Кызыловской рудной зоны, автором было выдвинуто предположение, что на переотложение и максимальную концентрацию золотого оруденения, склонение и форму разведанных рудных тел и линз могли активно влиять при неоднократной тектономагматической активизации разломы северо-западного и северо-восточного направлений всячего бока зоны, которые образовались вместе с ней или сразу вслед за ней и которые затем подновлялись вместе с ней (часть дизъюнктивов залечена дайками пестрого состава). Места сочленения этих разломов с широтными швами самой зоны могли служить структурными ловушками в процессе перераспределения рудного вещества, накопленного бақырчикской толщей, и концентрации (переотложения) его богатой части в благоприятных для рудоотложения зонах содизъюнктивного растяжения.

Детальная разведка восточного фланга месторождения Бақырчик: участков Промежуточный и Глубокий Лог (Ю.А. Антонов, 1982-1984 гг.), расположенных вблизи сочленения Кызыловской структуры с глубинным Северо-Западным разломом, т.е. находящихся в аналогичной структурной позиции, как и месторождение Большевик,

показала, что в локализации богатого промышленного золотого оруденения определенную роль играют дорудные северо-западные и северо-восточные разломы висячего бока Кызыловской зоны смятия и мощность ее самой. Рудные тела контролируются этими разломами. Они определяют форму линз. Богатые руды тяготеют к осевым частям максимальных мощностей самой КЗС (Антонов, 1984).

Для решения поставленной задачи (доказательства выдвинутого предположения) было выполнено структурно-геометрическое моделирование месторождения Большевик. Основной операцией структурно-геометрического моделирования являлись выноска на горизонтальную плоскость проекций изолиний плоскостей основных северо-западных и северо-восточных разрывов висячего бока зоны, причленяющихся к ней или секущих ее, а также отстройка в изолиниях проекций кровлей разведанных рудных тел богатых руд месторождения, которые, в большинстве своем, приурочены к широтным разрывам самой Кызыловской зоны. Второй необходимой операцией структурно-геометрического моделирования являлось изображение в проекции на горизонтальную и вертикальную плоскости линий пересечения плоскостей разломов висячего бока зоны с кровлями разведанных рудных тел богатых руд месторождения (или плоскостями широтных разломов самой зоны, вмещающих промышленное золотое оруденение).

Автором были отрисованы планы кровлей всех разведанных рудных тел и линз месторождения Большевик, оконтуренных при бортовом содержании 3 г/т, и отстроены линии пересечения их с плоскостями основных диагональных разломов висячего бока. Также были отстроены изомощности и изосодержания этих разведанных рудных тел, отрисованы в изолиниях (метрограммах) обогащенные золотом участки. Все эти элементы структурно-геометрических построений вынесены на горизонтальную и вертикальную проекции рудных тел, геометризованных в блоки с утвержденными балансовыми запасами категории C_1 и C_2 . Полученные результаты отображены на рисунках 4.2-4.4.

Как видно из рисунка 4.2, все разведанные в Кызыловской зоне рудные тела (линзы) месторождения Большевик контролируются разломами северо-западного и северо-восточного направлений висячего бока зоны. Эти дизъюнктивы определяют линейно вытянутую, лентовидную форму рудных тел и линз разведанных богатых руд и их склонение в определенном направлении (северо-западное или северо-восточное). Северо-западные разломы при пересечении их с широтными разломами самой Кызыловской зоны формировали зоны растяжения (локальные ловушки), в которых в процессе перераспределения и дополнительного привноса рудного вещества накапливались богатые руды месторождения (р.т. 3-1, 3-1-1, 5-1, 6-1, 9-1-3, 9-2-1, 12, 13-2 и т.д.). Разломы же северо-восточного направления играли двоякую роль. В основном, при пересечении с

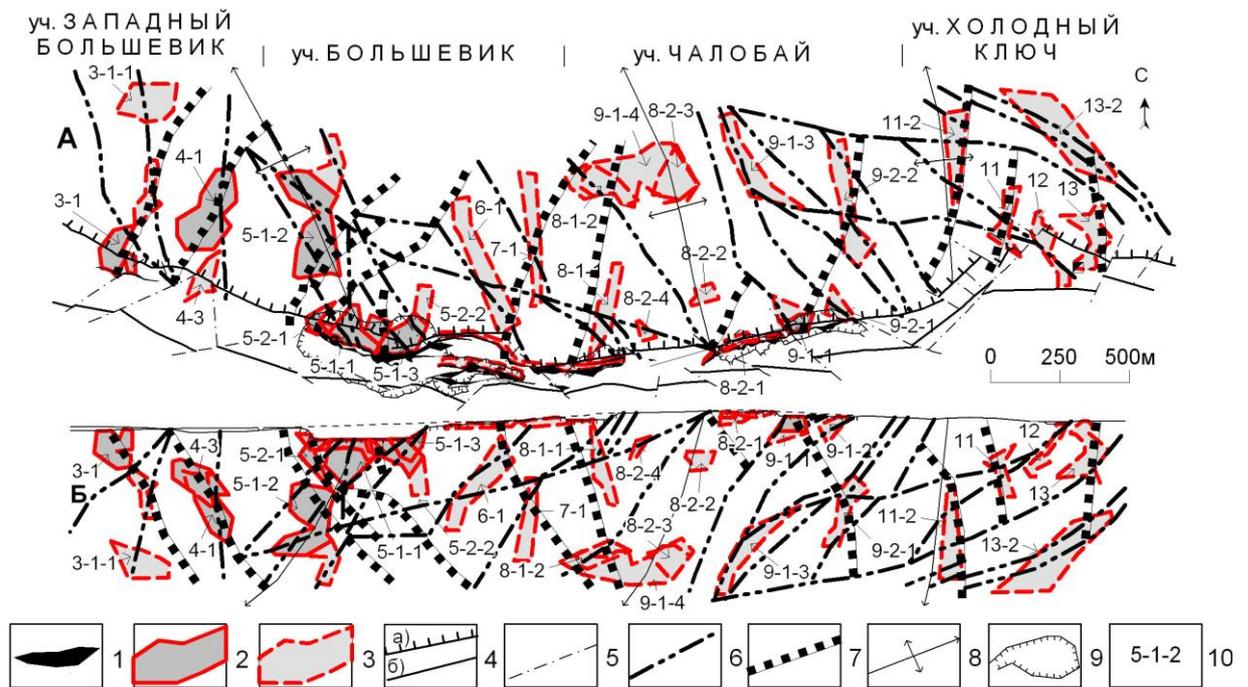


Рисунок 4.2. Результаты структурно-геометрического моделирования месторождения
 Большевик (проекции на плоскость: А - горизонтальную, Б - вертикальную):

1 - выходы рудных тел на дневную поверхность или полотно карьера; 2-3 - контуры блоков с утвержденными балансовыми запасами (борт 3 г/т), в т.ч. 2 - категории С₁, 3 - категории С₂; 4 - границы Кызыловской рудной зоны: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 5 - разрывы, секущие Кызыловскую зону; 6 - линия пересечения плоскости северо-западного разлома висячего бока зоны с кровлей рудного тела (или плоскостью широтного разлома самой зоны, вмещающего промышленное золотое оруденение); 7 - линия пересечения плоскости северо-восточного разлома висячего бока зоны с кровлей рудного тела (или плоскостью широтного разлома самой зоны, вмещающего промышленное золотое оруденение); 8 - оси антиклиналей II порядка; 9 - контур добычных карьеров; 10 - номер разведанного рудного тела (линзы)



Рисунок 4.3. Расположение участков с максимальными мощностями разведанных рудных тел в проекции на горизонтальную плоскость:

1 - выходы рудных тел на дневную поверхность или полотно карьера; 2 - контуры блоков с утвержденными балансовыми запасами (борт 3 г/т), в т.ч. а) категории C_1 , б) категории C_2 ; 3 - области максимальных мощностей разведанных рудных тел и линз (более 3 м); 4 - границы Кызыловской рудной зоны: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 5 - разрывы, секущие Кызыловскую зону; 6 - линия пересечения плоскости северо-западного разлома висячего бока зоны с кровлей рудного тела (или плоскостью широтного разлома самой зоны, вмещающего промышленное золотое оруденение); 7 - линия пересечения плоскости северо-восточного разлома висячего бока зоны с кровлей рудного тела (или плоскостью широтного разлома самой зоны, вмещающего промышленное золотое оруденение); 8 - контур добычных карьеров; 9 - номер разведанного рудного тела (линзы)

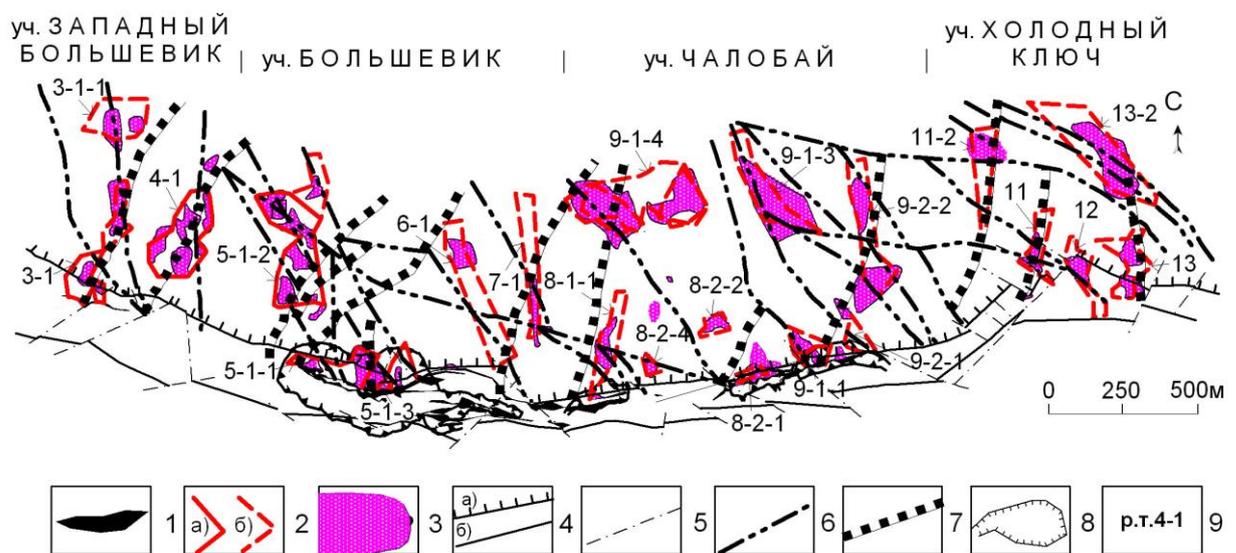


Рисунок 4.4. Расположение участков с максимальными содержаниями золота в разведанных рудных телах в проекции на горизонтальную плоскость:

1 - выходы рудных тел на дневную поверхность или полотно карьера; 2 - контуры блоков с утвержденными балансовыми запасами (борт 3 г/т), в т.ч. а) категории C_1 , б) категории C_2 ; 3 - области максимальных содержаний золота в разведанных рудных телах и линзах (более 5 г/т); 4 - границы Кызыловской рудной зоны: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 5 - разрывы, секущие Кызыловскую зону; 6 - линия пересечения плоскости северо-западного разлома висячего бока зоны с кровлей рудного тела (или плоскостью широтного разлома самой зоны, вмещающего промышленное золотое оруденение); 7 - линия пересечения плоскости северо-восточного разлома висячего бока зоны с кровлей рудного тела (или плоскостью широтного разлома самой зоны, вмещающего промышленное золотое оруденение); 8 - контур добычных карьеров; 9 - номер разведанного рудного тела (линзы)

широтными разрывами Кызыловской зоны, в которых отлагалось золотое оруденение, северо-восточные разломы служили экранами и образовывали локальные рудные столбы (тела) экранирования (Г.Б. Левин, В.А. Нарсеев, 1972 г.), как это хорошо видно на примере рудных тел 3-1, 8-1-1, 11-2, 11, 13. В их висячих боках при перераспределении накапливалось богатое золотое оруденение (рис. 4.2). Эти же разломы формировали в разрезе линзовидную, бочкообразную форму рудных тел. Сближенные северо-восточные разломы на участке Большевик обусловили пережим рудного тела 5-1 на глубине 200-220м от поверхности. В узлах пересечения северо-восточных разломов висячего бока зоны с северо-западными, а также и широтными разрывами самой Кызыловской зоны сформировались самые крупные рудные тела богатых руд (р.т. 4-1, 8-1-2, 9-1-1, 9-2-2).

Анализ пликативного и тектонического строения самой зоны и ее висячего бока с учетом данных разведочного бурения и выполненных геолого-структурных построений позволил выявить и наглядно изобразить связь богатого золотого оруденения с тектоническими нарушениями дорудного заложения, секущими Кызыловскую зону, которые в период тектоно-магматической активизации района активно воздействовали на ремобилизацию, перераспределение, переотложение и накопление богатых промышленных руд в самой Кызыловской зоне. Дизъюнктивы северо-западного направления контролировали размещение богатого оруденения в КЗС, определяли склонение и формировали удлиненную, лентообразную форму рудных линз богатых руд. Сами северо-восточные разломы независимо от направления деформирующих усилий являются сколовыми трещинами закрытого типа, что и обусловило их экранирующую роль. При их временном приоткрывании в них сразу же внедрялись дайки пестрого состава, и они опять становились экранами для рудного вещества.

В узлах сочленения или пересечения северо-западных нарушений с северо-восточными висячего бока и рудоподводящими широтными нарушениями КЗС линейно вытянутая форма рудных тел богатых руд меняется на изометричную (р.т. 5-1-1, 5-1-3, 8-1-2, 8-2-3, 9-1-1). В этих участках КЗС отмечается наиболее богатое золотое оруденение (рис. 4.2 и 4.4).

Дополнительно надо отметить, что двухуровневое формирование рудного тела 5 (по новой увязке и легенде залежи №№ 1 и 2) в локальном рудном столбе 3 участка Большевик определяется мощным раздувом в этом участке рудовмещающей зоны, прослеженной до глубины 630 м, обусловленным узлом пересечения широтных разломов самой КЗС и сближенной группы северо-западных и северо-восточных разрывов висячего бока зоны, а также пространственным расположением основного оруденения в осевой части Кызыловской антиклинали II порядка. Мощные дайки диоритов и плагиогранитов габбро-плагиогранитовой формации (С₃) ограничивают этот участок рудовмещающей

зоны, располагаясь с севера в основном шве Кызыловского надвига. Этот блок представляет собой огромную термостатированную систему объемом более $4,8 \times 10^7$ м³ геологического пространства, где были созданы самые уникальные условия на месторождении для длительной циркуляции магмо- и рудоносных растворов и формирования из них даек различного состава, отложения и переотложения значительных рудных масс. При этом среднее содержание золота в рудном теле 5 (6,61 г/т), состоящего при бортовом содержании золота 3 г/т из 4 основных (разведанных до категории С₁ и С₂) линз балансовых руд, немного превышает среднее содержание по месторождению (6,45г/т). Это рудное тело имеет общие запасы, которые составляют 37,5% от всех разведанных и утвержденных на сегодня запасов руды и 35% запасов золота месторождения. При снижении бортового содержания уже до 1,8 г/т оно, во-первых, образует в верхней части разреза зоны из всех линз балансовых руд одну залежь достаточно сложной морфологии, а во-вторых, объединяется с рудными телами, исторически названными 4 и 3, западного фланга месторождения (участок Западный Большевик). Причем в этом случае рудное тело 4 богатых руд, считавшееся слепым (не выходящим на поверхность), будет являться пятой линзой балансовых руд залежи 5.

Как видно из рисунков 4.3 и 4.4, участки концентраций наибольших мощностей и содержаний золота в разведанных рудных телах месторождения в целом подчиняются общему структурному контролю со стороны северо-западных и северо-восточных разломов всячего бока зоны, поскольку расположены внутри оконтуренных блоков богатых руд, которые контролируются ими. Но прямого влияния этих дизъюнктивов не наблюдается. Часть максимумов мощностей и содержаний вообще ими не контролируется. Более детальное изучение тектонических факторов контроля золотого оруденения на планах погоризонтного (через 10 м) опробования полотна карьера № 3 участка Большевик (рис. 4.5) показало, что эти участки связаны с разрывами и зонами трещиноватости более высоких порядков, развитыми внутри самой Кызыловской зоны (факторы IV ранга), что подтверждается также исследованиями, выполненными Рассохиным А.Г. и Степановым С.А. (1984 г.).

Таким образом, проведенные исследования рудовмещающих и рудоконтролирующих структур месторождения Большевик с позиции структурно-геометрического анализа дают основание значительно углубить и расширить вопрос о рудоконтролирующем значении разломов не только самой широтной Кызыловской золоторудной зоны, но и складчатости всячего бока зоны, а также северо-западных и северо-восточных разломов, секущих саму зону или примыкающих к ней, а также считать, что структурные факторы при формировании концентраций богатых руд на месторождении в гидротермально-

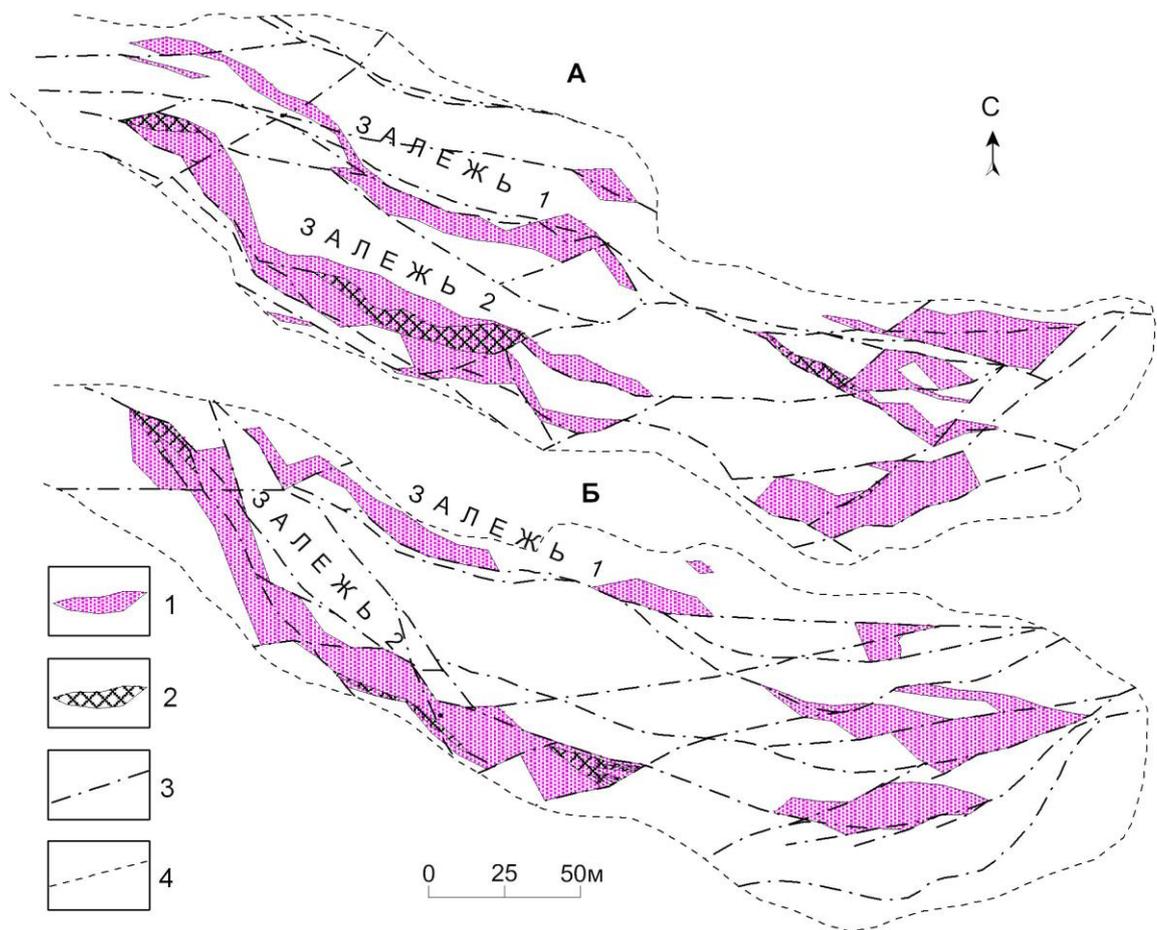


Рисунок 4.5. Месторождение Большевик. Карьер № 3. Локальный рудный столб 3.

Выход рудных тел на горизонте 315 м (А) и 310 м (Б):

1 - контур линз богатых руд (борт 3 г/т), вскрытых на горизонте; 2 - контур кварцевых жил, вскрытых на горизонте; 3 - внутренние разрывы Кызыловской рудной зоны, вскрытые на горизонте; 4 - контур плотна карьера на горизонте

метасоматический этап имели решающее значение. Именно они сформировали то промышленное балансовое золотое оруденение, которое мы имеем сейчас.

Структурно-геометрическое моделирование рудного поля, геолого-структурный анализ и наложение геологической ситуации на контуры выделенных рудных столбов, отрисованных в метрограммах, показали, что на месторождении развиты рудные столбы трех порядков, и на их формирование ведущее влияние оказали структурные факторы.

Нашими исследованиями на месторождении выделяются три рудных пучка, приуроченных к ядерным частям откартированным в висячем боку Кызыловской зоны антиклиналям II порядка северо-западного направления (рис. 4.6). Наличие рудных пучков следует рассматривать как структурный критерий I порядка (рудные столбы I порядка).

Особую роль на месторождении Большевик играют северо-западные и северо-

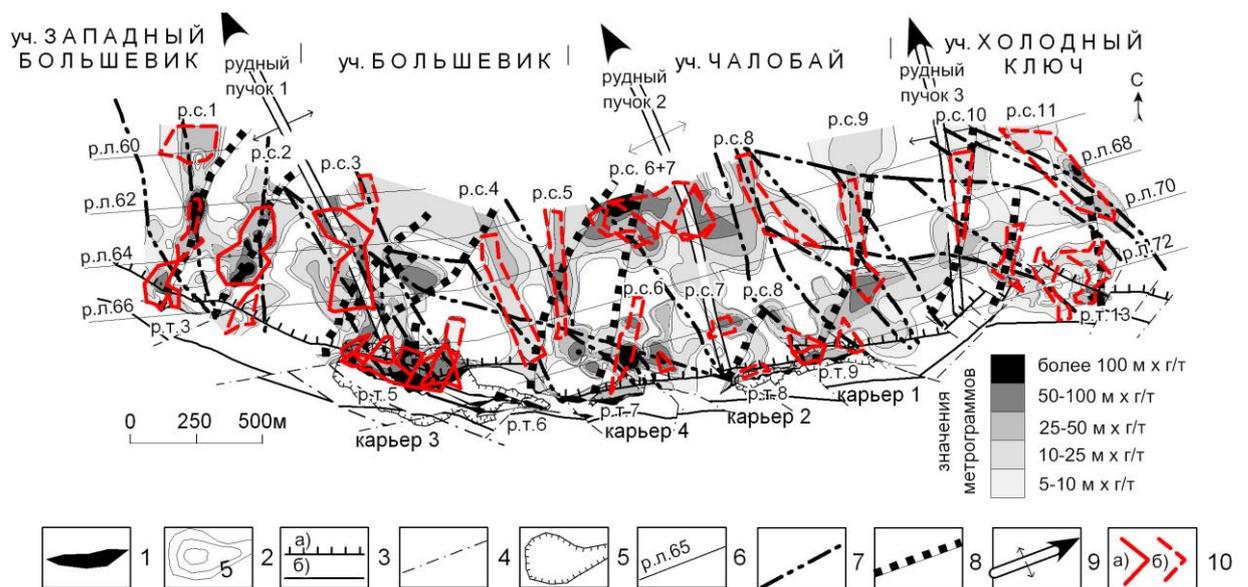


Рис. 4.6. Рудные столбы I и II порядков месторождения Большевик в проекции на горизонтальную плоскость:

1 - выходы рудных тел на дневную поверхность или полотно карьера; 2 - изолинии метрограммов; 3 - границы Кызыловской золоторудной зоны: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 4 - разрывы, секущие Кызыловскую структуру; 5 - контур добычных карьеров; 6 - направление новых поисково-разведочных линий; 7-8 - линия пересечения плоскости разлома висячего бока зоны с кровлей рудного тела КЗС или плоскостью широтного разлома самой зоны, вмещающего промышленное оруденение: 7 - северо-западного простириания, 8 - северо-восточного простириания; 9 - оси антиклинальных складок II порядка; 10 - блоки разведанных запасов, в т.ч.: а) категории C_1 , б) категории C_2

восточные разломы висячего бока Кызыловской структуры. Именно они являются решающим фактором в образовании локальных 11 рудных столбов месторождения, которые мы относим к рудным столбам II ранга (порядка). Дизъюнктивы обоих направлений контролируют размещение рудных столбов (богатых руд) в зоне, определяют их склонение (северо-западное или северо-восточное, направленное к осевым линиям соответствующих антиклиналей) и удлиненную лентообразную или столбообразную форму рудных линз богатых руд, образуя рудные столбы (рудные тела) экранирования (Г.Б. Левин, В.А. Нарсеев, 1972 г.). В узлах сочленения или пересечения этих разломов с рудоконцентрирующими широтными нарушениями самой Кызыловской зоны линейно вытянутая форма рудных тел меняется на изометричную, образуя рудные столбы (рудные тела) пересечений. В этих участках зоны отмечается наиболее богатое золотое оруденение (максимумы в рудных столбах).

Структурно-геометрическое моделирование месторождения (Ю.А. Антонов, 2010 г.) также показало, что участки концентраций наибольших мощностей и содержаний золота в разведанных рудных столбах (рудных телах) месторождения связаны с разрывами северо-западного простирания, падающими на северо-восток, и зонами трещиноватости более высоких порядков, развитыми в самой Кызыловкой зоне. Здесь образуются рудные столбы III порядка, которые имеют в плане форму параллелограмма, вытянутого в широтном направлении. Согласно структурной классификации Левина Г.Б. (1972 г.), их можно отнести к рудным столбам на сопряжении трещин.

На многих месторождениях золота Западной Калбы, а также других регионах Казахстана, России и других стран СНГ отмечается характерная концентрация золота с определенным склонением на глубину. Используя реализованную на месторождении Большевик модель локального прогнозирования и определения направления геологоразведочных работ с помощью метрограммов (метропроцентов) золота, можно на ранних стадиях с наименьшими затратами физических объемов и денежных средств вести эффективную разведку аналогичных объектов.

5. ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Литолого-стратиграфический контроль играет важную роль в формировании рудных объектов района, но не ведущую. По мнению некоторых исследователей, месторождения золото-сульфидно-углеродистой формации относятся к гидротермальным, поэтому стратиграфо-литологический контроль следует рассматривать в связи с литолого-петрографическими особенностями пород как среду, благоприятную для рудолокализации прожилково-вкрапленного и вкрапленного золото-сульфидного оруденения. Решением этой задачи в разное время занимались В.И. Зенкова, В.С. Шибко, В.А. Нарсеев, В.А. Глоба, В.Б. Левин, Н.А. Фогельман, А.Ф. Коробейников, В.В. Масленников, В.Я. Микитченко, Ю.А. Антонов, В.И. Наливаев, М.О. Услугин и др., которые выделяют следующие специфические признаки для рудоносных фаций: 1) присутствие плохо отсортированных, окатанных и конгломератовидных пород с характерными текстурами подводных оползней, консидементационных брекчий, косой слоистости и т.д.; 2) высокая «углистость» отложений, наличие значительной массы детрита листовой и стеблевой флоры, часто с крупными отпечатками хорошей сохранности (углеродистый материал сапрапелиевого вида); 3) широкое развитие сингенетических сульфидов железа различных ступеней кристаллической зрелости (от землистых масс мельниковита, глобулярных и колломорфных выделений мельниковит-пирита до совершенных кристаллографических форм пирита); 4) широкое развитие карбонатов магния и железа, углисто-карбонатных и углисто-кремнистых конкреций; 5) присутствие в угленосном разрезе сидеритовых конкреций и фосфористых стяжений хемогенного происхождения; 6) линзовидно-пластовый характер вкрапленной сульфидной минерализации, наличие пропластков колчедана.

Первые четыре признака рудоносной фации являются основными и соответствуют отложениям верхней подтолщи (песчано-алевролитовой) алевролито-песчаниковой толщи (C_{1-2}), буконьской свиты C_2 и бакырчикской толщи (C_3), в которых содержится большое количество углистого вещества, железистых карбонатов и сингенетического пирита. Наиболее благоприятной и представительной в этом отношении для Кызыловской зоны смятия и месторождения Большевик является рудовмещающая бакырчикская свита (рис. 5.1). Как видно из рисунка, бакырчикская толща, выполняющая Кызыловский грабен, практически полностью вся минерализована. Мощность разведанной с поверхности канавами и карьерами зоны золото-сульфидной минерализации на месторождении Большевик, содержащей золотое оруденение более 0,1 г/т (предел чувствительности

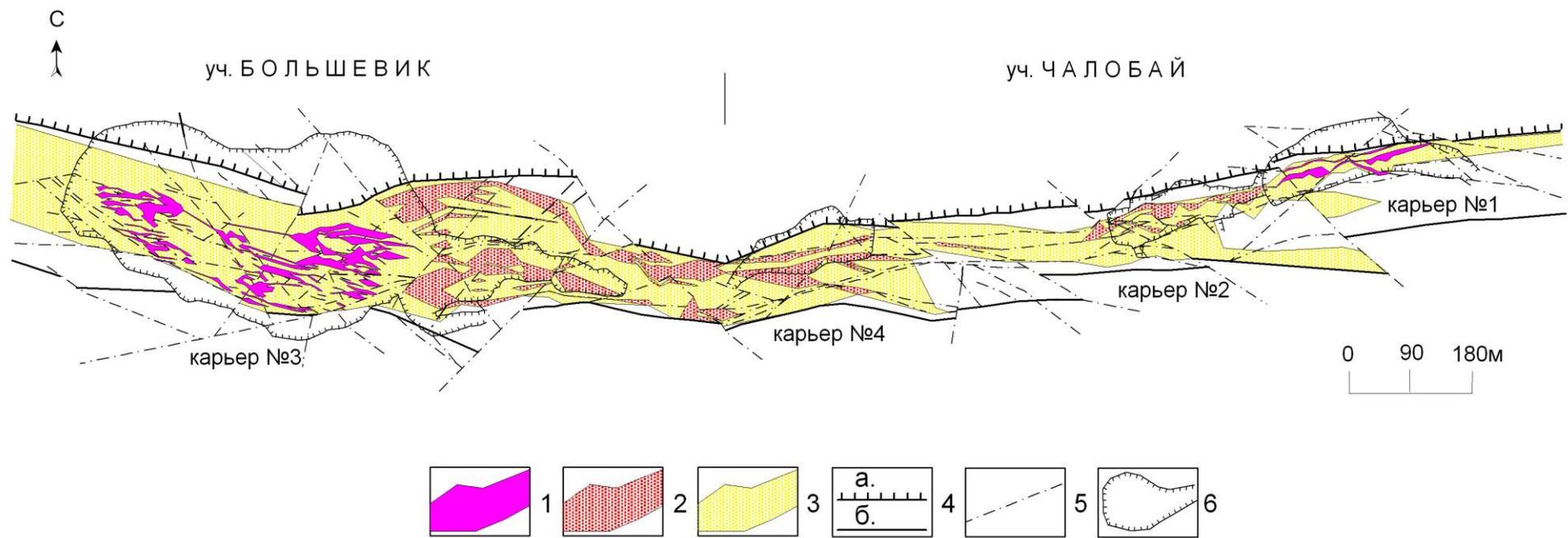


Рисунок 5.1. План разведанных золотосодержащих руд месторождения Большевик, выходящих на поверхность Кызыловской рудной зоны:

1-3 - контуры золотосодержащих руд, разведанных на поверхности или вскрытых на полотно карьеров: 1 - богатые балансовые золото-сульфидные руды (борт 3 г/т); 2 - балансовые окисленные руды (борт 0,3 г/т); 3 - зона минерализованных пород (содержание Au > 0,1 г/т); 4 - границы Кызыловской рудной зоны: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 5 - оперяющие и внутризонные разрывы; 6 - контур добычных карьеров

пробирного анализа), составляет 20 м на восточном фланге и достигает 140 м на западном, протяженность ее по простиранию зоны - не менее 4 км.

Бакырчикская свита характеризуется повышенным содержанием углеродистого (в среднем 5-7%) и карбонатного (в среднем 2,82%) материалов по сравнению с отложениями песчано-алевролитовой подтолщи и буконьской свиты, где средние содержания органического углерода колеблются от 0,81 до 1,86%, а карбоната – от 2,21 до 2,41% (Е.М. Юрченков и др., 1986 г., А.Е. Ермоленко, 1988 г., В.А. Нарсеев и др., 2001 г.).

Исследование структуры распределения разведанных запасов золота в залежи № 1 месторождения Большевик с учетом природных уровней концентрации его показало, что начиная с порогового значения 0,32 г/т (принятый для оконтуривания борт 0,3 г/т – убогие руды) и до четвертого уровня концентрации 1,27 г/т (борт 1,2 г/т - рядовые руды) золотое оруденение имеет площадное распространение, т.е. распространено по всей площади развития продуктивного горизонта в пределах месторождения Большевик, причем на западе оно обрывается зоной Западно-Калбинского разлома, на востоке уходит в сторону месторождения Бакырчик. Размеры разведанной этой большой залежи № 1 в пределах месторождения Большевик составляют: длина по простиранию – 3910 м, длина по падению – 840-1170 м (в интервале глубин 0-630 м), средняя мощность продуктивного горизонта (при борте 0,3 г/т) – 19,57 м, среднее содержание золота – 1,32 г/т (рис. 5.2).

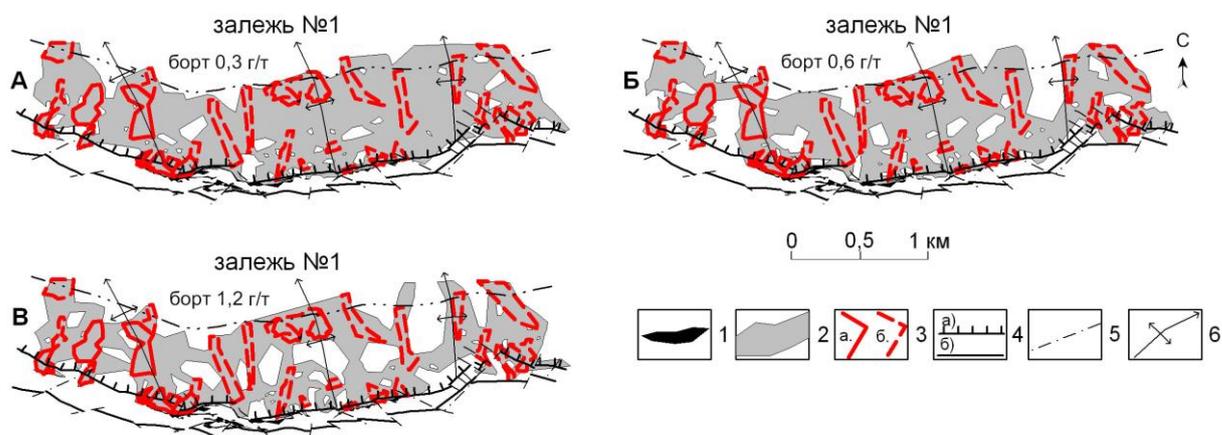


Рисунок 5.2. Месторождение Большевик. Проекция золото-сульфидных руд на горизонтальную плоскость:

А - контур убогих руд (борт 0,3 г/т), Б - контур бедных руд (борт 0,6 г/т), В - контур рядовых руд (борт 1,2 г/т). 1) выходы рудных тел на дневную поверхность; 2) контур разведанных золото-сульфидных руд; 3) границы блоков категорий С₁ (а) и С₂ (б) с утвержденными балансовыми запасами золота; 4) границы Кызыловской рудной зоны: основной шов надвига (а), разлом Южный (б); 5) разрывы, секущие Кызыловскую зону; 6) оси антиклиналей II порядка

Это является прямым доказательством, что на эти уровни концентрации золота в рудовмещающих толщах бакырчикской свиты большое влияние оказали литолого-стратиграфические факторы. И лишь во время образования концентраций богатых руд на локализацию оруденения стали оказывать основное влияние структурные (пликативные и тектонические) факторы контроля (рис. 4.1).

На месторождении Большевик автором на основе созданного банка геологической информации были проведены также статистические исследования влияния литологического состава пород КЗС на локализацию золотого оруденения. Выборка рудных проб и их обработка проведена по сортам руд: богатые (более 1,8 г/т); рядовые (1,2-1,8 г/т); бедные (0,6-1,2 г/т) и убогие (0,3-0,6 г/т) и семи основным литологическим разностям рудовмещающих пород бакырчикской толщи. Всего для сопоставления использовано 12383 анализа (табл. 5.1 и 5.2).

Анализ таблиц позволяет сделать вывод, что существует четкая приуроченность золотого оруденения месторождения Большевик к горизонтам переслаивания песчаников с алевролитами и аргиллитами. Частота встречаемости рудных проб в них колеблется по участкам в близких пределах от 53,4 до 68,4%, и лишь на уч. Холодный Ключ она снижается до 49,7%, тем не менее более чем в 2,1 раза превосходит частоту встречаемости рудных проб в других разновидностях пород (в частности, в алевролитах и аргиллитах). Следующей разновидностью в ряду частот встречаемости рудных проб являются пачки алевролитов и аргиллитов: от 10,7 (уч. Чалобай) до 24,9% (уч. Большевик). На третьем и четвертом местах милониты и дайки пестрого состава, соответственно, от 10,3 до 16,3% и от 6,2 до 13,1%. Наиболее редко рудные пересечения встречаются в средне- и грубозернистой фации отложений бакырчикской свиты: песчаниках, гравелитах и конгломератах, соответственно, от 0,05 до 0,62% и от 0,23 до 2,9%.

Приведенные данные свидетельствуют о наличии на месторождении определенного литологического контроля золотого оруденения, выраженного в преимущественной приуроченности руд в первую очередь к разнокомпетентным породам – к тонкослоистому переслаиванию песчаников с алевролитами и аргиллитами (59,1%), а также горизонтам алевролитов и аргиллитов (17,6%), милонитам (12,9%). Для наглядности на рисунке 5.3 показаны эпюры распределения концентраций золота по литологическим разностям пород Кызыловской рудной зоны на участках месторождения Большевик и в целом по нему.

Надо особо отметить, что в рудовмещающей пачке пород Кызыловской зоны редко можно увидеть классические переслаивания песчаников с алевролитами и аргиллитами. В большинстве случаев в поднятом керне наблюдается интенсивное будинирование и

Таблица 5.1. Распределение рудных проб в зависимости от сорта руд и литологических разностей рудовмещающих пород

Сорт руды	Количество проб	Среднее содержание Au, г/т	Литологические разности пород						
			песчаники	алевролиты и аргиллиты	разнообразные переслаивания песчаников, алевролитов и аргиллитов	гравелиты и конгломераты	дайки пестрого состава	кварцевые жилы и прожилки	милониты
участок Западный Большевик									
0,3-0,6	1130	0,42	6	192	638	5	73	11	205
0,6-1,2	682	0,89	4	68	440	1	46	17	106
1,2-1,8	191	1,50	-	29	105	1	20	11	25
>1,8	527	5,99	-	44	305	1	32	68	77
Итого:	2530		10	333	1488	8	171	107	413
в %	100		0,4	13,2	58,8	0,3	6,8	4,2	16,3
участок Большевик									
0,3-0,6	1959	0,43	11	425	1106	4	144	6	263
0,6-1,2	1241	0,92	15	287	688	4	80	14	153
1,2-1,8	657	1,52	3	220	320	2	37	5	70
>1,8	940	4,10	1	265	448	1	38	17	170
Итого:	4797		30	1197	2562	11	299	42	656
в %	100		0,6	25,0	53,4	0,2	6,2	0,9	13,7
участок Чалобай									
0,3-0,6	2077	0,43	-	226	1455	6	190	5	195
0,6-1,2	1050	0,88	2	107	723	3	105	6	104
1,2-1,8	355	1,53	-	26	222	8	39	7	53
>1,8	537	3,77	-	71	350	1	40	13	62
Итого:	4019		2	430	2750	18	374	31	414
в %	100		0,05	10,7	68,4	0,45	9,3	0,8	10,3
участок Холодный Ключ									
0,3-0,6	557	0,41	6	116	285	17	68	4	61
0,6-1,2	217	0,91	-	42	103	7	42	-	23
1,2-1,8	112	1,46	-	29	52	-	15	1	15
>1,8	151	5,11	-	33	75	6	11	8	18
Итого:	1037		6	220	515	30	136	13	117
в %	100		0,6	21,2	49,7	2,9	13,1	1,3	11,3
Всего:	12383		48	2180	7315	67	980	193	1600
в %	100,0		0,4	17,6	59,1	0,5	7,9	1,6	12,9

Таблица 5.2. Распределение частот встречаемости проб разных сортов руд в различных литологических разностях пород участков месторождения Большевик

Литологические разности пород	Частота встречаемости проб по участкам: в числителе – количество проб, в знаменателе - %												Относительная частота встречаемости богатых+рядовых руд к бедным+убогим			
	уч. Западный Большевик			уч. Большевик			уч. Чалобай			уч. Холодный Ключ						
	всего	в т. ч.		всего	в т. ч.		всего	в т. ч.		всего	в т. ч.		уч. Западный Большевик	уч. Большевик	уч. Чалобай	уч. Холодный Ключ
		богатые и рядовые	бедные и убогие		богатые и рядовые	бедные и убогие		богатые и рядовые	бедные и убогие		богатые и рядовые	бедные и убогие				
Песчаники	$\frac{10}{0,4}$	-	$\frac{10}{0,4}$	$\frac{30}{0,62}$	$\frac{4}{0,08}$	$\frac{26}{0,54}$	$\frac{2}{0,05}$	-	$\frac{2}{0,05}$	$\frac{6}{0,6}$	-	$\frac{6}{0,6}$	-	0,15	-	-
Алевролиты и аргиллиты	$\frac{333}{13,2}$	$\frac{73}{2,9}$	$\frac{260}{10,3}$	$\frac{1197}{24,9}$	$\frac{485}{10,1}$	$\frac{712}{14,8}$	$\frac{430}{10,7}$	$\frac{97}{2,4}$	$\frac{333}{8,3}$	$\frac{220}{21,2}$	$\frac{62}{6,0}$	$\frac{158}{15,2}$	0,28	0,68	0,29	0,39
Разнообразные переслаивания песчаников, алевролитов и аргиллитов	$\frac{1488}{58,8}$	$\frac{410}{16,2}$	$\frac{1078}{42,6}$	$\frac{2562}{53,4}$	$\frac{768}{16,0}$	$\frac{1794}{37,4}$	$\frac{2750}{68,4}$	$\frac{572}{14,2}$	$\frac{2178}{54,2}$	$\frac{515}{49,7}$	$\frac{127}{12,3}$	$\frac{388}{37,4}$	0,38	0,43	0,26	0,33
Гравелиты и конгломераты	$\frac{8}{0,3}$	$\frac{2}{0,08}$	$\frac{6}{0,22}$	$\frac{11}{0,23}$	$\frac{3}{0,06}$	$\frac{8}{0,17}$	$\frac{18}{0,45}$	$\frac{9}{0,225}$	$\frac{9}{0,225}$	$\frac{30}{2,9}$	$\frac{6}{0,6}$	$\frac{24}{2,3}$	0,33	0,38	1,0	0,25
Дайки пестрого состава	$\frac{171}{6,8}$	$\frac{52}{2,1}$	$\frac{119}{4,7}$	$\frac{299}{6,2}$	$\frac{75}{1,6}$	$\frac{224}{4,6}$	$\frac{374}{9,3}$	$\frac{79}{2,0}$	$\frac{295}{7,3}$	$\frac{136}{13,1}$	$\frac{26}{2,5}$	$\frac{110}{10,6}$	0,44	0,34	0,27	0,24
Кварцевые жилы и прожилки	$\frac{107}{4,2}$	$\frac{79}{3,1}$	$\frac{28}{1,1}$	$\frac{42}{0,9}$	$\frac{22}{0,5}$	$\frac{20}{0,4}$	$\frac{31}{0,8}$	$\frac{20}{0,5}$	$\frac{11}{0,3}$	$\frac{13}{1,3}$	$\frac{9}{0,9}$	$\frac{4}{0,4}$	2,82	1,1	1,82	2,25
Милониты	$\frac{413}{16,3}$	$\frac{102}{4,0}$	$\frac{311}{12,3}$	$\frac{656}{13,7}$	$\frac{240}{5,0}$	$\frac{416}{8,7}$	$\frac{414}{10,3}$	$\frac{115}{2,9}$	$\frac{299}{7,4}$	$\frac{117}{11,3}$	$\frac{33}{3,2}$	$\frac{84}{8,1}$	0,33	0,58	0,39	0,39
Всего:	$\frac{2530}{100,0}$	$\frac{718}{28,4}$	$\frac{1812}{71,6}$	$\frac{4797}{100,0}$	$\frac{1597}{33,3}$	$\frac{3200}{66,7}$	$\frac{4019}{100,0}$	$\frac{892}{22,2}$	$\frac{3127}{77,8}$	$\frac{1037}{100,0}$	$\frac{263}{25,4}$	$\frac{774}{74,6}$	0,4	0,5	0,29	0,34

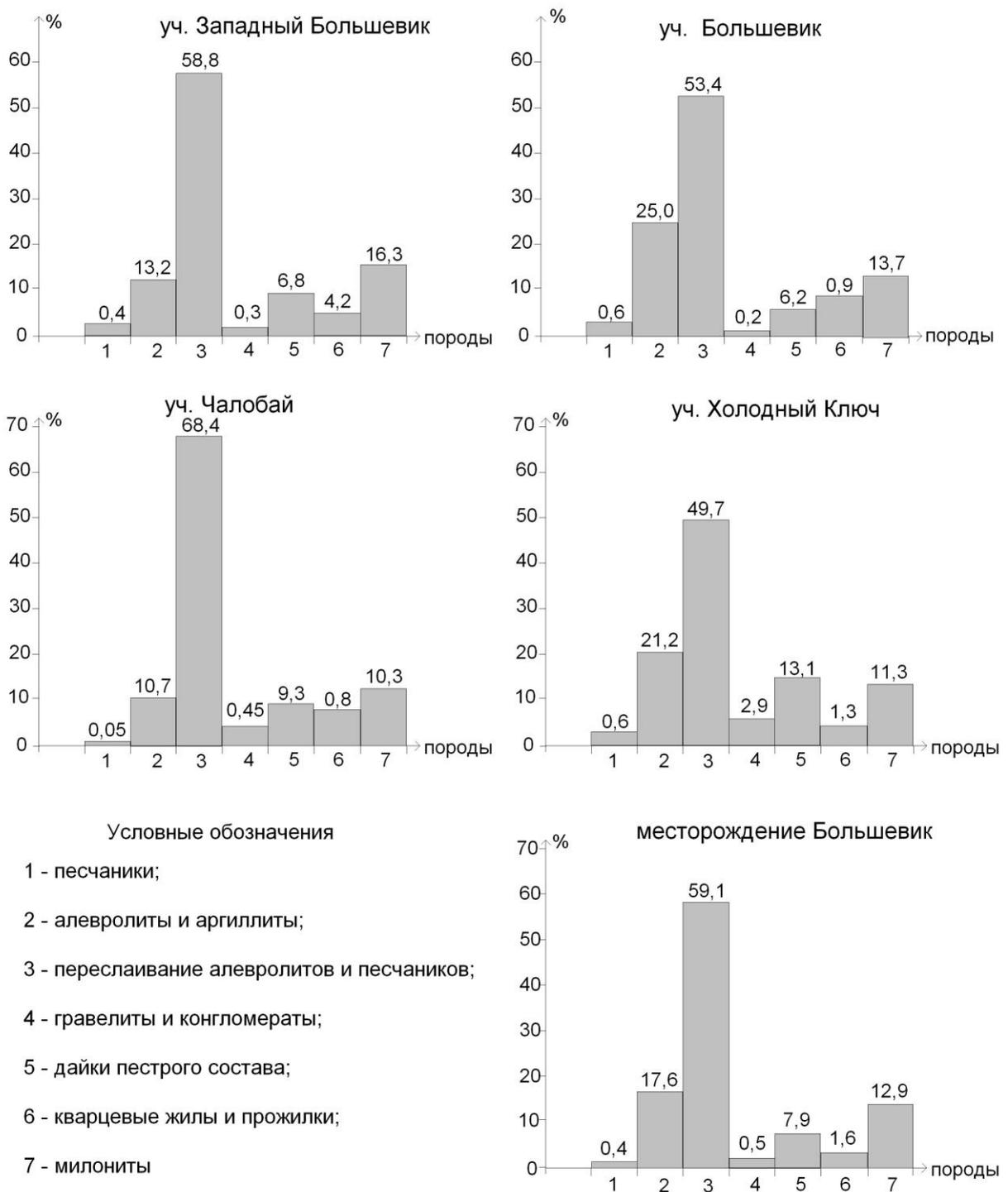


Рисунок 5.3. Эпюры распределения концентраций золота по литологическим разностям пород месторождения Большевик

рассланцовка осадков, т.е. наблюдается грубая смесь будин песчаников, алевролитов и аргиллитов, которые как бы плавают в черном тонкозернистом матриксе углеродисто-глинистого состава с обильной флорой. Такого облика породы на месторождении принято относить к «тектонитам». Нарсеевым В.А. (2001 г.) они отнесены к фации микститов, Зенковой В.И. (1978 г.) – к рудоносной формации кульма. По Зенковой В.И. они венчают

формирование промышленных стратиформных золотосодержащих тел, по Нарсееву В.А. – являются рудоподготовительными.

На всех участках месторождения Большевик относительная частота встречаемости богатых и рядовых руд к бедным и убогим рудам в горизонтах переслаивания песчаников с алевролитами и аргиллитами колеблется в очень близких пределах (от 0,26 до 0,43), в алевролитах и аргиллитах – от 0,28 до 0,68, в милонитах – от 0,33 до 0,58, что говорит о равномерности распределения основной массы золотого оруденения на всех участках месторождения.

Для выяснения причинной связи преимущественной приуроченности рудной минерализации к переслаиванию песчаников с алевролитами и аргиллитами, а также к пачкам алевролитов и аргиллитов, линзам милонитов были исследованы физико-механические свойства рудовмещающих пород (табл. 5.3).

Таблица 5.3 Физико-механические свойства осадочных пород месторождения Большевик

Толща, свита	Литологические разновидности пород	Количество, шт.	Физико-механические свойства					
			пористость %	$\sigma_{\text{раст.}}, \text{кг/см}^2$	$\sigma_{\text{сжат.}}, \text{кг/см}^2$	модуль упругости, $E \times 10^5, \text{кг/см}^2$	модуль сдвига	коэффициент Пуассона
Нижняя пачка песчано-алевролитовой подтолщи ($C_{1S2}-C_2^{b1}$)	разнообразные переслаивания песчаников с алевролитами и аргиллитами	13	0,84	153	1130	8,75	3,52	0,24
	алевролиты и аргиллиты	3	0,85	176	945	8,06	3,44	0,21
	песчаники	9	0,78	139	1328	8,51	3,42	0,25
	дайки	8	0,96	146	1173	7,39	3,06	0,20
Бакырчикская свита (C_3)	разнообразные переслаивания песчаников с алевролитами и аргиллитами	4	1,49	120	560	8,53	3,46	0,23
	алевролиты и аргиллиты	6	1,42	122	727	7,80	3,33	0,17
	песчаники	5	0,8	122	1022	8,62	3,22	0,15
	дайки	5	1,01	129	926	7,03	3,05	0,14

Как видно из таблицы 5.3, рудовмещающие породы месторождения Большевик (бакырчикская свита) отличаются более низкими прочностными свойствами (максимальное напряжение при растяжении и сжатии, модуль сдвига, коэффициент

Пуассона и т.д.) относительно таких же горных пород всячего бока самой Кызыловской зоны, и они лучше проницаемы для рудоносных растворов. Пористость горизонтов переслаивания песчаников с алевролитами и аргиллитами, алевролитов и аргиллитов в зоне, соответственно, в 1,8 и 1,7 раза выше, чем в аналогичных породах всячего бока структуры и практически во столько же раз выше песчаников самой зоны, которые обладают одинаковой пористостью с вмещающими зону породами со стороны всячего бока. Это, вероятно, связано с неоднократными подвижками при формировании Кызыловского надвига, когда участки переслаивания пород, характеризующиеся наименьшей прочностью на сжатие ($\sigma_{сж.} = 560 \text{ кг/см}^2$), легко перетираются, образуя зоны тектонитов и милонитов, а при наименьшей прочности на растяжение ($\sigma_{раст.} = 120 \text{ кг/см}^2$) – преимущественно локальные зоны трещиноватости. Кроме того, рудовмещающие породы зоны были подвергнуты предрудным гидротермально-метасоматическим изменениям, что еще больше снижало их прочностные свойства и увеличивало пористость: в целом, предел прочности на сжатие в пачках переслаивания алевролитов и песчаников зоны на 50,4%, а алевролитов на 23,1% ниже, чем в аналогичных породах всячего бока зоны; предел прочности на растяжение, соответственно, ниже на 23,5 и 30,7%. Модуль продольной упругости в этих разностях пород уменьшился, соответственно, на 2,5 и 3,2%, модуль сдвига - на 1,7 и 3,2%, коэффициент Пуассона – на 4,2 и 19%.

В результате этих процессов образовались области разуплотнения и повышенной проницаемости (эффективной пористости), благоприятные для рудоотложения из метаморфических флюидов и гидротермально-метасоматических растворов именно в этих литологических разностях пород бақырчикской толщи.

Приведенные выше данные позволяют сделать вывод, что одним из факторов установленного литологического контроля золотого оруденения на месторождении являются различия в прочностных свойствах и пористости песчаников, алевролитов и аргиллитов и их разнообразного переслаивания.

6. СТРУКТУРНО-ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КРУПНОЙ ЗАЛЕЖЬ-СТРУКТУРЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОЛЬШЕВИК

В 1983 г. автором при составлении «Проекта поисково-оценочных работ на глубоких горизонтах западного фланга Кызыловской зоны в 1984-1987 гг.» (фонды МД «Востказнедра») по результатам поисковых работ был впервые отстроен план метрограммов (линейных запасов) золота месторождения Большевик (рис. 6.1). Это была ранняя (первая) поисково-разведочная модель локализации золотого оруденения месторождения.

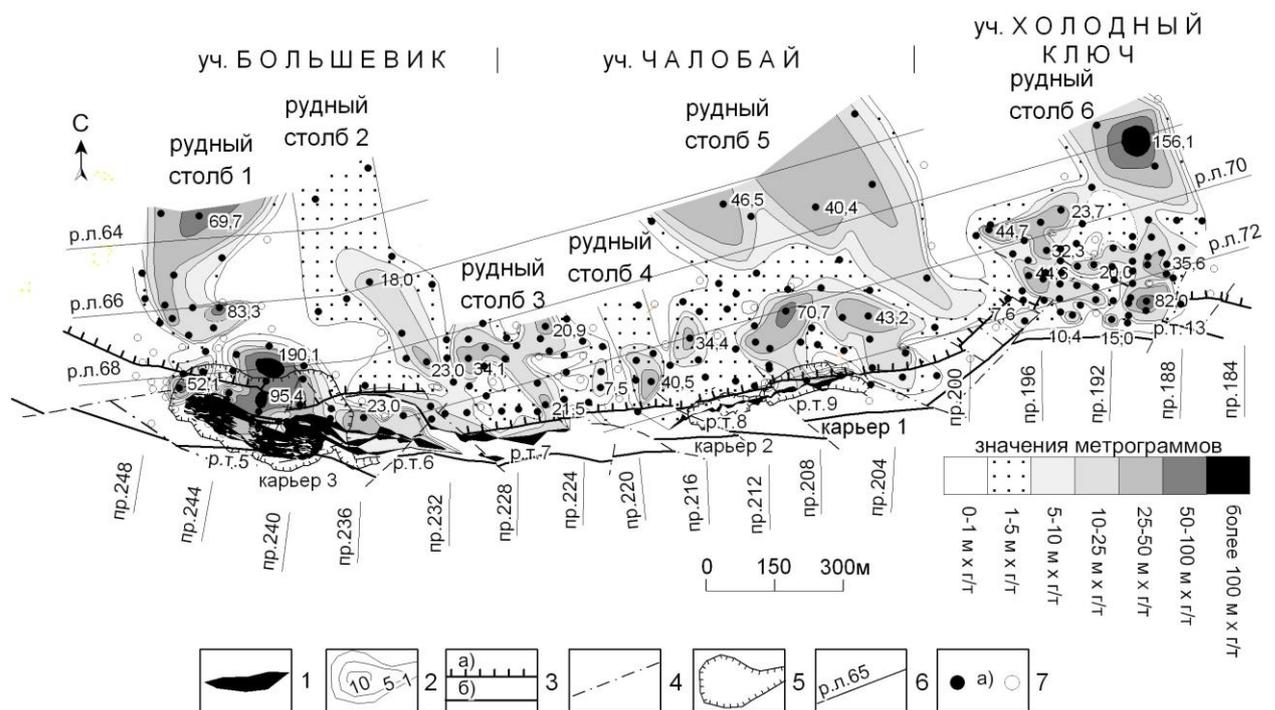


Рисунок 6.1. Ранняя (в метрограммах) поисково-разведочная модель локализации золотого оруденения месторождения Большевик в проекции на горизонтальную плоскость (Ю.А. Антонов, 1983 г.):

1 - выходы рудных тел на дневную поверхность или полотно карьера; 2 - изолинии метрограммов; 3 - границы Кызыловской золоторудной зоны: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 4 - разрывы, секущие Кызыловскую структуру; 5 - контур добычных карьеров; 6 - направление профилей поисковых линий (пр. 240) и новых разведочных линий (р.л. 64); 7 - проекция рудного пересечения на горизонтальную плоскость (справа - максимальный метрограмм), в т.ч.: а) проекция безрудного пересечения

Линейные запасы (мощность x содержание x объемный вес) являются для золоторудных месторождений одним из наиболее информативных параметров, а

геометризация изограмм линейного запаса – одна из наиболее важных операций, поскольку ее непосредственным результатом является графическое (визуальное) изображение пространственного распределения золота на плане, разрезе или проекции. Поскольку объемный вес для конкретного месторождения - величина практически постоянная, автор использовал для своих построений только величины произведений мощности на содержание и назвал его «метрограмм». Причем для правильного отражения закономерностей размещения оруденения (рудных столбов) имеет значение не относительное содержание кондиционного золота в рудном теле, а его абсолютное количество в каждом пересечении по всей выделенной золотоносной толще. Поэтому по каждой скважине была подсчитана и использована сумма метрограммов всех единичных проб, вскрывающих рудоносную пачку в каждой выработке (скважине). На горизонтальном плане эти значения привязывались условно к точке, являющейся проекцией точки входа скважины в кровлю балансовых или забалансовых руд, разбраванных согласно принятым на месторождении кондициям.

После расчета сумм метрограммов и выноски точек на горизонтальную проекцию были решены следующие задачи:

- геометризация распределения золота, выявление и оконтуривание (отрисовка) рудных столбов в проекции на горизонтальную плоскость;
- анализ закономерностей размещения рудных столбов и их геологическая интерпретация;
- окончательная геометризация контуров после наложения геологической ситуации и, в результате, выявление эмпирических закономерностей пространственного совпадения контуров с элементами геологической обстановки.

Термин «рудный столб» впервые был предложен Линдгреном В. (1932 г.). «Он определяет те участки месторождений (рудных тел), в которых концентрация ценных минералов выгодно отличается от прочего жильного выполнения», а рудные столбы месторождения Большевик в нашем понимании есть участки концентрации рудного вещества, ограниченные метрограммами его суммарного линейного запаса по выработке в пределах рудовмещающей пачки (пачки мелкообломочных тектонитов - по Антонову Ю.А., 1986 г. или микститов - по Нарсееву В.А., 2001 г.). Рудные столбы отражают неравномерное распределение минерального вещества в пространстве месторождения.

Экономический эффект добычи металлов зависит в большой степени от качества руд, а поведение рудных столбов на глубину определяет перспективы месторождения в целом, поэтому изучение условий и причин образования рудных столбов на месторождении является одной из наиболее актуальных проблем теоретической и практической геологии.

Изучение пространственного размещения концентраций золота (плана метрограммов) показало, что богатое золотое оруденение (от 5-10 метрограммов и более) месторождения Большевик концентрируется в локальных рудных столбах, имеющих северо-западное склонение, аналогичных рудным столбам детально разведанного на этот период месторождения золота Бакырчик, расположенного в центральной части Кызыловской структуры. В свете этих данных автором была (по аналогии с месторождением Бакырчик) предложена модель пучковой (столбовой) локализации золота на восточном фланге Кызыловской зоны, разработанная Иванкиным П.Ф. (1973 г.), который считал, что Бакырчикское рудное поле представляет собой единую рудно-магматическую систему с глубокими корнями, вероятно, располагающимися под центральной частью зоны на глубинах, превышающих в 2,5-3 раза ныне разведанные (7 тип по Иванкину П.Ф.: «пучки руд, кварцевых жил, метасоматических пород и контрастно дифференцированных даек с глубинными корнями, которые приурочены к зонам глубинных разломов с повышенным метаморфизмом пород. Им свойственны особенно большая протяженность по вертикали и выдержанность оруденения на глубину. Наличие в зонах смятия на большой глубине интрузий гранитоидов может предполагаться по косвенным геологическим и геофизическим данным и не исключено, что корни пучков могут пространственно совпадать с ними. Золото-сульфидно-вкрапленные рудные тела в плоскости зоны смятия образуют единую разветвляющуюся вверх по восстанию веерную систему. Для рудных залежей характерна отчетливо выраженная лентовидная форма: длина рудных тел по склонению в 3-4 раза превышает их длину по простиранию и во многие десятки раз их мощность - рудные тела имеют вид длинных лент или плоских столбов. Рудные залежи не имеют четких границ, устанавливаются по данным опробования и оконтуриваются по принятому кондициями бортового содержанию»).

Всего на месторождении Большевик на первом этапе было выделено 6 локальных рудных столбов - участков Кызыловской зоны, перспективных для дальнейшего изучения и оконтуривания промышленных запасов золота (рис. 6.1). Для разведки и оценки выделенных рудных столбов на глубину поисково-разведочные профили и сеть скважин на месторождении Большевик были переориентированы с меридионального на юго-западное (или северо-восточное) направление, т.е. вкрест предполагаемого северо-западного склонения выделенных локальных рудных столбов. Для поисковых работ сеть скважин составила 100-200х50-100м. В дальнейшем (для разведочных работ) эта сеть в ядерных частях рудных столбов была сгущена до 50-100х25-50м.

Использованная модель локального прогнозирования и определения направления геологоразведочных работ с помощью метрограммов (метропроцентов) золота и принятая

новая методика работ себя полностью оправдала - за годы разведки на месторождении Большевик было приращено и поставлено на государственный баланс 4,9 млн. т руды промышленных категорий со средним содержанием металла 5-7 г/т.

В настоящее время (после проведения поисково-разведочных работ 1984-1993 гг.) эта модель месторождения Большевик выглядит следующим образом (рис. 6.2), и она не исчерпала до конца своего практического значения. На месторождении Большевик установлены и изучены 11 локальных рудных столбов промышленного значения, в пределах которых разведаны 17 рудных тел сульфидных руд. Оконтуренные при бортовом содержании золота 3 г/т запасы балансовых руд категорий C_1 и C_2 подсчитаны и утверждены по 30 линзам. Параметры выделенных локальных рудных столбов месторождения приведены в таблице 6.1, а основные параметры разведанных рудных тел и линз балансовых руд – в таблице 6.2. Реализуя эту модель локализации золотого оруденения, можно и сейчас наращивать запасы богатых руд месторождения Большевик по склонению выделенных рудных столбов до прогнозируемой глубины распространения

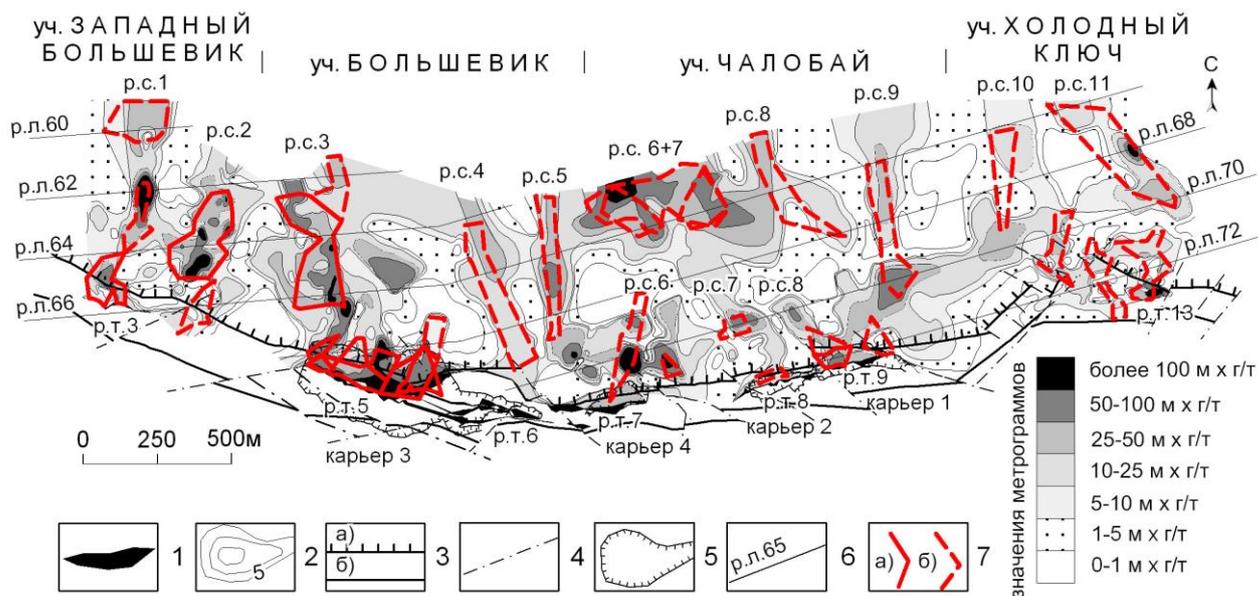


Рисунок 6.2. Локальные рудные столбы (в метрограммах) месторождения Большевик в проекции на горизонтальную плоскость по результатам поисково-разведочных работ 1984-1993 гг.:

1 - выходы рудных тел на дневную поверхность или полотно карьера; 2 - изолинии метрограммов; 3 - границы Кызыловской золоторудной зоны: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 4 - разрывы, секущие Кызыловскую структуру; 5 - контур добычных карьеров; 6 - направление новых поисково-разведочных линий; 7 - блоки разведанных запасов, в т.ч.: а) категории C_1 , б) категории C_2

Таблица 6.1. Характеристика разведанных локальных рудных столбов II порядка месторождения Большевик (к рисунку 6.2)

№№ п/п	Участок	№№ рудного столба	Азимут склонения рудного столба, град.	Длина по склонению в описанной части рудного столба, м	Максимальная интенсивность оруденения, метрограмм	Расстояние между осевыми линиями		Мощность зоны смятия в районе рудного столба, м	Угол падения Кызыловской зоны, град.	Среднее содержание балансовых руд в столбе, г/т
						рудного столба, м	группами столбов, м			
1	Западный Большевик	1	15	650	228,3			320	35	6,4
		2	21	480	211,2	260-310		300	35	5,6
2	Большевик	3	338	770	190,1	520-210	520	330	40	6,2
		4	341	660	29,5	480-510		280	40	5,8
		5	345	640	111,5	200-230		250	40	4,1
3	Чалобай	6	355	730	377,0	160-250		210	35	4,4
		7	344	790	94,4	420-300	420	210	38	5,1
		8	341	830	41,0	260-220		130	32	3,7
		9	351	760	84,8	290-390		180	42	5,6
4	Холодный Ключ	10	342	600	44,8	550-470	550	280	45	4,5
		11	338	680	280,3	280-220		230	45	8,0

Таблица 6.2. Основные морфологические параметры разведанных рудных тел и линз золото-сульфидных руд месторождения Большевик

№№ п/п	№№ рудного тела (линзы)	Средний угол падения, град.	Склонение, град.	Глубина изучен- ности, м	Длина рудного тела в горизонтальной проекции			Мощность, м			Содержание золота, г/т			Форма рудного тела (линзы) на горизон- тальной проекции
					по длинной оси «А»	по короткой оси «В»	соотно- шение А/В	от	до	сред- нее	от	до	сред- нее	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	3-1	37	аз. 20	5-360	450	70	6,4	0,50	12,54	3,20	3,3	127,6	8,5	лентообразная, сложной формы
2	3-1 (3-1-1)	56	не выражено	475-570	140	180	0,8	1,30	14,80	3,70	4,5	6,8	5,6	изометричная, неправильной формы
3	4-1	41	аз. 30	118-445	340	120	2,8	0,50	16,40	4,40	3,0	26,9	7,8	лентовидная
4	4-3	44	аз. 33	172-328	220	60	3,7	1,00	16,90	4,60	3,1	5,8	5,1	удлиненно- линзообразная
5	5-1 (5-1-1)	45	не выражено	0-145	135	260	0,5	1,00	17,40	4,20	3,6	18,0	7,8	изометричная, неправильной формы
6	5-1 (5-1-2)	33	аз. 350	222-510	510	130	3,9	0,50	7,40	3,10	3,0	13,2	6,5	лентовидная
7	5-1 (5-1-3)	24	аз. 3	0-147	150	90	1,7	1,10	6,00	3,50	3,0	7,3	4,8	удлиненно- линзообразная
8	5-2 (5-2-1)	50	аз. 339	0-217	100	50	2,0	1,00	8,50	5,00	3,1	11,5	8,5	удлиненно- линзообразная
9	5-3	48	аз. 21	0-250	325	100	3,3	1,30	24,50	4,70	3,1	10,2	5,2	удлиненно- линзообразная
10	5-6 (5-6-1)	44	аз. 357	0-240	200	130	1,5	1,00	10,30	3,50	5,8	11,9	6,9	изометричная, неправильной формы
11	5-6 (5-6-2)	44	аз. 28	0-131	140	75	1,9	3,50	18,90	10,90	3,3	7,8	6,4	лентовидная
12	6-1	34	аз. 336	0-385	520	70	7,4	0,50	4,30	2,30	3,9	33,7	6,0	лентовидная
13	7-1	32	аз. 356	224-530	490	50	9,8	1,00	7,10	2,60	3,2	5,0	4,6	лентовидная
14	8-1 (8-1-1)	28	аз. 16	0-380	380	60	6,3	1,00	3,76	1,60	4,7	8,5	6,6	лентообразная, сложной формы
15	8-1 (8-1-2)	31	аз. 311	520-620	200	100	2,0	1,00	9,20	2,60	3,0	5,3	4,7	удлиненно- линзообразная

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	8-2 (8-2-1)	40	не выражено	23-45	30	90	0,3	1,10	10,40	5,80	4,7	6,6	6,5	изометричная, неправильной формы
17	8-2 (8-2-2)	34	не выражено	182-225	60	98	0,6	1,00	10,20	4,60	3,6	20,0	8,2	изометричная, неправильной формы
18	8-2 (8-2-4)	35	аз. 328	127-205	105	25	4,2	1,00	25,50	9,20	4,6	4,8	4,7	удлиненно- линзообразная
19	9-1 (9-1-1)	38	аз. 323	0-146	160	80	2,0	0,60	7,00	3,70	3,6	6,1	4,6	удлиненно- линзообразная
20	9-1 (9-1-2)	44	аз. 326	10-307	140	60	2,3	1,00	5,30	2,9	3,0	5,7	3,7	удлиненно- линзообразная
21	9-1 (9-1-4)	38	не выражено	530-650	220	410	0,5	1,00	5,30	2,50	3,1	8,2	4,8	изометричная, неправильной формы
22	9-1 (л-1)	38	аз. 295	0-68	125	15	8,3	0,30	1,90	1,10	4,5	5,2	4,6	лентовидная
23	9-1 (л-2)	38	аз. 291	0-68	125	7	17,9	0,30	2,50	1,20	4,0	8,0	5,2	лентовидная
24	9-2 (9-2-1)	38	аз. 349	163-312	460	50	9,2	1,00	2,10	1,50	3,9	5,4	4,2	лентовидная
25	9-2 (9-2-2)	30	аз. 331	365-690	460	70	6,6	1,50	2,90	2,10	3,2	3,8	3,4	лентовидная
26	11	30	аз. 10	10-292	250	40	6,3	1,00	3,80	1,90	3,3	7,1	4,9	лентообразная, сложной формы
27	11 (11-2)	46	аз. 359	240-520	335	65	5,2	0,50	2,60	0,90	3,2	15,1	8,4	лентовидная
28	12	38	аз. 335	20-170	285	40	7,1	1,10	2,20	1,70	3,3	6,7	5,0	лентообразная, сложной формы
29	13	44	аз. 14	5-250	240	80	3,0	1,00	9,80	2,50	3,0	14,5	6,0	лентообразная, сложной формы
30	13 (13-2)	35	аз. 315	330-610	470	120	3,9	1,20	6,00	1,90	3,0	32,6	10,0	лентовидная

Примечание: всего на месторождении Большевик разведано 17 рудных тел золото-сульфидных руд; запасы балансовых руд подсчитаны по 30 линзам, оконтуренным с применением временных кондиций (бортовое содержание 3 г/т)

золоторудной минерализации (до 2-3 км по вертикали от поверхности) и перевести его в разряд крупных объектов Казахстана с ресурсами, соизмеримыми с разведанными запасами (табл. 7.1.4) месторождений Нежданинское (Россия) или Кокпатас (Узбекистан).

В настоящее время уже многими исследователями (В.Г. Горьковец, 1973 г., П.Ф. Иванкин, В.Н. Акчурина и В.А. Булынников, 1973 г., В.А. Буряк, 1976 г., А.М. Мысник, 2000 г., В.А. Нарсеев, 2001 г., Е.М. Сапаргалиев и Б.А. Дьячков, 2003 г., Ю.А. Антонов, М.О. Услугин, 2008 г., Т.М. Жаутиков и В.И. Фомичев, 2009 г. и др.) поддерживается мнение, что в исходных рудовмещающих породах Кызыловской рудной зоны золотая минерализация была, вероятно, распространена в осадках, но с низкими концентрациями на большой площади бескислородного морского шельфового дна, в наиболее глубоких участках Бакырчикской грабен-синклинальной структуры. Углесодержащие осадки, содержащие термохимическую и бактериальную серу, способны извлекать золото из густых стратифицированных рассолов с высокими рудными концентрациями элементов (Н.П. Ермолаев, 1992 г.). Золото может изначально формировать металлоорганические соединения и попадать в осадок рассеянным по площади. При катагенезе эти соединения могут полимеризоваться в кероген, кристаллизоваться в виде металлоценов или превращаться в низкотемпературные золотосодержащие сульфиды.

Кроме структурно-литологических факторов контроля размещения золота в Кызыловской рудной зоне, необходимо учитывать также фактор метаморфогенный. Влияние его на процессы преобразования первичных сингенетичных и образования новых метаморфогенных минеральных ассоциаций едва ли отрицается кем бы то ни было (другое дело – масштаб этого явления). Представляется, что именно диагенез и региональный метаморфизм черносланцевых толщ Западной Калбы явился причиной перекристаллизации исходного сульфат- и углеродсодержащего вещества с образованием диагенетических и метаморфических прожилково-вкрапленных обособлений золота, сульфидов железа (пирротина, пирита) и углеродистого материала.

На ранних стадиях метаморфизма зеленосланцевой фации (В.И. Зенкова, 1969-1975гг.), при котором глинистые осадки превращаются в слюдисто-хлоритовые сланцы, могут формироваться значительные объемы слабоминерализованных флюидов, которые могут мобилизовать исходные сульфидные фазы из углеродных осадков и быть источником кристаллического пирита и арсенопирита. Золото, которое первоначально могло находиться в виде металлоорганических соединений или других комплексов, также во время глинисто-серицитового перехода могло перейти в неорганическую

кристаллическую фазу и самородный металл. Во время роста *P-T*-условий (термодинамические условия зеленосланцевой фации оцениваются следующими параметрами: $T = 460-465^{\circ}\text{C}$; $P > 4$ кбар, С.П. Кориковский, 1979 г.) многие первоначальные фазы могли рекристаллизироваться и изменить форму и состав, создавая новые поздние парагенезисы, и в конечном итоге опять образовывать устойчивые формы субмикроскопических выделений или наночастиц самородного золота в зернах пирита, арсенопирита и углеродистом веществе.

Процессы перекристаллизации и некоторого перераспределения вещества при региональных крупнообъемных процессах диагенеза и метаморфизма несомненны. Однако, наиболее существенным при перераспределении вещества и, особенно, при процессах его мобилизации являются, по нашему мнению, процессы динамометаморфизма или стресс-метаморфизма. Они более локальны по площади распространения, более энергоемки и в силу этого более эффективны. Зонами их проявления являются наиболее проницаемые структуры – и для метаморфогенных, и для ювенильных флюидов, и для магматических расплавов. Именно стресс-метаморфизм и явления, порождаемые им и сопровождающие его, приводят к образованию промышленных концентраций (месторождений) различных полезных ископаемых в локальных структурах (В.Д. Борцов и М.А. Мизерная, 2001 г., Х.А. Беспаяев и В.А. Глоба, 2005 г., Ю.А. Антонов и М.О. Услугин, 2008 г.), какой является Кызыловская зона смятия.

Метаморфические процессы наиболее активно начали проявляться здесь при заполнении углеродистыми осадками Кызыловского грабена и надвигании уже сформировавшихся песчано-сланцевых толщ нижнего и среднего карбона на нелитофицированные (обогащенные водой) осадки бакырчикской свиты. Из больших объемов исходных пород метаморфические флюиды поступали в горизонты пород с максимальной проницаемостью (эффективной пористостью) и максимально подвергнутые тектонической проработке, контролируемые антиклинальными складками II порядка с активизированными осевыми и диагональными разломами в элементах этих антиклиналей. Отделившиеся флюиды извлекали рассеянное золото и приводились в движение мощными градиентами гравико- и тектоно-магматического давления, вызванного неоднократной тектоно-магматической активизацией района (по Услугину М.О., в истории геологического развития Северо-Восточного Казахстана их было не менее 9). Физико-механические свойства пород дали возможность флюидам проходить к структурным ловушкам, что сфокусировало в них большие объемы рудного вещества. Затем в дальнейшем, вероятно, при температуре около $296-360^{\circ}\text{C}$ (В.В. Масленников, 1979г.) под надвинутыми породами мощностью, вероятно, более 1-1,5 км происходила

новая дополнительная ремобилизация и переотложение накопленных метаморфических флюидов и рудного вещества уже под воздействием магматитов кунушского интрузивного комплекса, внедрившегося во внутреннюю зону хрупковязких пород Кызыловского надвига. Повышенный углеродистый и карбонатный состав пород бакырчикской свиты, несомненно, создавал восстановительную обстановку на этой стадии для металлов в растворе, и поэтому основное золото аккумулировалось в широтной Кызыловской тектонической зоне, контролируемое разломами разных порядков и зонами трещиноватости, а также активизированными дизъюнктивами всячего бока зоны, наиболее развитыми на площади примыкания к Кызыловской структуре и в элементах антиклинальных складок II порядка. Таким образом, на месторождении Большевик сформировались три главных рудных столба вдоль осей антиклиналей всячего бока КЗС (рис. 4.6). В верхней части разреза рудной колонны отмечаются повышенные концентрации золота, находящиеся в крыльях этих антиклиналей, но здесь на их отложение повлияла приразрывная тектоника самой Кызыловской зоны смятия и ее всячего бока. На рисунке 4.6 видно, что на глубине по склонению рудной зоны разрывная тектоника в всячем боку исчезает, и общий фронт оруденения направлен вдоль осей антиклиналей и контролируется только ими. Эти рудные столбы осевых частей антиклиналей II порядка в сочетании с благоприятной литологией имеют наибольшую устойчивость в пространстве (В.А. Нарсеев и др., 2001 г.).

Проведенные исследования по изучению структуры распределения концентраций золота в рудной зоне, более детальному изучению структурных и литолого-стратиграфических факторов контроля золото-сульфидной минерализации на месторождении, с учетом установленных рудных столбов I и II порядков, позволили разработать и предложить новую структурно-литологическую модель формирования крупной залежь-структуры месторождения Большевик (рис. 6.3).

Эта модель объединяет все разведанные в главном продуктивном горизонте рудные тела и линзы месторождения в единую большую залежь № 1, в которой рядовое (борт 1,2г/т), бедное (борт 0,6 г/т) и убогое (борт 0,3 г/т) оруденения контролируются литологическими факторами, а участки богатых руд (борт 1,8 г/т и выше) – структурными.

Золотое оруденение будет распространяться до тех глубин, до которых сохранится благоприятная литологическая среда: микститы, тонкослоистое переслаивание песчаников с алевролитами и аргиллитами, превращенных в тектониты и тектоносланцы, имеющих повышенную проницаемость (эффективную пористость) и наименьшие прочностные свойства. Богатое промышленное оруденение в этой среде на глубинах свыше 700-800 м

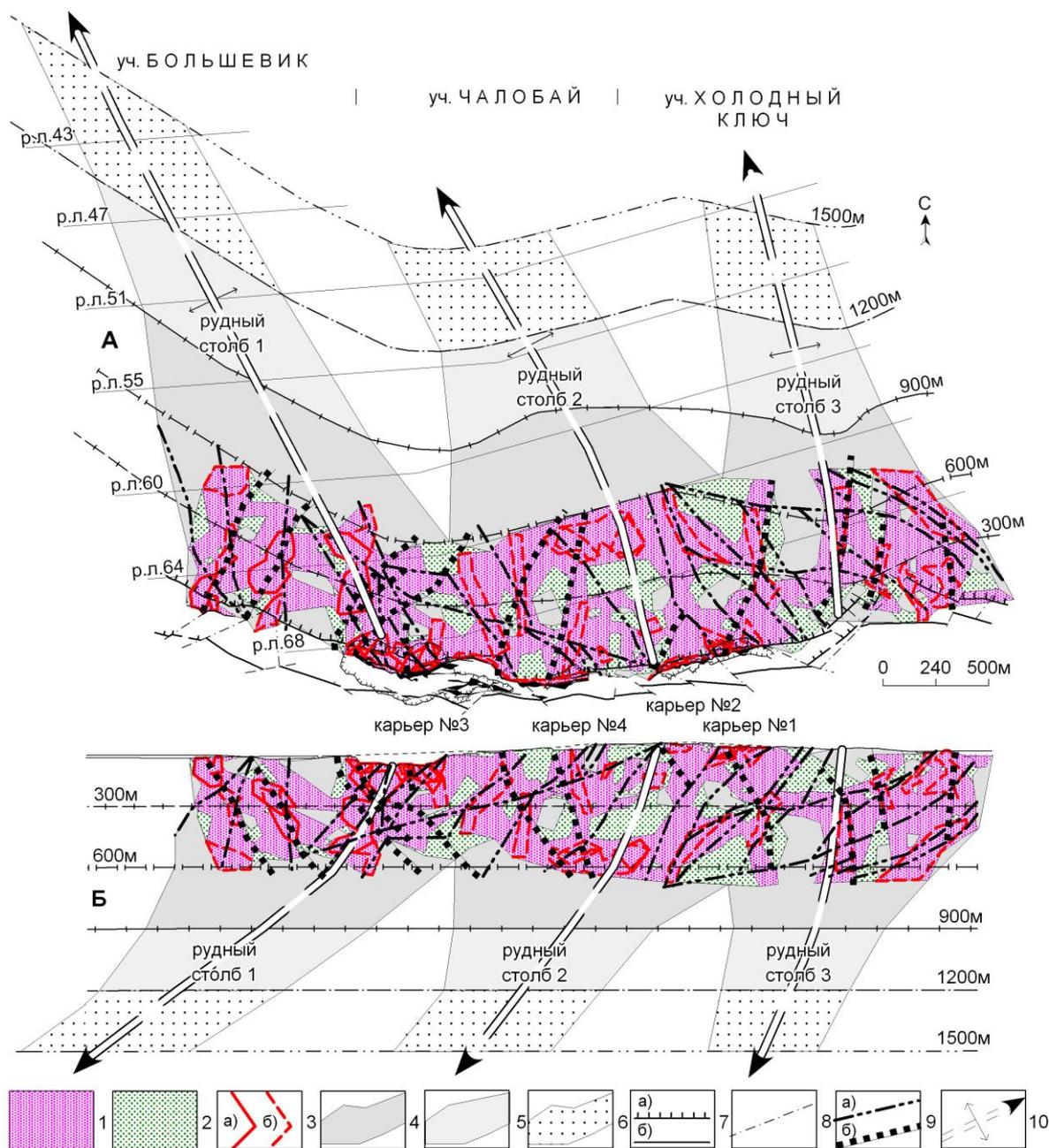


Рисунок 6.3. Новая структурно-литологическая модель формирования крупной залежь-структуры месторождения Большевик

(А и Б - проекции на горизонтальную и вертикальную плоскости):

1 - контур рядовых руд (борт 1,2 г/т); 2 - контур бедных руд (борт 0,6 г/т); 3 - блоки утвержденных балансовых запасов (борт 3 г/т): категория С₁ (а) и категория С₂ (б); 4-6 - контур прогнозных ресурсов: 4 - категория Р₁, 5 - категория Р₂, 6 - категория Р₃; 7 - границы Кызыловской зоны смятия: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 8 - разрывы, секущие Кызыловскую зону; 9 - линия пересечения плоскости разлома висячего бока зоны с кровлей рудного тела в КЗС: а) северо-западного простирания, б) северо-восточного простирания; 10 - оси антиклинальных складок II порядка

при затухании призонной тектоники висячего бока будет контролироваться лишь зоной осевых плоскостей антиклинальных складок II порядка висячего бока Кызыловской структуры и ее внутренними разломами.

Кроме того, новая структурно-литологическая модель позволяют по новому подходить к подсчету запасов и оценке прогнозных ресурсов месторождения Большевик, а также более целенаправленно и результативно вести геологоразведочные работы на рудном поле: на флангах и нижних горизонтах уже разведанных рудных тел (столбов), и за счет этого резко увеличить минерально-сырьевую базу горнодобывающего предприятия.

7. НОВЫЙ ПОДХОД К ПОДСЧЕТУ ЗАПАСОВ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСОВ ЗОЛОТА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ БОЛЬШЕВИК И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ НАПРАВЛЕНИЮ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

7.1 Новый подход к подсчету запасов месторождения Большевик

Запасы золото-сульфидных руд месторождения Большевик утверждались оперативно и неоднократно ЦКЗ МЦМ Каз.ССР, ЦКЗ Глав КТУ «Казгеология», РКЗ ПО «Каззолото», ТКЗ ВКТГУ, ЦКЗ МГ Каз.ССР в разные периоды его разведки за 1955-1994 гг. Запасы окисленных руд утверждены ГКЗ РК в 2001-2003 гг. По состоянию на 01.01.2012г. на государственном балансе числятся балансовые запасы первичных руд месторождения категорий C_1 и C_2 , оконтуренные при бортовом содержании золота 3 г/т, в следующем количестве: руды – 4,914 млн. т, среднее содержание металла – 6,45г/т; забалансовые запасы: руды – 38 тыс. т., среднее содержание – 2,27 г/т. Утвержденные запасы окисленных руд категории C_2 , подсчитанные при бортовом содержании золота 0,4 г/т, составляют: руды – 281,6 тыс.т, среднее содержание – 1,15 г/т. Месторождение является средним по масштабу утвержденных запасов и нуждается в переоценке. Основанием для этого является следующее:

- устаревшие за истекшие годы технические и технологические решения, принятые в разработанных ранее ТЭО;
- изменение нормативной базы по недропользованию и геолого-экономической оценке за истекший период;
- новые данные по золотоносности месторождения, полученные в результате геологоразведочных работ, проведенных после 1994 г. (последнего утверждения запасов первичных руд), обобщение этих материалов на современном стоянии геологической науки;
- несовершенство временных кондиций, использовавшихся для подсчета запасов;
- недостатки подсчетов запасов, выполненных разными авторами, в разное время и в разных технико-экономических условиях;
- необходимость определения современной рыночной стоимости месторождения, разведанных запасов, прогнозных ресурсов и условий недропользования на основе разработки новейших инновационных технологий и нанотехнологий;
- создание цифрового и графического банка геологических, маркшейдерских и опробовательских данных по месторождению.

Использование данных о структуре статистического распределения концентраций золота, результатов исследований структурно-литологических факторов локализации оруденения и новая структурно-литологическая модель формирования крупной залежь-структуры месторождения Большевик позволяют по новому подойти к подсчету запасов: разделить все разведанные золотосодержащие руды на 4 сорта: богатые, рядовые, бедные и убогие руды, построить модели рудного объема с учетом особенностей распределения каждого уровня концентрации металла и на основе природных естественных границ руд более достоверно определить разведанные запасы руды и золота в недрах и оценить количественно масштабы оруденения месторождения в целом.

Установленные уровни плотности оруденения, которые возникают как результат «квантования концентраций» в процессе рудообразования, являющегося фундаментальной закономерностью распределения металлов в гидротермальных рудных месторождениях (В.Л. Лось, 2007 г.), позволяют по данным опробования осуществить достаточно надежно оконтуривание оруденения по сортам, т.е. на разных уровнях его концентрации, соответствующим его природным естественным границам и действующим в настоящий момент геолого-экономическим условиям. В соответствии с этим, на месторождении Большевик с учетом чувствительности пробирного анализа (0,1 г/т) можно произвести следующее ранжирование уже разведанного золотого оруденения в рудной залежи № 1 (табл. 7.1.1).

Запасы руды и металла в пределах месторождения были оконтурены и подсчитаны автором методом блоков в проекции на горизонтальную плоскость отдельно по выделенным сортам: богатые руды (борт 1,8 г/т), рядовые руды (борт 1,2 г/т), бедные руды (борт 0,6 г/т), убогие руды (борт 0,3 г/т), в полном соответствии с условиями залегания рудной залежи № 1, приуроченной к верхней части разреза - главной продуктивной пачке бақырчикской толщи.

Разведанные ранее балансовые богатые руды месторождения при бортовом содержании временных кондиций 3 г/т геометризуются в 23 линзы балансовых руд, расположенных в верхней части разреза зоны (по новой интерпретации в позиции залежи № 1). В них сосредоточено 22,2% от подсчитанных автором запасов золота (рис. 7.1.1, табл. 7.1.1-7.1.2). Всего на месторождении числится в настоящее время в золото-сульфидных рудах 28% от подсчитанных автором запасов золота.

Богатые руды месторождения, которые нужно оконтуривать (по мнению автора) с бортом 1,8 г/т, составляют 58,3% от подсчитанных диссертантом запасов золота (табл. 7.1.1 и 7.1.2). Они концентрируются в три крупные залежи, контролируемые тремя

Таблица 7.1.1. Ранжирование и структура распределения разведанных запасов золота в рудной залежи № 1 месторождения Большевик

Продуктивная зона	Рудное тело (залежь)		Рудный столб
Убогие руды	бедные руды	рядовые руды	богатые руды
Содержания золота от 0,3 до 0,6 г/т	содержания золота от 0,6 до 1,2 г/т	содержания золота от 1,2 до 1,8 г/т	содержания золота более 1,8 (3,0) г/т
Забалансовые руды	Балансовые руды		
Среднее содержание золота 0,45 г/т	среднее содержание золота 0,75 г/т	среднее содержание золота 1,37 г/т	среднее содержание золота 3,87 (6,45) г/т
Средняя мощность оруденения 6,44 м	средняя мощность оруденения 5,52 м	средняя мощность оруденения 3,40 м	средняя мощность оруденения 4,21 (3,70) м
Суммарная площадь убогих руд залежи 1 в проекции на горизонтальную плоскость 1912,2 тыс.м ²	суммарная площадь бедных руд залежи 1 в проекции на горизонтальную плоскость 1642,0 тыс.м ²	суммарная площадь рядовых руд залежи 1 в проекции на горизонтальную плоскость 999,3 тыс.м ²	суммарная площадь богатых руд залежи 1 в проекции на горизонтальную плоскость 1328,1 (513,3) тыс.м ²
Запасы руды 34111,9 тыс.т (39,8%)	запасы руды 25106,1 тыс.т (29,3%)	запасы руды 9401,7 тыс.т (11%)	запасы руды 17039,7 тыс.т (19,9%) (4913,6 – 5,7%)
Запасы металла 13,6%	запасы металла 16,7%	запасы металла 11,4%	запасы металла 58,3% (28%)

Примечание: в настоящее время убогие руды изучены недостаточно в связи с неполным или спорадическим их опробованием в период разведки этой части разреза, оценивавшегося как безрудный (исходя из визуального отсутствия золото-сульфидных минералов). Поэтому на данной стадии оценки они квалифицированы как забалансовые.

В скобках (4 столбец) даны параметры при оконтуривании руд с бортовым содержанием 3г/т.

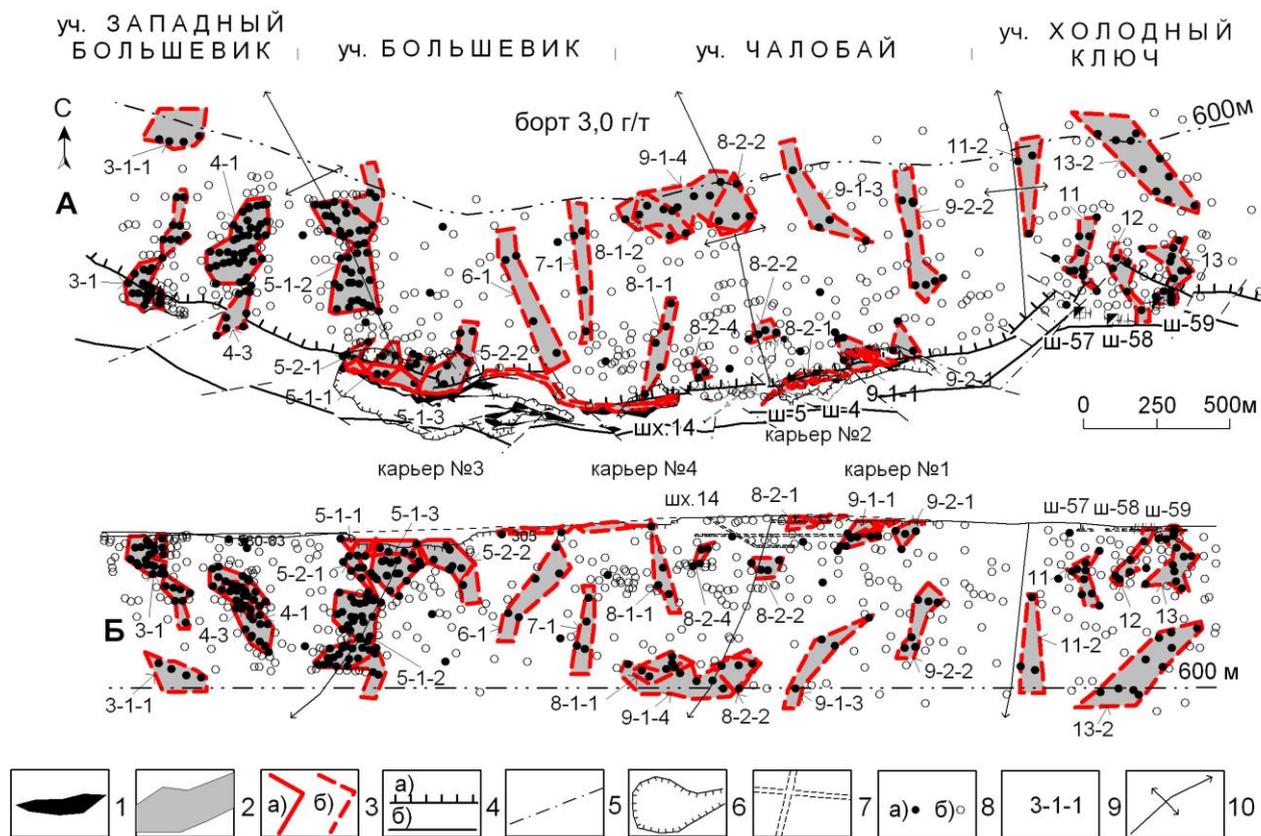


Рисунок 7.1.1. Проекция разведанных богатых золото-сульфидных руд на горизонтальную (А) и вертикальную (Б) плоскости:

1 - выходы рудных тел на дневную поверхность или полотно карьера; 2 - контур разведанных богатых руд (борт 3 г/т); 3 - границы блоков категории С₁ (а) и категории С₂ (б) богатых руд с утвержденными балансовыми запасами золота; 4 - границы Кызыловской зоны; а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 5 - разрывы, секущие Кызыловскую зону; 6 - контур добычных карьеров; 7 - проекция горных выработок, пройденных в период разведки; 8 - проекция пересечений по скважинам на горизонтальную и вертикальную плоскости, в т.ч.: а) рудных, б) безрудных; 9 - номер рудного тела или линзы; 10 - оси антиклинальных складок II порядка

Таблица 7.1.2. Запасы руды в рудной залежи № 1 месторождения Большевик по сортам

№№ п/п	Участок	№№ рудного тела (линзы, залежи)	Площадь рудного тела (залежи) в проекции на горизонтальную плоскость, тыс. м ²	Средняя мощность, м	Запасы руды, тыс. тонн	Среднее содержание, г/т	
1	2	3	4	5	7	8	
Утвержденные запасы богатых руд месторождения (борт 3,0 г/т)							
1	Западный Большевик, Большевик, Чалобай, Холодный Ключ	17 рудных тел (30 линз)	Суммарная площадь 513,3	3,70	4913,638	6,45	
Утвержденные запасы богатых руд в позиции залежи № 1 (борт 3,0 г/т)							
1	Западный Большевик	3-1	29,955	3,3	204,399	8,5	
2		3-1-1	21,230	3,7	218,509	5,6	
3		4-1	38,470	4,4	465,680	7,8	
4	Большевик	5-1-1	24,010	2,2	137,193	6,6	
5		5-1-2	60,310	2,95	465,715	7,4	
6		5-1-3	12,450	3,5	98,254	4,8	
7		5-2-1	8,010	5,0	52,819	8,5	
8		5-2-2	18,980	4,7	235,956	5,2	
9		6-1	32,860	2,3	204,800	6,0	
10		7-1	21,820	2,6	154,730	4,6	
11		Чалобай	8-1-1	19,660	2,6	130,857	4,7
12			8-2-1+8-2-2	4,600	2,9	36,442	8,2
13			8-2-4	2,430	9,2	61,859	4,8
14	9-1-1		11,108	5,1	61,406	4,6	
15	9-1-3		6,660	1,5	27,488	4,2	
16	9-1-4		63,880	2,5	413,559	4,8	
17	9-2-1		21,630	2,1	123,425	3,4	
18	9-2-2		27,140	3,1	217,337	6,0	
19	Холодный Ключ	11	10,440	1,9	54,658	4,9	
20	Холодный Ключ	11-2	22,300	0,9	55,594	8,4	
21		12	12,540	1,7	58,009	5,0	

1	2	3	4	5	7	8
22	Холодный Ключ	13	15,800	2,5	110,290	6,0
23		13-2	47,650	1,9	250,782	10,1
Всего:			543,203	72,55	3950,267	
Среднее:				2,8		6,4
Авторские запасы богатых руд (борт 1,8 г/т)						
1	Западный Большевик, Большевик	залежь «Западная»	446,861	4,43	5483,5	4,88
2	Большевик, Чалобай	залежь «Центральная»	657,269	5,39	9813,2	3,17
3	Холодный Ключ	залежь «Восточная»	223,935	2,81	1743,0	4,6
Всего:			1328,065	12,63	17039,7	
Среднее:				4,21		3,87
Дополнительные авторские запасы рядовых руд (борт 1,2 г/т)						
1	Западный Большевик, Большевик, Чалобай, Холодный Ключ	залежь № 1	999,270	3,40	9401,7	1,34
Дополнительные авторские запасы бедных руд (борт 0,6 г/т)						
1	Западный Большевик, Большевик, Чалобай, Холодный Ключ	залежь № 1	1641,950	5,52	25106,1	0,75
Дополнительные авторские запасы убогих руд (борт 0,3 г/т)						
1	Западный Большевик, Большевик, Чалобай, Холодный Ключ	залежь № 1	1912,230	6,44	34111,9	0,45
Всего (авторских богатых, рядовых, бедных и убогих):				19,57	85659,4	1,32

1	2	3	4	5	7	8
	в т.ч. богатых и рядовых: %			7,61	26441,4 30,9	3,0
	в т.ч. богатых, рядовых и бедных: %			13,13	51547,5 60,2	1,89
	в т.ч. рядовых и бедных: %			8,92	34507,8 40,3	0,92
	в т.ч. бедных и убогих: %			11,96	59218,0 69,1	0,58

антиклинальными складкам II порядка висячего бока (рис. 4.1) Кызыловской зоны, имеющими северо-западное направление осей.

Залежь «Западная» приурочена к крупной коробчатой складке участков Западный Большевик и Большевик, причем оконтуренные ранее богатые руды участка Большевик при борте 3 г/т сконцентрированы в осевой части этой складки, а разведанные богатые руды участка Западный Большевик сосредоточены в западном крыле этой структуры, но имеют тенденцию на глубине к соединению с рудами осевой части антиклинали (участка Большевик). Протяженность залежи по простиранию КЗС составляет 1310 м.

Залежь «Центральная» оконтурена на участках Большевик-Чалобай. Разведанные здесь руды локализуются в обоих крыльях антиклинальной складки участка Чалобай, но также с глубиной имеют тенденцию соединяться в осевой части этой структуры. Протяженность залежи по простиранию КЗС составляет 1450 м.

Залежь «Восточная» геометризована на участке Холодный Ключ в восточном крыле узкой линейной антиклинальной складки. И здесь разведанные ранее богатые руды с глубиной тяготеют к осевой зоне структуры. Протяженность залежи по простиранию КЗС составляет в верхней части разреза 470 м, а на глубине 500-600 м – 630 м.

«Западная» залежь (наиболее разведанная) вскрыта 189 пересечениями и имеет среднюю мощность в богатых рудах 4,43 м, а содержание золота - 4,88 г/т. «Центральная» залежь вскрыта 103 пересечениями и имеет среднюю мощность 5,39 м и содержание золота - 3,17 г/т. «Восточная» залежь вскрыта 55 пересечениями и имеет среднюю мощность 2,81 м и содержание золота - 4,6 г/т. В целом, выделенные автором богатые руды месторождения отмечены в 347 выработках из 1304 пробуренных на месторождении скважин (26,6%) и имеют среднюю мощность 4,21 м и содержание золота – 3,87 г/т.

Рядовые руды развиты со стороны висячего и лежачего боков богатых руд и объединяют все три рудных тела богатых руд, оконтуренных при борте 1,8 г/т, в одну большую залежь № 1 (рис. 5.2). Протяженность ее по простиранию КЗС составляет 3910 м. Рядовые руды вскрыты в 262 скважинах (20,1% от всех пройденных на месторождении) и имеют среднюю мощность 3,4 м, а содержание золота - 1,37 г/т. В них сосредоточено 11,0% подсчитанных автором руд и 11,4% запасов золота.

Рядовые и богатые руды составляют основную промышленную ценность месторождения; в них сосредоточено 30,9% (26441,4 тыс. т) подсчитанных автором руд и 69,8% запасов золота (рис. 7.1.2, табл. 7.1.1-7.1.2).

Бедные руды развиты со стороны висячего и лежачего боков богатых и рядовых руд и также объединяют все три рудных тела богатых руд, оконтуренных при борте 1,8 г/т, в одну большую залежь № 1. Они вскрыты в 382 пересечениях (29,3% от всех пройденных

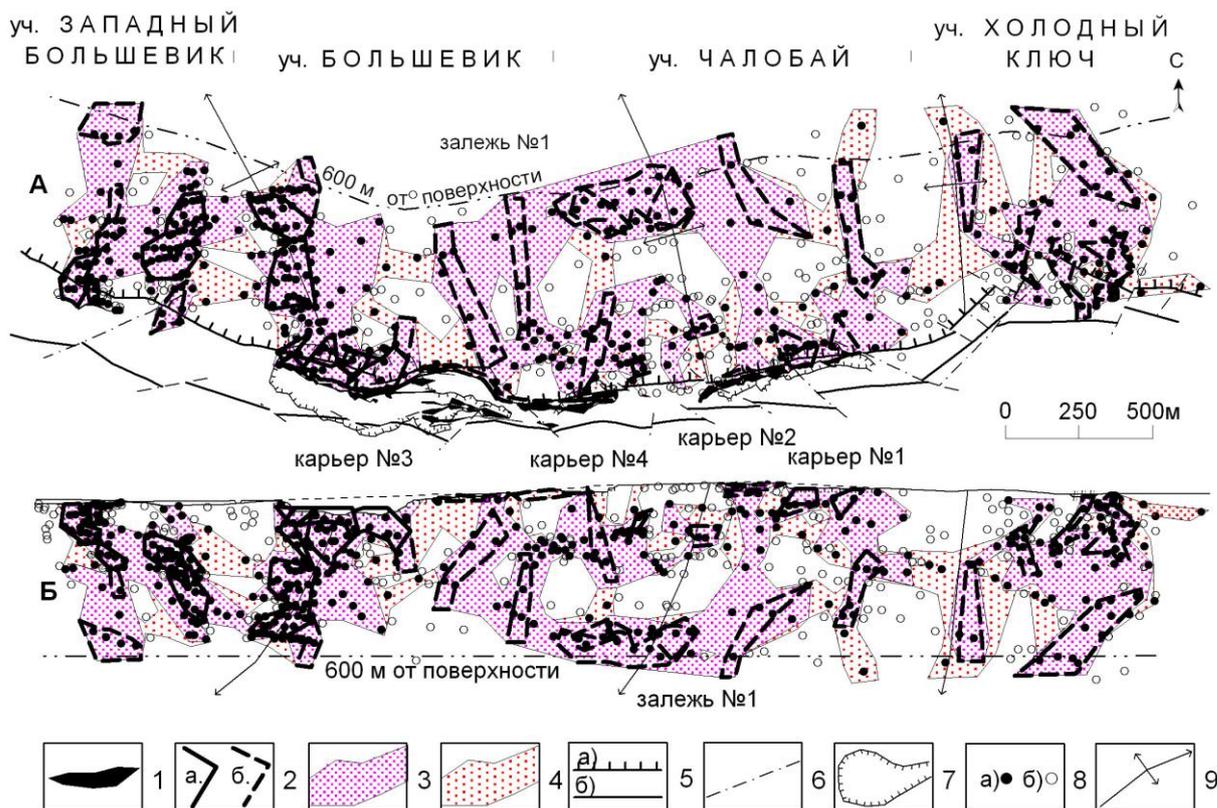


Рисунок 7.1.2. Проекция богатых и рядовых золотосодержащих руд залежи № 1 на горизонтальную (А) и вертикальную (Б) плоскости:

1 - выходы рудных тел на дневную поверхность или полотно карьера; 2 - границы блоков категории C_1 (а) и категории C_2 (б) богатых руд с утвержденными балансовыми запасами золота (борт 3 г/т); 3 - контур авторских богатых руд (борт 1,8 г/т); 4 - контур рядовых руд (борт 1,2 г/т); 5 - границы Кызыловской зоны: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 6 - разрывы, секущие Кызыловскую зону; 7 - контур добычных карьеров; 8 - проекция рудных пересечений по скважинам на горизонтальную и вертикальную плоскости, в т.ч.: а) рудных, б) безрудных; 9 - оси антиклинальных складок II порядка

на месторождении скважин), имеют среднюю мощность 5,52 м и содержание золота - 0,75г/т. В них сосредоточены оставшиеся подсчитанные автором запасы золота (48,7% руды и 19,3% золота), имеющие промышленный интерес, и они, в основном, сконцентрированы на участке Чалобай (рис. 5.2).

Богатые и рядовые золотосодержащие руды, а также окаймляющие их бедные руды формируют основную (главную) золоторудную продуктивную толщу месторождения Большевик (рис. 7.1.3-7.1.7). На их долю приходится 60,2% подсчитанных автором запасов руды и 86,4% золота.

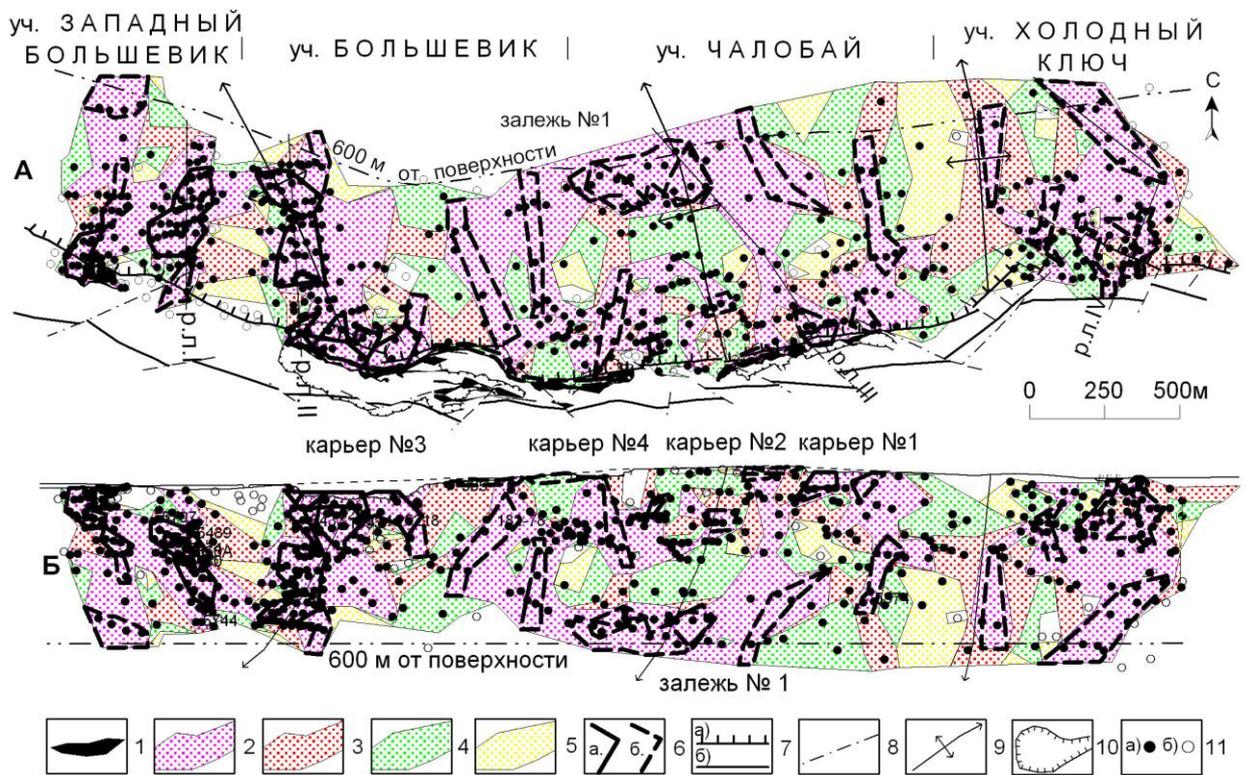


Рисунок 7.1.3. Проекция богатых, рядовых, бедных и убогих золотосодержащих руд залежи № 1 на горизонтальную (А) и вертикальную (Б) плоскости:

1 - выходы рудных тел на дневную поверхность или полотно карьера; 2 – контур авторских богатых руд (борт 1,8 г/т); 3 - контур рядовых руд (борт 1,2 г/т); 4 - контур бедных руд (борт 0,6 г/т); 5 - контур убогих руд (борт 0,3 г/т); 6 - границы блоков категории С₁ (а) и категории С₂ (б) богатых руд с утвержденными балансовыми запасами золота (борт 3 г/т); 7 - границы Кызыловской зоны: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 8 - разрывы, секущие Кызыловскую зону; 9 - оси антиклинальных складок II порядка; 10 - контуры добычных карьеров; 11 - проекция рудных пересечений по скважинам на горизонтальную и вертикальную плоскости, в т.ч.: а) рудных, б) безрудных

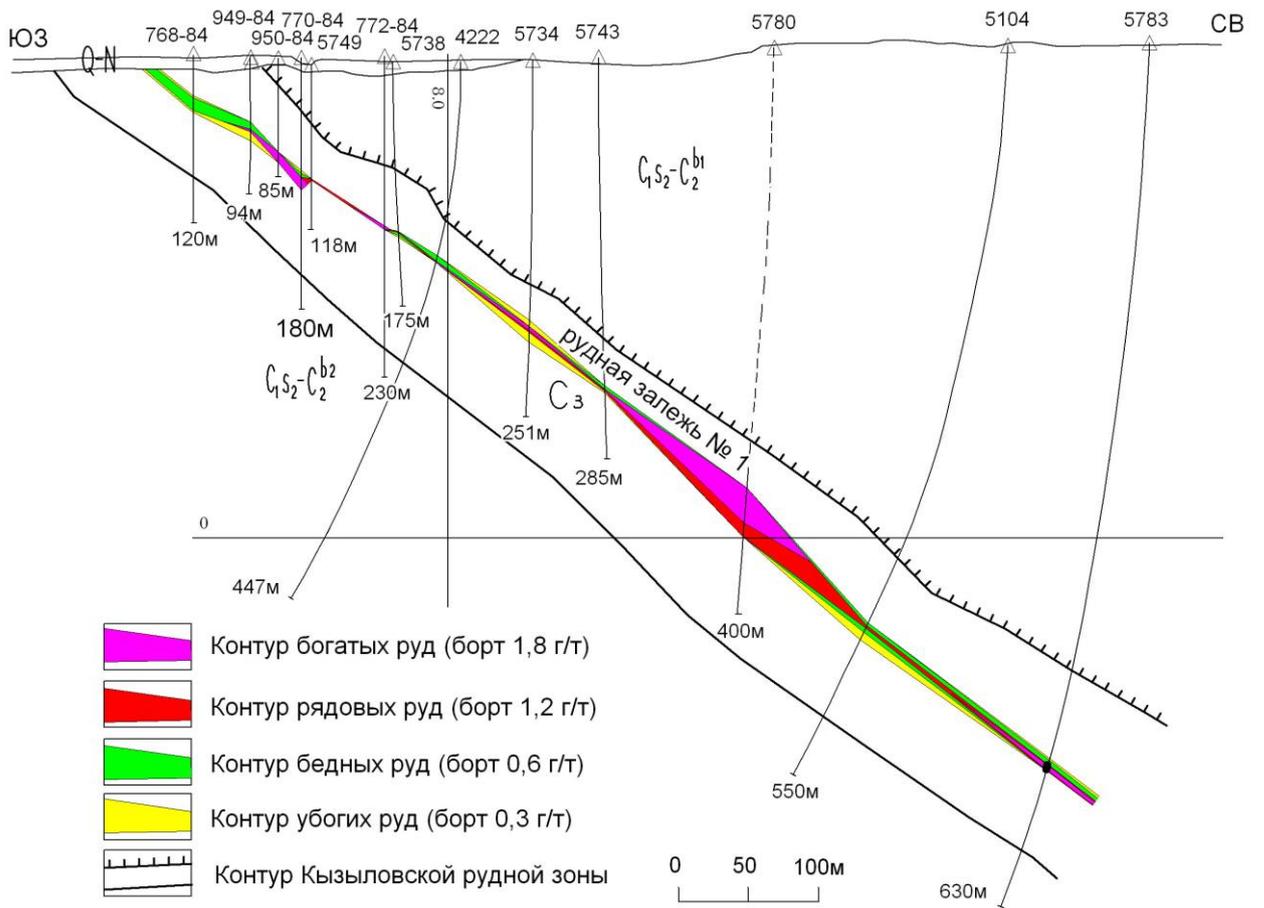


Рисунок 7.1.4. Участок Западный Большевик. Подсчетный разрез по линии I-I

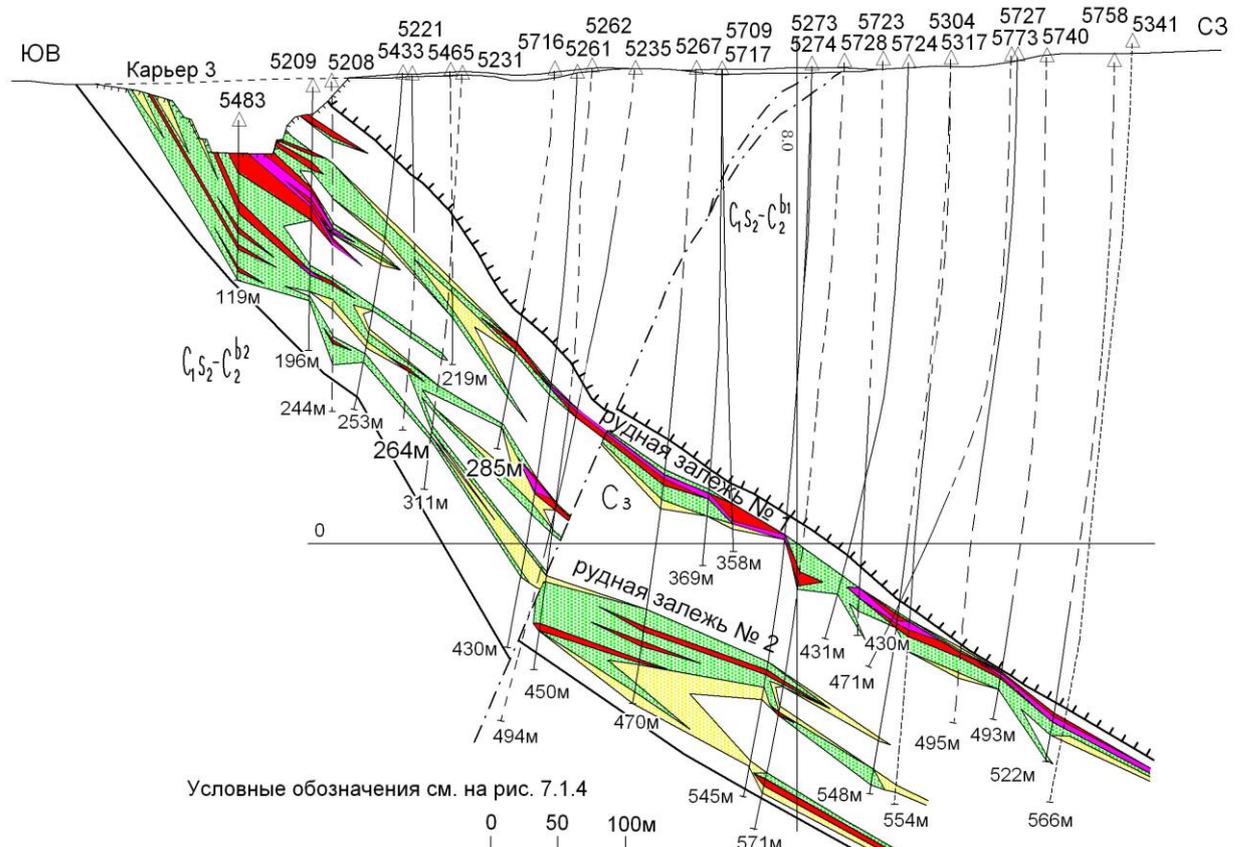


Рисунок 7.1.5. Участок Большевик. Подсчетный разрез по линии II-II

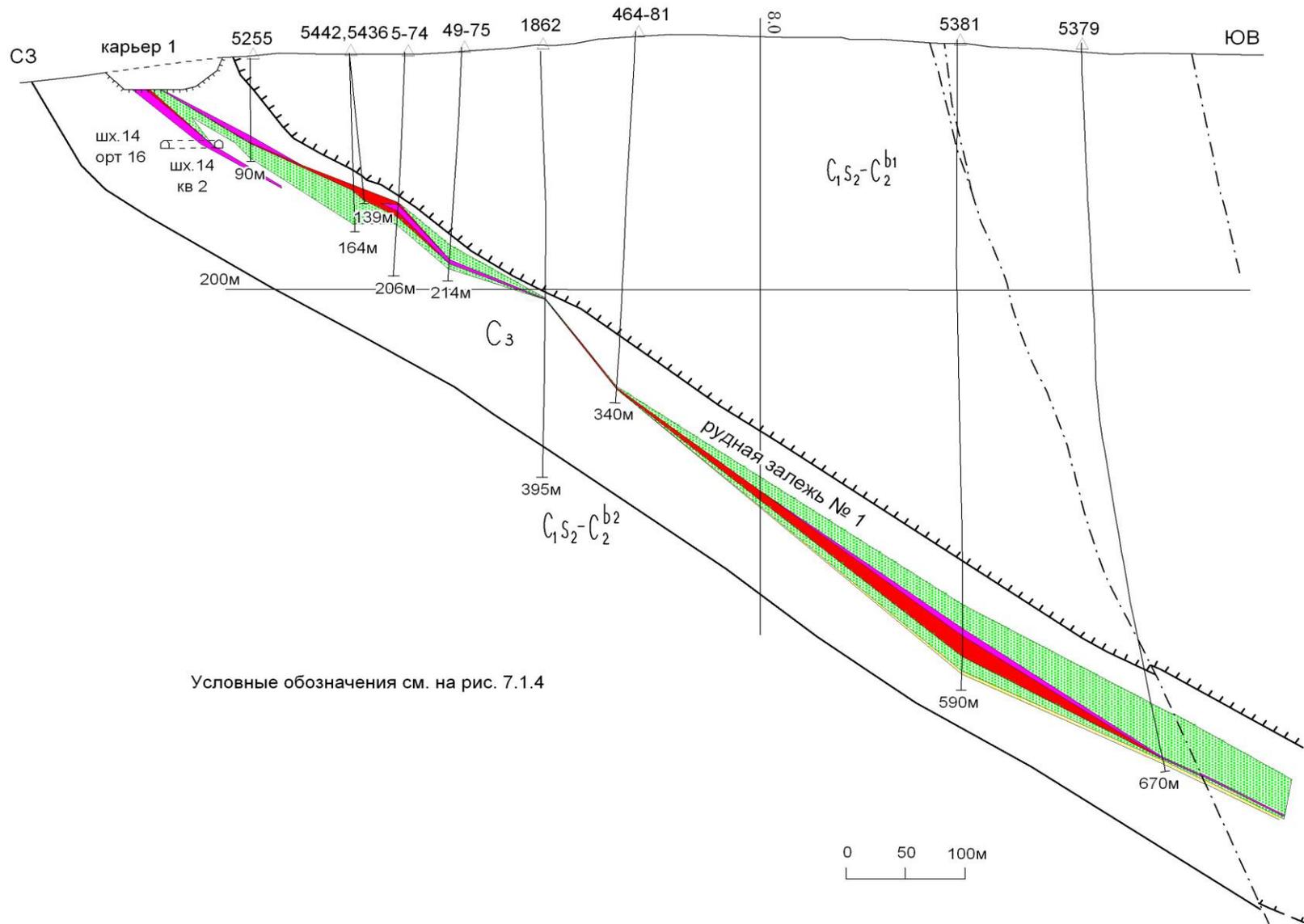


Рисунок 7.1.6. Участок Чалобай. Подсчетный разрез по линии III-III

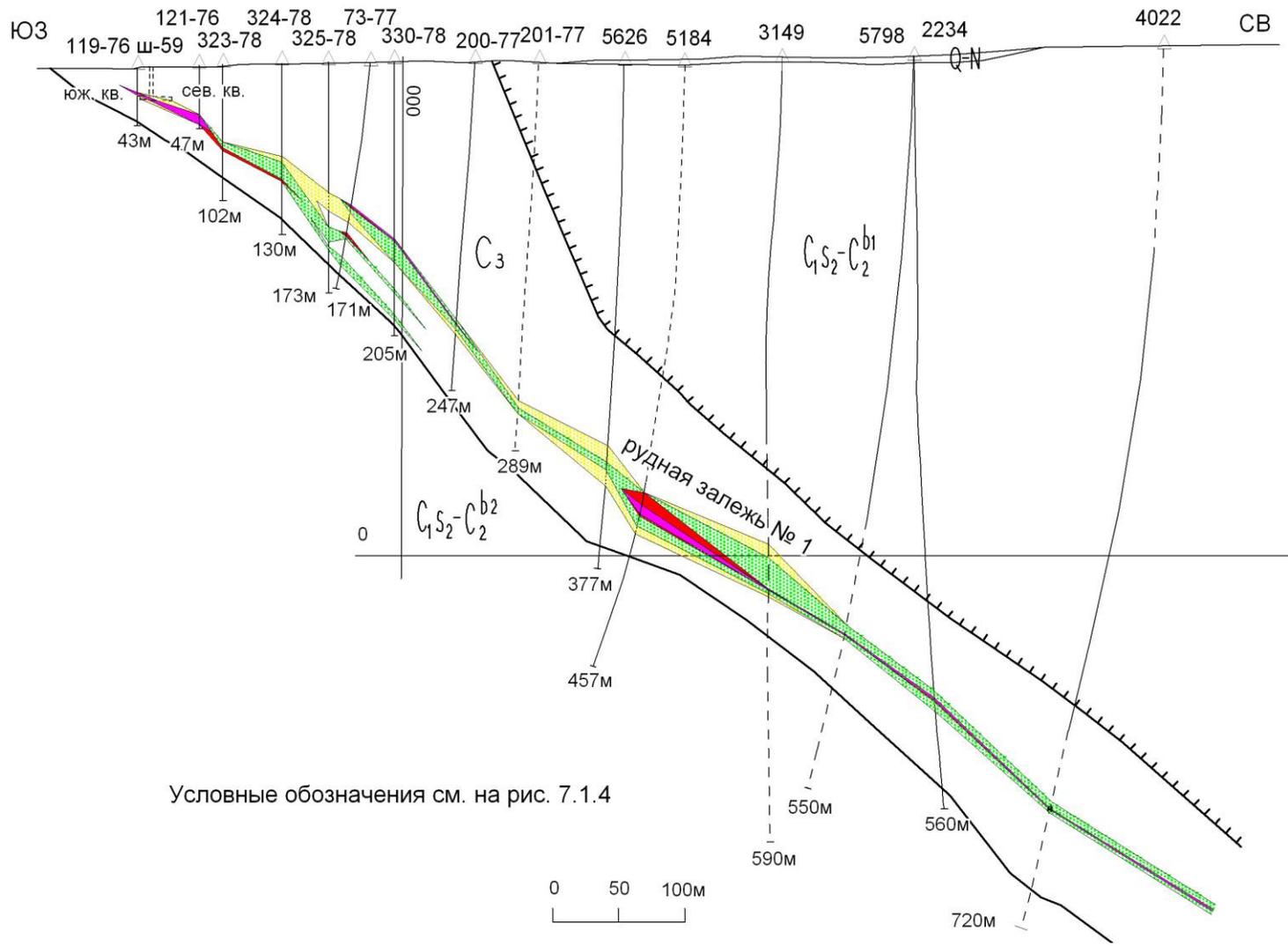


Рисунок 7.1.7. Участок Холодный Ключ. Подсчетный разрез по линии IV-IV

Убогие руды, сосредоточенные в границах минерализованного продуктивного горизонта, слагают внешнюю зону оруденения в лежащем и висячем боках основного (главного) оруденения. Они оконтурены также как и бедные руды в одной большой залежи № 1. Вскрыты в 431 пересечении (33,1% от всех пройденных на месторождении скважин), имеют среднюю мощность 6,44 м и содержание золота - 0,45 г/т. В них сосредоточены 39,8% руды и 13,6% золота по сравнению с подсчитанными автором запасами всех сортов руд. Большая часть их сконцентрирована на участках Чалобай и Холодный Ключ (рис. 5.2, 7.1.3-7.1.7).

Бедные и убогие первичные (золото-сульфидные) руды со столь низкими средними содержаниями золота (0,75 и 0,45 г/т) впервые выделены и количественно подсчитаны не только на месторождении Большевик, но и в практике геологоразведочных работ в Кызыловской золоторудной зоне. Их выделение обусловлено следующими причинами:

1) бедные и убогие руды содержат значительные запасы золота (30,3% на месторождении Большевик и не менее 10,8% - на месторождении Бакырчик);

2) при отработке открытым способом эти руды будут извлекаться попутно, как породы вскрыши;

3) кусковое предобогащение таких руд: рентгенорадиометрическая (РРС), фотометрическая (ФМС) сепарации и другие методы, проведенные на пирит-арсенопиритовых рудах аналогичных месторождений золота в «черносланцевых» толщах, дает высокие технологические показатели обогащения. Так на месторождении Сухой Лог (Россия), из руд с содержанием золота 0,47-0,64 г/т методом ФМС получены «пески» с содержанием золота от 0,92 до 1,94 г/т, с извлечением в них металла на уровне 62-65% и содержанием его в отвальных хвостах 0,15-0,21 г/т. Извлечение золота из полученных концентратов ФМС составило 85-86% (В.Н Бавлов, И.А. Карпенко, 2008 г.);

4) чрезвычайно широкое распространение минерализованных зон с бедными и убогими рудами (69,1% общей рудной массы) в разрезе может быть поисковым признаком наличия руд более высокого качества (рядовых и богатых), в том числе и в слепом залегании.

Выполненные автором исследования на месторождении Большевик показали, что средние содержания золота в богатых, рядовых, бедных и убогих рудах залежи № 1 месторождения составляют, соответственно, 4,21; 1,37; 0,75 и 0,45 г/т (среднее – 1,32 г/т). В классах более 1,2 г/т (30,9% рудной массы) содержится 69,8% учтенного золота при среднем содержании 3,0 г/т, запасы бедных руд месторождения составляют 48,7% (19,3% металла), в 39,8% убогих руд заключено 13,6% золота (рис. 7.1.8), а утвержденные балансовые запасы при бортовом содержании золота 3 г/т составляют по руде всего лишь

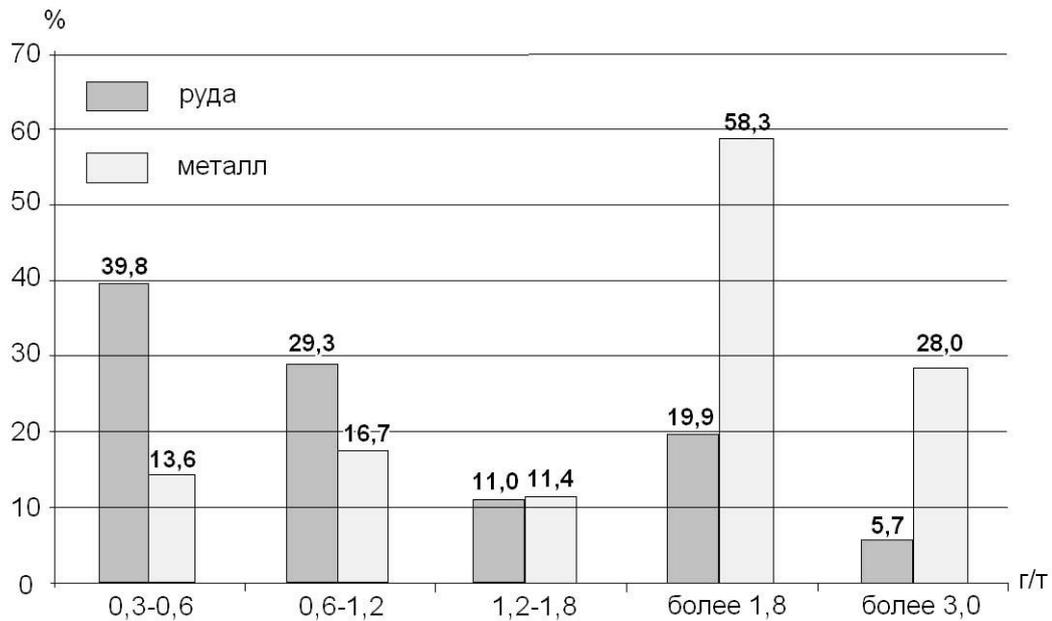


Рис. 7.1.8. Гистограмма распределения запасов руды и металла по классам содержаний золота в рудах залежи №1 месторождения Большевик

5,7%, а по золоту - 28% по сравнению с подсчитанными автором суммарными запасами всех сортов руд месторождения.

В таблице 7.1.3 представлено соотношение подсчитанных автором запасов руды и золота в залежи № 1 месторождения Большевик.

Таблица 7.1.3. Соотношение запасов (отн. ед.) руды, золота и содержаний металла в залежи № 1 месторождения Большевик

Показатель	Сорт руды			Балансовая принадлежность руды	
	рядовая	бедная	убогая	балансовые (рядовые и бедные)	забалансовые (убогие)
Руда	1	2,67	3,63	1	0,99
Золото	1	1,46	1,19	1	0,48
Содержание	1	0,56	0,34	1	0,49

Из таблицы видно, что запасы золота в бедных рудах составляют 146% от рядовых руд, а в убогих (забалансовых) рудах сосредоточено металла 119% от рядовых или 48% от балансовых (суммы рядовых и бедных) руд. Поэтому бедные руды являются хорошим подспорьем эксплуатационной добычи, а возможность промышленного использования убогих руд как дополнительной сырьевой базы необходимо специально обосновать.

Анализ результатов многолетних геологоразведочных работ, проведенные исследования пороговых значений локализации золотого оруденения на месторождении, обобщение особенностей литологии рудовмещающих пород, глубинных факторов локализации золота в Кызыловской структуре показали, что по геолого-структурной позиции, стратиграфо-литологическому контролю, морфологии, условиям залегания разведанных рудных тел, однотипному вещественному составу руд, их пространственному положению и «природным» естественным геологическим границам все выявленное и разведанное на месторождении Большевик в пределах Кызыловской зоны основное золотое оруденение является, по существу, одной гигантской рудной залежью, приуроченной к главному рудовмещающему горизонту бақырчыкской толщи верхнего карбона (рис. 7.1.3-7.1.7). На данной стадии (этапе) разведанности золотосодержащих руд в Кызыловской зоне оруденение месторождения Большевик следует уже рассматривать не как систему «богатых» рудных тел, ограниченных действующими кондициями со средними содержаниями золота 5-7 г/т и образующих локальные рудные столбы богатых руд северо-западного склонения, контролируемые антиклиналями II порядка и пересекающими их разломами широтного, северо-западного и северо-восточного направлений, а как «крупную залежь-структуру», приуроченную к определенному стратиграфо-литологическому горизонту бақырчыкской толщи верхнекаменноугольного возраста и имеющую четыре основных и стабильных значения уровней интенсивности (плотности) золотой минерализации, т.е. природных естественных геологических границ оруденения, представляющих промышленный интерес для недропользователя. Усредненными граничными значениями для этих уровней (классов) являются содержания золота 0,3; 0,6; 1,2 и 1,8 г/т. Принимая эти содержания за бортовые содержания и произведя по ним пересчет уже разведанных запасов, получим средние содержания золота в рудах месторождения Большевик для этих вариантов, равные 1,32, 1,89, 3,0 и 3,87 г/т. Для сравнения в таблице 7.1.4 приведены запасы и средние содержания золота в рудах месторождений аналогичного геолого-промышленного типа (относимых к золото-сульфидной в углеродистых терригенно-осадочных комплексах формации).

Таблица 7.1.4. Запасы и средние содержания золота в крупнейших месторождениях мира, разведанных в углеродистых породах песчано-сланцевых формаций

№№ п/п	Название месторождения	Страна	Компания	Средне сод. Au	Запасы	
					тонн	млн. тройс. унций
1	2	3	4	5	6	7
1	Grasberg	Индонезия	Freeport-McMoran	0,9	2590	83,3

1	2	3	4	5	6	7
2	Мурунтау	Узбекистан	Навоийский ГМК	2,5	1499	48,2
3	Кокпатас	Узбекистан		3,8	500	16,1
4	Наталкинское	Россия	Полюс Золото	1,7	1280	41,2
5	Сухой Лог	Россия		2,7	809	26,0
6	Нежданинское	Россия	Полюс Золото	5,0	467	15,0
7	Благодатное	Россия	Полюс Золото	2,4	218	7,0
8	Куранах	Россия	Полюс Золото	1,7	109	3,5
9	Пионер	Россия	Peter Hambro Mining	1,4	93	3,0
10	Светлинское	Россия	Южуралзолото	2,6	93	3,0
11	Воронцовское	Россия	МНПО «Полиметалл»	4,9	62	2,0
12	Nevada Operations	США	Newmont Mining	1,5	1036	33,3
13	Cerro Casale	ЮАР	Barrick/Bema	0,7	712	22,9
14	Lihir Jstand	Папуа- Н.Гвинея	Lihir Gold	3,5	653	21,0
15	Poscua-Lama	Чили	Barrick Gold	1,4	569	18,3
16	Telfer	Австралия	Newcrest Mining	1,3	529	17,0
17	Кумтор	Кыргызстан	Кыргызстан, Камеко	3,6	380	17,0
18	Бакырчик	Казахстан, Индокитай	Бакырчикское ГП Canada's Ivanhoe Mines	8,1	288	9,3

Примечание: источник - журнал «Эксперт». Тройская унция равна 31,1034 граммам золота

Результаты проведенных исследований позволят значительно (в несколько раз) увеличить разведанные запасы, расширить перспективы месторождения Большевик и переведет его в разряд крупнообъемных золоторудных объектов Казахстана, а предложенная модель даст возможность вести селективную разработку месторождения открытым способом.

Вместе с тем, в новых предлагаемых кондициях золотое оруденение месторождения остается все еще неоконтурным. По мере его разведки границы месторождения подлежат уточнению. Потенциал месторождения, особенно на глубину, огромен.

Использование новой методики подсчета запасов по сортам на соседнем аналогичном, но более крупном месторождении Бакырчик позволит перевести его в разряд уникальных (гигантских) месторождений золота мирового уровня.

7.2 Прогнозирование ресурсов золота месторождения

Ранжирование золотосодержащих руд месторождения Большевик, оконтуривание и пересчет запасов по сортам (богатые, рядовые, бедные и убогие) с использованием пороговых значений в распределении концентраций золота, выполненные автором в главе 7.1, показали, что уже при проведении небольшого объема ревизионных

геологоразведочных работ разведанные запасы балансовых руд месторождения в интервале глубин 0-630 м могут быть увеличены в 3,6 раза.

На основании новой структурно-литологической модели локализации золотого оруденения месторождения Большевик (рис. 6.3), с учетом имеющихся геологических, геохимических, геофизических материалов и степени опосредованности и разведанности участков горными и буровыми выработками, произведена прогнозная оценка ресурсов золота категорий P_1 , P_2 и P_3 главного продуктивного горизонта бақырчыкской толщи месторождения Большевик в интервале глубин 0-1500 м (табл. 7.2). К категории P_1 отнесены первичные руды на флангах хорошо разведанных «локальных рудных столбов» (в интервале глубин 0-600 м) и площади еще слабо опосредованные на продолжении рудных пучков (рудных столбов I порядка) на глубину от 600 до 900 м. К категории P_2 отнесены площади, подвешенные к блокам ресурсов категории P_1 , с учетом склонения установленных рудных столбов, еще на глубину 300 м (в интервале глубин 900-1200 м). К категории P_3 отнесены площади, подвешенные к блокам ресурсов категории P_2 на глубину еще 300 м (в интервале глубин 1200-1500 м). Исходными параметрами для расчета прогнозных ресурсов послужили средние мощности и содержания золота по основным рудным телам месторождения, полученные при его разведке.

Дополнительный значительный прирост ресурсов золота возможен: 1) за счет ревизии уже разведанных запасов; 2) при доразведке других стратиграфических уровней рудовмещающих фаций (2, 3 и 4 горизонтов микститов по Нарсееву В.А., 2001 г.); 3) за счет учета в интервале глубин 600-1500 м бедных и убогих руд; 4) за счет выявления и учета всех форм нахождения золота в руде; 5) за счет золота, связанного не только с сульфидами (игольчато-призматическим арсенопиритом, содержащим от 300 до 1000 г/т золота и мышьяковистым пиритом пентагондодекаэдрической формы, содержащим от 60 до 300 г/т золота), считавшимися основными носителями металла в рудной зоне, но и с твердым углеродистым веществом (шунгитом) в околорудной зоне, содержащим его в количестве до 250 г/т, а также с жидкими фракциями углеродистого вещества (эпибитумоидами), развитыми в рудной зоне месторождения, где содержания золота достигают десятков граммов на тонну (Л.Г. Марченко, 2010 г.). За счет этих факторов возможно увеличение золотого запаса месторождения в интервале глубин 0-1500 м в 2 раза. До глубины 2,5-3 км, если сохранится благоприятная литолого-структурная обстановка, прогнозируемые ресурсы могут еще удвоиться. Таким образом, золотой

Таблица 7.2 Авторские запасы и прогнозные ресурсы золотосодержащих руд месторождения Большевик в интервале глубин 0-1500 м

Интервал глубин	№№ рудного столба	Категория запасов и ресурсов	Площадь, тыс.м ²	Средняя мощность, м	Объемный вес, т/м ³	Коэффициент надежности прогноза	Запасы руды, тыс.т	Среднее сод. Au, г/т
Авторские запасы								
0-600м	1-11	C ₁ +C ₂	2537,6	19,57	2,77	1	85659,4	1,32
Прогнозные ресурсы								
0-600м	1-11	P ₁	428,3	3,4	2,77	0,5	2016,9	3,00
600-900м	I	P ₁	536,4	4,4	2,77	0,5	3268,8	4,90
	II	P ₁	525,7	5,4	2,77	0,5	3931,7	3,20
	III	P ₁	250,9	2,8	2,77	0,5	973,0	4,60
Итого:		P ₁					10190,4	3,84
900-1200м	I	P ₂	488,9	4,4	2,77	0,5	2979,4	4,90
	II	P ₂	356,5	5,4	2,77	0,5	2666,3	3,20
	III	P ₂	324,9	2,8	2,77	0,5	1260,0	4,60
Итого:		P ₂					6905,6	4,19
1200-1500м	I	P ₃	430,2	4,4	2,77	0,5	2621,6	4,90
	II	P ₃	364,8	5,4	2,77	0,5	2728,3	3,20
	III	P ₃	282,4	2,8	2,77	0,5	1095,1	4,60
Итого:		P ₃					6445,1	4,13
Итого:		P ₁ +P ₂ +P ₃					23541,1	4,02
Всего:							109200,5	1,90

потенциал месторождения Большевик сопоставим с разведанными запасами месторождения Сухой Лог (табл. 7.1.4).

7.3 Рекомендации по дальнейшему направлению геологоразведочных работ

Дальнейшую разведку месторождения Большевик с целью получения максимальных приростов запасов золота можно выполнять несколькими путями.

1. Традиционный путь - использовать принятую на месторождении методику разведки локальных рудных столбов и наращивать запасы богатых руд на флангах и нижних горизонтах уже установленных рудных тел и линз. Это самый дорогой вариант, поскольку основные приросты будут сосредоточены на нижних горизонтах - в интервале глубин 600-1500 м и глубже. Исходя из опыта проведенных геологоразведочных работ в Кызыловской зоне, перевод прогнозных ресурсов из категории P_1 в промышленные категории (C_1 и C_2) потребует затрат не менее 0,5 доллара на каждый грамм прироста. Для перевода прогнозных ресурсов более низких категорий в балансовые запасы необходимо еще больше финансовых вложений.

2. Второй путь (впервые предлагаемый для месторождения Большевик) основывается на данных разведки месторождений Большевик и Бакырчик, приуроченности оруденения к определенному литолого-стратиграфическому горизонту и установленным пороговым значениям концентрации золота. Эти данные в совокупности позволяют уже сейчас рассматривать месторождение как крупный промышленный объект с потенциальными запасами и ресурсами до глубины 1500 м, сопоставимыми с разведанными на сегодня запасами золота месторождений Кумтор (Кыргызстан) или Кокпатас (Узбекистан). Причем месторождение Большевик следует рассматривать не как систему «богатых» рудных тел с содержанием золота 5-7 г/т, вскрытых на разных участках зоны, а как единую «большую рудную залежь» или «залежь-структуру» со средним содержанием золота 1,8-3,0 г/т, приуроченную к благоприятному для локализации золота горизонту пород бакырчикской толщи, имеющему свои структурно-литологические закономерности для локализации оруденения и 4 стабильные уровня концентрации золота, имеющих практическое значение для подсчета запасов. Это позволяет по данным опробования осуществлять оконтуривание оруденения по сортам, т.е. на разных уровнях его концентрации, соответствующим его природным естественным границам и действующим в настоящий момент геолого-экономическим условиям.

Снижение бортового содержания в кондициях для оконтуривания балансовых руд до 1,2 г/т (до одного из граничных значений) даст сразу значительный прирост запасов и увеличит полноту использования недр. Так, проведенный автором пересчет запасов залежи № 1 месторождения Большевик показал, что снижение бортового содержания золота в сульфидных рудах с 3,0 до 1,2 г/т дает увеличение (против утвержденных) запасов руды в 5,4 раза, золота – в 2,5 раза. Среднее содержание золота при этом снижается лишь на 53,5% (с 6,45 до 3,0 г/т).

3. Третий путь – это проведение на месторождении ревизионных работ.

В «советское» время, несмотря на применение специальных мер и мероприятий по повышению выхода керн, не всегда был получен его кондиционный выход по рудной зоне, особенно в скважинах, пройденных ГОК «Алтайзолото». А именно выход керн в первую очередь придает наибольшую достоверность полученной информации по качеству и количеству руды, привязке рудного пересечения и мощности рудного тела, в конечном счете - к подсчету запасов.

В 2003 г. были перебурены на участке Западный Большевик две старые скважины 1984 г. (№№ 934-84 и 949-84) с некондиционным выходом керн по рудным зонам. Для перебурки был применен современный снаряд для алмазного колонкового бурения фирмы «Boart Longyear» (табл. 7.3.1).

По этим данным видно, что за счет повышения качества бурения были получены новые результаты по рудным пересечениям, в частности:

- при перебурке скважины № 934-84 в контрольной скважине № 133-03 было получено увеличение и мощности (до 2,5 м), и среднего содержания золота (до 5,8 г/т);
- при перебурке скважины № 949-84 в контрольной скважине № 125-03 также было получено существенное увеличение мощности (до 4,0 м) и среднего содержания золота (до 17,1 г/т).

То есть при кондиционном выходе керн мощности рудных тел увеличились, соответственно, в 1,7 и 4 раза, а содержания золота - в 3,4 и 2,8 раза. Поэтому проведение ревизионных работ даст существенный прирост запасов, особенно на тех площадях, где качество буровых работ было низким.

Необходимо также отметить, что на соседнем месторождении Бакырчик в 1995-1996гг. недропользователем (Бакырчикское ГП) также были проведены заверочные (ревизионные) работы между горизонтами 330-170 м. На участке Центральный (рудные тела №№ 1 и 9+10) было пробурено 80 скважин общим объемом 16853,5 пог.м. Забурка скважин с поверхности производилась станком «Немек 600В», а дальнейшее бурение осуществлялось станками «Лонгиер 44» или «Лонгиер 50». Для подземного бурения

Таблица 7.3.1 Данные по перебурке скважин алмазного колонкового бурения №№934-84 и 949-84 (1984 г.) скважинами №№133-03 и 125-03 (2003 г.) с применением снаряда для алмазного колонкового бурения фирмы «Boart Longyear»

№№ скв.	Интервал, м			Выход керна, %	Сод. Au, г/т	№№ скв.	Интервал, м			Выход керна, %	Сод. Au, г/т
	от	до	длина				от	до	длина		
934-84	16,0	17,0	1,0	57	0,05	133-03	15,5	17,0	1,5	100	0,3
	17,0	18,5	1,5	60	1,7		17,0	18,5	1,5	100	0,7
	18,5	19,0	0,5	52	0,6		18,5	18,80	0,3	100	3,1
	19,0	20,0	1,0	52	0,6		18,8	20,00	1,2	100	3,7
	20,0	21,0	1,0	63	0,6		20,0	21,00	1,0	100	9,1
	21,0	22,0	1,0	52	0,6		21,0	22,5	1,5	100	0,6
	22,0	23,0	1,0	60	0,6		22,5	23,8	1,3	100	0,5
	23,0	24,0	1,0	60	1,0		23,8	24,6	0,8	100	0,2
	24,0	25,0	1,0	60	0,4		24,6	25,6	1,0	100	0,1
	25,0	26,0	1,0	62	0,4		25,6	27,0	1,4	100	0,1
	26,0	27,0	1,0	52	0,4		27,0	28,0	1,0	100	0,1
	Всего руда:			1,5	60		1,7	Всего руда:			2,5
949-84	45,0	46,5	1,5	55	0,05	125-03	45,0	47,5	2,5	100	0,1
	46,5	48,0	1,5	60	0,05		47,5	48,2	0,7	100	2,1
	48,0	50,0	2,0	57	0,05		48,2	49,4	1,2	100	4,4
	50,0	51,0	1,0	52	0,05		49,4	50,9	1,5	100	39,0
	51,0	52,0	1,0	60	0,05		50,9	52,2	1,3	100	3,6
	52,0	53,0	1,0	60	6,1		52,2	53,8	1,6	100	0,1
	53,0	54,0	1,0	58	0,05		53,8	54,8	1,0	100	0,1
	Всего руда:			1,0	60		6,1	Всего руда:			4,0

использовался станок «Диамек 262 МП».

Бурение новыми станками, позволяющими получать высокий выход керна (90-100%), выявило существование постоянной тенденции к занижению «советских» показателей бурения: в содержаниях золота - на 11,4-20%, в мощностях – на 17,6%.

Сравнение результатов ГРП, проведенных до 1976 г., и промышленной разведки между гор. 250-330 м золоторудного месторождения Бакырчик (Ю.В. Лаптев, 1990 г.) показало прирост по руде (категории В+С₁) на 88%, по золоту - более чем в 2 раза.

4. Четвертый путь – это комбинация первого, второго и третьего, т.е. доразведка флангов, окон между богатыми рудами и нижних горизонтов с одновременным снижением бортового содержания рядовых руд до 1,2 г/т и учетом запасов бедных, а при необходимости и убогих сульфидных руд, выделенных по бортовому содержанию 0,6 и 0,3г/т, и попутное проведение ревизионных работ. Это общее направление позволит снизить стоимость разведки в 4-5 раз (до 0,1 долл. за 1 грамм разведки). Таким образом,

для увеличения уже имеющихся запасов в 3-4 раза потребуются инвестировать в разведку месторождения Большевик порядка 25-32 млн. долл. США.

При оценке перспектив месторождения необходимо решить минимум две задачи.

1) Поиски и разведка рудных тел скважинами колонкового бурения по сети 100-200x100-200м до глубины 1200-1500 м с условием полного пересечения рудоносной толщи на всю мощность, т.е. до вхождения скважин в массивные песчаники серпуховского яруса.

2) Оценка ресурсов более глубинной части рудоносного разреза месторождения путем:

а) проведения сейсморазведки МОВ масштаба 1:50000 по новейшей технологии;

б) бурения трех структурно-поисковых скважин глубиной 2000-2500 м с полным пересечением рудоносной толщи и комплексом ГИС;

в) бурения опорной скважины глубиной 3000-3500 м с полным пересечением рудоносной толщи и комплексом ГИС.

Места заложения структурно-поисковых и опорных скважин выбираются после проведения сейсморазведки МОФ и полного анализа базы данных на ЭВМ.

Кроме выше перечисленного, необходимо решение в комплексе и ряда следующих вопросов.

1) Составление ТЭО проекта кондиций на руды месторождения Большевик с выделением и подсчетом запасов рядовых (с бортовым содержанием 1,2 г/т), бедных и убогих руд (с бортовым содержанием 0,6 и 0,3 г/т).

2) Пересчет и утверждение в ГКЗ запасов по всем сортам руд: рядовым, бедным и убогим. При этом использовать современные компьютерные методы подсчета запасов (например, геостатистический метод: «обычный крайгинг блоков» или «двухшаговый индикаторный крайгинг»; «метод многоугольников» и т.д.), применив для этого современные программы типа «Surpac».

3) Параллельно необходимо заняться дополнительными технологическими исследованиями, в т. ч. и нанотехнологиями:

- испытать рентгенорадиометрическую (РРС) и (или) фотометрическую (ФМС) сепарацию бедной и убогой сульфидной руды месторождения для подготовки ее к промышленной переработке (возможны и другие геотехнологические методы предварительного обогащения и прямой переработки руд);

- до конца исследовать метод бактериального выщелачивания золото-сульфидных концентратов из руд месторождения как самый дешевый, энергетически малоемкий, осуществляющий максимальную полноту вскрытия сульфидных минералов, имеющий

более простую аппаратную схему и технологическое обслуживание процесса, чем другие методы, а также относительную безопасность для персонала и минимальную степень воздействия на окружающую природную среду (возможно, необходимо испытать применение и других методов по альтернативному вскрытию руд – ультразвук, электрогидравлический удар и др.; выщелачивание хлором, тиосульфатное выщелачивание и т.д.). Все исследования должны проводиться в серьезных объемах и с учетом мирового опыта;

- провести исследования на попутную добычу элементов-спутников: платину, палладий и др. ЭПГ, рений. Испытания Коробейникова А.Ф., Масленникова В.В. (1994 г.) и Марченко Л.Г. (2005-2010 гг.) показали, что в углеродистых породах и рудах месторождения Большевик имеются промышленные концентрации элементов платиновой группы и рения (табл.7.3.2);

Таблица 7.3.2 Содержание элементов платиновой группы и рения в углеродистых породах и рудах месторождений Большевик и Бакырчик

Разновидности руд	Средние содержания ЭПГ, г/т					Средние содержания рения, мг/т	
	Кол-во анализов	Os	Pd	Ir	Pt	Кол-во анализов	Re
Рудовмещающие углеродистые песчаники и алевролиты	4	0,0003	0,0003	-	-		
Околорудные измененные углисто-глинистые алевролиты	4	2,9	0,002	-	3,1		
Существенно вкрапленные пиритовые руды (Бакырчик)	21	2,79	0,02	0,024	5,71		
Прожилково-вкрапленные сульфидные руды (Большевик)	8	0,14	0,001	-	14,94	4	267,8
Сульфидные (пирит-арсенопиритовые) руды (Бакырчик)	11	0,002	0,28	3,19	3,19	4	204,0
Гравиконцентрат	2	0,002	0,43	-	8,0	2	455
Флотоконцентрат	2	7,31	0,02	-	7,4	2	108,6
Хвосты обогащения	2	0,41	0,006	-	-		

- продолжить изучение шунгитового углерода, многообразие свойств которого, определяющихся его уникальным минералогическим и структурным состоянием, позволяет использовать его во многих отраслях промышленности: в качестве восстановителя в высокотемпературных металлургических и химических процессах; комплестного сырья – заменителя кокса и кварцита при электротермическом производстве ферросплавов, синтетического чугуна, производстве фосфора, цветных металлов; в

качестве катализатора при гидрометаллургических способах переработки труднообогатимых руд, поглотителя золота и серебра в обогащении полиметаллических руд, в реакциях органического синтеза; жидкого удаления шлаков из нагревательных колодцев, литейных чугунов; для производства материалов радиозащитных и экранирующих электромагнитное излучение для получения сверхтвердых материалов; как пигмент и наполнитель лакокрасочных материалов, товаров бытовой химии, в качестве черного пигмента для строительных и художественных красок на различной основе; в производстве полимерных композиционных материалов, эффективного футеровочного материала для защиты от коррозии агрегатов в химической и металлургической промышленности; в качестве природного очистителя и минерализатора биоактивных природных вод, вод хозяйственно-питьевого назначения и газовых выбросов; кислотоупорного наполнителя строительных материалов: бетонов, замазок, мастик; для защиты оборудования строительных конструкций, газопроводов от воздействия минеральных кислот, агрессивных газов и т.д. Обнаруженные в 1992 г. в составе шунгитового углерода фуллерены открывают широчайшие перспективы его использования в других областях: от производства алмазов произвольной величины до создания искусственного интеллекта. Практически любая область применения шунгитов в Казахстане может быть отнесена к импортозамещающей или ресурсосберегающей, так как технический углерод, минеральные пигменты, полимеры, трубы различного назначения и прочее сегодня закупается в соседних странах: России, Китае и др.

Попутная добыча шунгитовых руд на месторождении значительно снизит и себестоимость добычи золота. По оценке «ВНИИГеолнеруд» (г. Казань), прогнозные ресурсы шунгитового углерода на месторождении Большевик составляют 80 млн. т, а в целом по Кызыловской зоне - 250-300 млн. т (при средних содержаниях углерода от 5-7 до 20-40%).

Рентгенорадиометрическая (РРС) или фотометрическая сепарация относятся к методам «сухого» и «прямого» покускового обогащения руды. Методы обладают высокой чувствительностью, позволяющей обнаруживать руду с содержанием золота 0,1-0,2 г/т и предварительно обогащать ее с выделением кусковых отвальных хвостов. Разрабатывает рентгенорадиометрические сепараторы ООО «РАДОС» (г. Красноярск), которым уже проведены исследования и отработаны технологии обогащения руд более чем для 250 месторождений и поставлено более 80 сепараторов промышленного назначения на горнорудные и металлургические предприятия России, Казахстана и Узбекистана. При разведке месторождения Большевик уже применялись рентгенорадиометрические методы (РПК, РРО, РРА), которые показали хорошие результаты.

Применение рентгенорадиометрического каротажа (РРК) позволило в скважинах более четко выделять и привязывать интервалы с золото-пирит-арсенопиритовой минерализацией по измерениям спектрального отношения интенсивности характеристического рентгеновского излучения в области пика железа (5,7-6,7 кэВ), мышьяка (10-11 кэВ) и интенсивности однократно рассеянного излучения источника Кадмий-109.

Рентгенорадиометрическое опробование (РРО) позволило разбраковывать рудные и нерудные интервалы при опробовании керн скважин по корреляционным связям золота и мышьяка ($r = 0,7-0,9$).

Рентгенорадиометрический анализ (РРА) позволил экспрессно разбраковывать порошковые пробы по классам содержаний золота с целью сокращения объемов пробирного анализа по следующей зависимости: $C_{Au} = 3,74C_{As} \pm 0,03$.

Испытания метода фотометрической сепарации на месторождении золота Сухой Лог показали, что он позволяет вывести в хвосты около 50% горной массы и в 1,8 раза повысить содержание золота в промпродукте, направляемом на глубокое обогащение.

Поэтому дальнейший шаг – применение на месторождении Большевик технологии предварительного обогащения РРС или ФМС (особенно бедных и убогих золото-сульфидных руд) – это не только высокоэффективное технологическое средство, но и тонкий инструмент для улучшения экономических показателей месторождения и предприятия, поскольку это передовая низкочувствительная и экологически чистая технология.

Испытания метода бактериального выщелачивания применительно к рудам и концентратам месторождений Бакырчик и Большевик, проведенные ИРГИРЕДМЕТ (1990-1991 гг.), ЦНИГРИ (1989-1994 гг.), ЗАО «ГРК «Алтын Аймак» (2002-2004 гг.) и ТОО «Inter Gold Capital» (2006 г.), показали его достаточную эффективность для внедрения в промышленное производство.

Более детальные и углубленные исследования руд месторождений Кызыловской зоны показали, что золото концентрируется не только в сульфидах и кварце, но и в твердом углеродистом веществе околорудной зоны, в жидких эпитумоидах спиртобензольной фракции в рудных зонах, а именно - тесно связано с окисленными углеводородами, представленными карбонильными и карбоксильными углеводородами и тонкодисперсными металлоорганическими соединениями. Максимальные содержания золота связаны с битумоидами богатых сульфидных руд (Л.Г. Марченко, 2005-2009 гг.). Ввиду этих особенностей общее количество золота, определяемое пробирным, атомно-абсорбционным и др. методами, составляет на 10-30% меньше его природного истинного содержания в руде. Поэтому требуются новые нанотехнологии его определения и

извлечения. Опубликованные исследования Л.Г. Марченко (2010) показали, что научная основа нанотехнологии извлечения благородных металлов из «упорных» руд месторождений «черносланцевого» типа, можно сказать, создана. Основой ее является механо-химическая активизация руды (механо-химическое диспергирование), конечный результат которой – свободные металлы и искусственные интерметаллоиды с высокой (до ураганной) степенью извлечения. Применение этой новой технологии приводит к увеличению количества извлекаемого металла на порядок выше по золоту и на 1,5-2 порядка выше по серебру, а в конечном итоге это будет способствовать повышению ресурсов драгоценных металлов в месторождениях.

4) Укрупнение и упрощение морфологии рудных тел, а также увеличение их запасов позволит перевести рудные залежи во II группу, что резко сократит объемы буровых работ, необходимых для доразведки месторождения, а затем перейти к добыче руд карьерами до глубины 600-1000 м. В качестве примера: на месторождении Мурунтау (Узбекистан) проектируется открытая добыча до глубины 900 м при среднем содержании золота в руде 2,5 г/т; на месторождении Сухой Лог (Россия) открытая добыча проектируется до глубины 630 м при среднем содержании золота 2,7 г/т.

5) В дальнейшем добычу можно вести селективно: отдельно богатые, рядовые и бедные руды. Для этого необходимо применять оконтуривание руд по анализам из буровзрывных скважин (использовать методику, давно апробированную и активно используемую на месторождении Мурунтау).

6) Внедрить современные экспрессные методы определения содержаний золота по буровзрывным скважинам, выбранным для оконтуривания руд разного качества (возможно использование нейтронно-активационного метода, применяемого на месторождениях золота Сухой Лог и Мурунтау, или атомно-абсорбционного метода с ультразвуковым разложением: инструкции № 263-С, № 327-ХС и № 328-ХС, утвержденные Мингео СССР еще в 1987 и 1989 годах).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования выявили основные закономерности локализации золотого оруденения месторождения Большевик (структурные и литолого-стратиграфические), которые повышают достоверность, точность и надежность локальных прогнозов выявления промышленных руд и способствуют эффективности проведения дальнейших геологоразведочных работ.

В размещении богатого промышленного оруденения основную роль играют широтные швы самой Кызыловской структуры, антиклинальные складки II порядка и диагональные разломы ее всячего бока, контролирующие разведанные рудные тела (линзы), формирующие рудные столбы I и II порядка и определяющие их склонение и форму. В размещении локальных рудных столбов III порядка основную роль играют второстепенные разрывы и трещиноватость внутри самой Кызыловской зоны. Именно структурные факторы при формировании концентраций богатых руд на месторождении в гидротермально-метасоматический этап имели решающее значение. Именно они сформировали промышленное балансовое золотое оруденение месторождения.

Литолого-стратиграфический контроль выразился в приуроченности золотого оруденения только к бакырчикской свите верхнекарбонного возраста, а внутри ее к главному продуктивному горизонту, в котором золото-сульфидная минерализация распространена по латерали и вертикали на 3910 и 630 м, т.е. имеет площадное развитие. Этот горизонт внутри бакырчикской толщи представлен микститами, тонким переслаиванием песчаников с алевролитами и аргиллитами, слоями алевролитов и аргиллитов, превращенными в тектониты, тектоносланцы и милониты.

Изучение приуроченности золотого оруденения к определенным породам показало, что 59,1% его связано с разнообразными переслаиваниями песчаников с алевролитами и аргиллитами, 17,6% - с алевролитами и аргиллитами, 12,9% - с милонитами, 7,9% - с дайками, 1,6% - с кварцевыми жилами и прожилками и лишь 0,4 и 0,5% - с песчаниками, гравелитами и конгломератами. Одним из факторов такой избирательной приуроченности (литологического контроля) золотого оруденения на месторождении к определенным породам являются различия в их прочностных свойствах и пористости. Изучение физико-механических свойств литологических разностей пород бакырчикской свиты и вмещающих зону пород всячего бока показало, что отложения бакырчикской толщи отличаются более низкими прочностными свойствами (максимальное напряжение при растяжении и сжатии, модуль сдвига, коэффициент Пуассона) относительно таких же горных пород всячего бока Кызыловской зоны и лучше проницаемы для

гидротермальных растворов. Пористость горизонтов переслаивания песчаников с алевролитами и аргиллитами, пачек алевролитов и аргиллитов в зоне, соответственно, в 1,8 и 1,7 раза выше, чем в аналогичных породах висячего бока структуры и практически во столько же раз выше песчаников самой зоны, которые обладают одинаковой пористостью с вмещающими зону породами со стороны висячего бока. Предел прочности на сжатие в горизонтах переслаивания песчаников с алевролитами и аргиллитами зоны на 50,4%, а в пачках алевролитов и аргиллитов на 23,1% ниже, чем в аналогичных породах висячего бока зоны; предел прочности на растяжение, соответственно, ниже на 23,5 и 30,7%; модуль продольной упругости в этих разностях пород уменьшился, соответственно, на 2,5 и 3,2%, модуль сдвига - на 1,7 и 3,2%, коэффициент Пуассона – на 4,2 и 19%.

Новая структурно-литологическая модель месторождения Большевик объединяет все разведанные в главном продуктивном горизонте рудные тела и линзы месторождения в единую большую залежь-структуру № 1, в которой рядовое (борт 1,2 г/т), бедное (борт 0,6г/т) и убогое (борт 0,3 г/т) оруденения контролируются литологическими факторами, а участки богатых руд (борт 1,8 г/т и выше) – структурными. Золотое оруденение будет распространяться до тех глубин, до которых сохранится благоприятная литологическая среда и структурная обстановка.

Кроме того, эта модель позволяет рекомендовать новый подход к подсчету запасов и оценке прогнозных ресурсов месторождения Большевик, и за счет этого резко (в 3,6 раза) увеличить минерально-сырьевую базу горнодобывающего предприятия, перевести его в разряд крупнообъемных золоторудных объектов Казахстана. Оконтуривание и подсчет запасов золотосодержащих руд предлагается производить по сортам: с выделением богатых, рядовых, бедных и убогих руд, с учетом современных и будущих геолого-экономических условий региона и страны. Для оконтуривания и подсчета запасов рекомендуются следующие бортовые содержания золота: 1,8; 1,2; 0,6 и 0,3 г/т. Утвержденные на сегодня разведанные балансовые запасы золота при бортовом ограничении золота 3 г/т составляют по руде всего лишь 5,7%, а по металлу - 28% по сравнению с подсчитанными автором суммарными запасами всех сортов руд месторождения. Модель позволяет также более достоверно произвести подсчет прогнозных ресурсов, оценить масштабность месторождения и способствует проводить селективную разработку месторождения самым дешевым открытым способом.

Установленные структурно-литологические закономерности золотого оруденения легли в основу новых рекомендаций по дальнейшему направлению геологоразведочных работ на месторождении.

Реализация предложенной программы дальнейшего изучения месторождения, применение нового подхода к выявлению локализации оруденения - гипотезы «большой залежи» (надо вернуться к понятию рудных тел для Кызыловской зоны типа «минерализованных зон» - оно становится актуальным), использование новой структурно-литологической модели большой залежь-структуры месторождения Большевик, проведение вышеперечисленного комплекса работ и исследований, внесение изменений в направление, методику геологоразведочных и добычных работ, с вложением достаточных инвестиций в разведку, разработку технологий обогащения и прямой переработки руд позволит получить в течение 3-4 лет в Казахстане уникальное по запасам месторождение золота (на сегодня утверждено здесь только около 5% потенциальных запасов и лишь богатых сульфидных руд). Внедрение новых современных и эффективных методов предварительного обогащения и технологий переработки руды, разведка и добыча попутных элементов, эффективная разработка комплексных руд наиболее дешевым открытым способом приведет к существенному увеличению доходов недропользователя и налоговых отчислений. Все это в интересах недропользователя и государства, где обеспеченность балансовыми запасами золота составляет менее 30 лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулкабирова М.А. Глубинные разломы и их роль в формировании раннепалеозойских структур Казахстана. // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: ОНТИ КазИМС, 1979. Вып. 8. С. 21-36.
2. Алекторова Е.А., Миронов Е.П., Фогельман Н.А. Геолого-структурные факторы локализации золоторудных месторождений прожилково-вкрапленного типа в терригенных толщах Восточного Казахстана. // Тр. ЦНИГРИ. Вып. 184, М., 1984. С. 26-29.
3. Ананьев Ю.С. Метасоматизм и золотое оруденение в черносланцевых толщах Западной Калбы: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. г.-м. наук. Томск, 1999. 18 с.
4. Ананьев Ю.С., Коробейников А.Ф. Метасоматизм и благороднометалльное оруденение в черносланцевых толщах Западной Калбы. Томск: Изд-во ТПУ, 2009. 206 с.
5. Антонов Ю.А. Связь золотого оруденения с тектоническими нарушениями всячего бока Кызыловской зоны смятия и мощностями этой структуры. // Тезисы докладов III Республиканской школы молодых ученых и специалистов-геологов. Алма-Ата: Каз ИМС, 1984. С. 6.
6. Антонов Ю.А., Услугин М.О. Новая стратегия освоения и наращивания запасов золота на месторождениях Кызыловской зоны смятия (Восточный Казахстан). // Геология и охрана недр. 2008. № 2. С. 67-75.
7. Антонов Ю.А. Золоторудное месторождение Большевик и оценка его перспектив (Западная Калба). // Геология и охрана недр. 2009. № 3. С. 16-22.
8. Антонов Ю.А. О некоторых структурно-литологических факторах контроля золотого оруденения месторождения Большевик в Восточном Казахстане. // Геология и охрана недр. 2010. № 2. С. 15-26.
9. Антонов Ю.А. Опыт поисков и разведки золото-сульфидных руд на месторождении Большевик (Восточный Казахстан). Геология и охрана недр. 2010. № 4 (37). С. 55-62.
10. Антонов Ю.А., Лось В.Л. Структура статистического распределения концентраций золота на месторождении Большевик (Восточный Казахстан). // Геология и охрана недр. 2011. № 3. С. 27-34.
11. Антонов Ю.А., Нарсеев В.А. Особенности локализации золотого оруденения в Кызыловской зоне смятия и ее прогнозные ресурсы. // Геология и охрана недр. 2011. № 4 (41). С. 29-45.

12. Бакенов М.М. Золоторудные формации Казахстана. Алма-Ата: Изд-во Наука, 1976. 227 с.
13. Балов В.Н., Карпенко И.А. Основные результаты переоценки месторождения Глубокий Лог. // Разведка и охрана недр. 2008. № 1. С. 3-8.
14. Беспаяев Х.А., Полянский Н.В. и др. Геология и металлогения Юго-Западного Алтая. Алматы: Ғылым, 1997. 284 с.
15. Беспаяев Х.А., Любецкий В.Н. и др. Золоторудные пояса Казахстана. // Известия НАН РК. Сер. геол., 2008. № 6. С. 39-48.
16. Беспаяев Х.А., Глоба В.А. Прогнозно-поисковые модели месторождений золота черносланцевой формации на примере месторождения Бакырчик. // Геология Казахстана. 2005. № 4-5. С. 9-15.
17. Борцов В.Д., Услугин М.О., Мизерная М.А. и др. Особенности взаимоотношения золотосульфидного оруденения и углеродсодержащих минералов в месторождениях Кызыловской зоны смятия (Восточный Казахстан). // Труды второго международного симпозиума «Золото Сибири». Геология, геохимия, технология, экономика. Красноярск, 2001. С. 181-182.
18. Борцов В.Д., Рафаилович М.С., Мизерная М.А. и др. О зональности золотого оруденения в Западной Калбе (Восточный Казахстан) // Геология и охрана недр. 2004. №3. С. 20-26.
19. Буряк В.А. Роль вулканогенно-осадочного и гидротермального минералообразования в формировании золотого оруденения черносланцевых («углистых») толщ. // Докл. АН СССР. 1976. Т. 226. № 4. С. 907-910.
20. Буряк В.А. / Метаморфизм и рудообразование. М.: Недра, 1982. 256 с.
21. Воларович Г.П., Иванов В.Н. и др. Методика разведки золоторудных месторождений. М.: ЦНИГРИ, 1991. 344 с.
22. Глоба В.А. Некоторые генетические черты структур золоторудных полей Западной Калбы. // Геология и геохимия месторождений благородных металлов Казахстана. Алма-Ата: ОНТИ КазИМС, 1969. С. 64-66.
23. Глоба В.А. Морфологические типы золотого оруденения Юго-Западной Калбы (Восточный Казахстан). // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: КазИМС, 1972. С. 86-94.
24. Глоба В.А. Особенности формирования и проблемы освоения суперкрупного месторождения Бакырчик. // Известия НАН РК, сер. геол. 2009. № 4. С. 21-27.
25. Горьковец В.Г. О выделении Кызылкумского типа сингенетично-эпигенетических месторождений. // Докл. АН СССР. 1973. Т. 208. № 1. С. 163-165.

26. Горьковец В.Г. О выделении углеродисто-рудной формации (на примере Южного Тянь-Шаня). // Докл. АН СССР. 1975. № 5. С. 17-21.
27. Гришин В.М. О закономерностях размещения и образования рудных столбов на месторождениях золота Казахстана. // Проблемы образования рудных столбов. Новосибирск: Наука, 1972. С. 168-176.
28. Дьячков Б.А., Мысник А.М. К вопросу о возрасте золотого оруденения Калбы. // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана, Алма-Ата: КазИМС, 1968. С. 45-47.
29. Дьячков Б.А., Полянский Н.В. и др. Глубинное строение, металлогения и оценка минеральных ресурсов Восточного Казахстана. // Известия НАН РК, сер. геол. 2007. № 3. С. 28-40.
30. Ермолаев Н.П. Новые вещественные типы руд благородных и редких элементов в углеродистых сланцах. М.: Наука, 1992. 187 с.
31. Ермоленко А.Е. Характер связи золотого оруденения в черносланцевых толщах Калбы с интрузивным магматизмом. В сб.: Проблемы геологии и разведки месторождений полезных ископаемых Сибири (тезисы докл.). Томск: Изд-во ТПИ, 1983. С. 155-157.
32. Ермоленко А.Е. Геолого-структурные условия формирования золоторудных месторождений в центральной части Зайсанской складчатой системы: диссертация на соискание ученой степени канд. г.-м. наук. Томск, 1988. 238 с.
33. Зенкова В.И. О литологии и метаморфизме рудовмещающей толщи месторождения Бакырчик. // Геология и геохимия месторождений благородных металлов Казахстана. Алма-Ата: ОНТИ КазИМС, 1969. С. 69-70.
34. Зенкова В.И. Текстурные и структурные особенности пород и руд месторождения Бакырчик. // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: КазИМС, 1972. С. 175-178.
35. Зенкова В.И. Условия образования пород и руд месторождения Бакырчик. // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: КазИМС, 1975. Вып. 5. С. 104-113.
36. Жаутиков Т.М., Фомичев В.И. Проблемы рудообразования на золоторудных месторождениях Казахстана. // Известия НАН РК, сер. геол. 2009. № 3. С. 50-59.
37. Иванкин П.Ф., Акчурина В.Н., Булынников В.А. и др. Атлас морфоструктур рудных полей. Л.: Недра, 1973. 164 с.
38. Иванкин П.Ф., Иншин П.В., Назарова Н.И. Формы переноса и условия отложения золота в «черносланцевых» зонах (в связи с задачами поиска и оценки месторождений). М.: Тр. ЦНИГРИ, 1984. Вып. 184. С. 71-79.

39. Ковалев К.Р., Калинин Ю.А. и др. Золотоносность арсенопирита золото-сульфидных месторождений Восточного Казахстана. // Геология и геофизика. 2001. Т. 52. № 2. С. 225-242.
40. Коробейников А.Ф. Рудно-метасоматическая зональность на месторождениях золота. // Геология рудных месторождений. 1983. № 1. С. 96-99.
41. Коробейников А.Ф., Масленников В.В., Ермоленко А.Е. Золотоносные интрузивные комплексы черносланцевых толщ Восточного Казахстана. // Геология и геофизика. 1994. № 10. С. 75-85.
42. Коробейников А.Ф., Масленников В.В. / Закономерности формирования и размещения месторождений благородных металлов Северо-Восточного Казахстана. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1994. 337 с.
43. Коробейников А.Ф. Мантийно-коровые рудообразующие системы комплексных месторождений благородных и редких металлов. Томск: Изд-во ТПУ, 2007. 130 с.
44. Коробейников А.Ф. Прогнозирование рудоносных площадей и месторождений полезных ископаемых. Томск: Изд-во ТПУ, 2008. 204 с.
45. Коробейников А.Ф., Ананьев Ю.С., Гусев А.И. / Мантийно-коровые рудообразующие системы, концентрирующие благородные металлы. Томск: Изд-во ТПУ, 2012. 262 с.
46. Кошевой О.Г. Изотопно-свинцовые характеристики некоторых золоторудных месторождений в углеродистых терригенных толщах Калбы. // Известия НАН РК, сер. геол. 2007. № 4. С. 19-39.
47. Левин Г.Б. Роль северо-восточных разломов в локализации богатого золотого оруденения в месторождениях Калбы. // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: КазИМС, 1968. С. 48-52.
48. Левин Г.Б., Нарсеев В.А. Рудные столбы месторождений золота Казахстана. // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: Каз ИМС, 1972. С. 74-85.
49. Лось В.Л., Гоберник И.А. Предпосылки, методика и результаты компьютерного моделирования процессов рудоотложения. // Отечественная геология. 1994. № 5. С. 10-16.
50. Лось В.Л. Квантование концентраций - фундаментальная закономерность распределения металлов в гидротермальных месторождениях. // Геология и охрана недр. 2007. № 1. С. 26-33.
51. Лось В.Л., Легонькин В.С. Математизация и компьютеризация оценки недр. Программный комплекс ELAN. // Геология и охрана недр. 2008. № 3 (28). С. 61-66.

52. Любецкий В.Н., Беспаяев Х.А., Любецкая Л.Д. Глубинные факторы локализации оруденения в Западно-Калбинском золоторудном поясе. // Известия НАН РК, сер. геол. 2007. № 2. С. 17-25.

53. Любецкий В.Н., Беспаяев Х.А., Любецкая Л.Д. Глубинные модели месторождений золота Бакырчик и Васильевское. // Известия НАН РК, сер. геол. 2008. № 1. С. 25-36.

54. Марченко Л.Г., Шиповалов Ю.В., Ищенко В.В. Метасоматические критерии оценки перспектив золотого оруденения в терригенно-углеродистых формациях. 1985. С.35-44.

55. Марченко Л.Г. Нанотехнологии к проблеме образования и обогащения месторождений тонкодисперсных руд. // Известия НАН РК, сер. геол. 2005. № 2. С. 99-104.

56. Марченко Л.Г. Модель формирования месторождений благородных металлов с тонкодисперсными рудами в черных сланцах. // Геология и охрана недр. 2007. № 1. С. 33-41.

57. Марченко Л.Г., Комашко Л.В., Левин В.Л. и др. Формы нахождения платиноидов в золоторудных месторождениях «черносланцевого» типа в Казахстане. // Известия НАН РК, сер. геол. 2007. № 6. С. 20-25.

58. Марченко Л.Г. О формах и характере ассоциативности благородных металлов с редкими и рассеянными элементами на месторождениях «черносланцевого» типа в Казахстане. // Известия НАН РК. сер. геол. 2008. № 6. С. 49-69.

59. Марченко Л.Г., Комашко Л.В. Золото-платиноидная нано-микроминералогия в решении проблемы комплексного освоения месторождений благородных металлов «черносланцевого» типа. // Известия НАН РК, сер. геол. 2009. № 3. С. 71-82.

60. Марченко Л.Г. / Микро-наноминералогия золота и платиноидов в черных сланцах. Алматы, 2010. 146 с.

61. Масленников В.В., Дьячков Б.А., Нахтигаль Г.П. Золоторудные пояса Юго-Западного Алтая. / Геология, геохимия и минералогия районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: ОНТИ КазИМС, 1975. Вып. 5. С. 29-36.

62. Масленников В.В. Закономерности формирования и размещения золоторудных месторождений Калбы: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. г.-м. наук. Томск, 1979. 25 с.

63. Масленников В.В. Некоторые особенности рудовмещающих толщ на золото-сульфидно-вкрапленных месторождениях Зайсанской складчатой системы. / Геологическое строение и полезные ископаемые Алтайского края. Бийск: НТО Горное, 1985. С. 196-199.

64. Масленников В.В., Микитченко В.Я. Метасоматическая и минералого-геохимическая зональность золото-сульфидно-вкрапленных месторождений в черносланцевых толщах Восточного Казахстана. / Геологическое строение и полезные ископаемые Алтайского края. Бийск: НТО Горное, 1985. С. 190-191.

65. Масленников В.В., Микитченко В.Я. Рудные формации Эспинско-Кызыловского рудного района. // Геология, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых Сибири. Иркутск, 1988. № 6. С. 7-8.

66. Масленников В.В., Микитченко В.Я. О связи золотого оруденения в черносланцевых формациях с магматизмом (на примере Кызыловско-Эспинского рудного района). // Магматизм, флюиды и оруденение. Изд-во Дальневосточного отделения АН СССР. Владивосток, 1990. С. 84-97.

67. Масленников В.В., Коробейников А.Ф., Микитченко В.Я. Структуры золоторудных полей и месторождений в черносланцевых толщах Восточного Казахстана. Кольма, 1991. № 6. С. 14-17.

68. Масленников В.В. Стратиграфо-литологический контроль золотого оруденения. // Разведка и охрана недр. 1993. № 5. С. 11-12.

69. Масленников В.В. Факторы рудолокализации и критерии прогноза золоторудных месторождений в черносланцевых толщах (на примере Восточного Казахстана): диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени док. г.-м. наук. Томск, 1997. 112 с.

70. Мизерная М.А. Шунгиты Западной Калбы (особенности формирования, закономерности размещения, критерии прогнозной оценки): автореферат на соискание ученой степени канд. г.-м. наук. Усть-Каменогорск. 2001. 29 с.

71. Мишин Н.И. Структурно-геометрический анализ разрывных нарушений с применением картографических сеток. // Учебное пособие. Л.: Изд-во ЛГИ, 1987. 72 с.

72. Мыслик А.М. Западно-Калбинский пояс. // Большой Алтай. Алматы: НИЦ Фылым, 2000. Кн. 2. С. 262-282.

73. Наливаев В.И. О рудоконтролирующих структурах на Васильевском золоторудном месторождении. // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: ОНТИ КазИМС, 1977. Вып. 7. С. 80-88.

74. Нарсеев В.А., Левин Г.Б., Гражданцев Н.Г. Критерии выделения рудных столбов месторождений золота Казахстана. // Проблемы образования рудных столбов. Новосибирск: Наука, 1972. С. 177-181.

75. Нарсеев В.А., Лось В.Л., Левин Г.Б. Распределение содержаний полезного компонента, уровни минерализации и рудные столбы. // Проблемы образования рудных столбов. Новосибирск: Наука, 1972. С. 34-38.

76. Нарсеев В.А. О разнообразии типов золотого оруденения в углеродистых (черносланцевых) толщах. // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: КазИМС, 1979. Вып. 8. С. 44-52.

77. Нарсеев В.А., Фогельман Н.А., Баханова Е.В. Систематика, геотектоническая позиция и некоторые физико-химические особенности формирования главнейших типов золоторудных месторождений Казахстана. // Сводово-глыбовые структуры и металлогения золота Казахстана. Алма-Ата: КазИМС, 1982. С. 69-96.

78. Нарсеев В.А., Самарцев И.Т., Гусева Л.Д. и др. Прогнозная оценка глубоких горизонтов и флангов золоторудных месторождений. М.: ЦНИГРИ, 1989. 176 с.

79. Нарсеев В.А. / Промышленная геология золота. М.: Научный мир, 1996. 244 с.

80. Нарсеев В.А., Гостев Ю.В. Захаров А.В. и др. Бакырчик (геология, геохимия, оруденение). М.: ЦНИГРИ, 2001. 174 с.

81. Нарсеев В.А. Особенности литологии рудовмещающих отложений Бакырчикского рудного района (Восточный Казахстан). // Геология и полезные ископаемые. 2003. № 3. С. 2-7.

82. Нарсеев В.А. Теория зональности рудных месторождений // Геология и охрана недр. 2005. № 2 (15). С. 21-28.

83. Нарсеев В.А. Бакырчик - золотая звезда мирового класса // Геология и охрана недр. 2009. № 3 (32). С. 99-102.

84. Некрасов Е.М. Крупные эндогенные золоторудные месторождения поддерживают высокий уровень добычи золота в мире. // Геология рудных месторождений. 2005. Т 47. №3. С. 203-210.

85. Полторыхин П.И. Особенности локализации золоторудных месторождений в Кызыловской зоне Калбы. // Геология и геохимия месторождений благородных металлов Казахстана. Алма-Ата: ОНТИ КазИМС, 1969. С. 73-74.

86. Полторыхин П.И. Закономерности размещения и некоторые вопросы генезиса золоторудных месторождений типа минерализованных зон в Калбе. // Вопросы геологии и металлогении Восточного Казахстана. Алма-Ата, 1971. С. 158-162.

87. Рассохин А.Г. Степанов С.А. Структурно-морфологические особенности месторождения Большевик и условия формирования оруденения. // Геология месторождений золота Казахстана. Алма-Ата: КазИМС, 1984. С. 85-92.

88. Рассохин А.Г. Геолого-структурный анализ при оценке крупнообъемных золоторудных месторождений. // Опыт прогнозирования и оценки золоторудных месторождений Казахстана. Алма-Ата: КазИМС, 1985. С. 74-82.

89. Рафаилович М.С., Старова М.М. Крупные месторождения золота Казахстана: метасоматическая, минеральная и геохимическая зональность (сравнительный анализ) // Геология и минералогия Казахстана. Алматы, 2000. С. 309-311.

90. Рафаилович М.С. Золоторудный гигант Бакырчик: геологическое строение, перспективы освоения. // Горный журнал Казахстана. 2009. № 4. С. 2-6.

91. Сапаргалиев Е.М., Кравченко М.М., Дьячков Б.А. и др. / Большой Алтай (геология и металлогения). Алматы: НИЦ Фылым, 2003. Кн. 3. 304 с.

92. Сокол И.Т. Результаты сейсморазведки методом отраженных волн при изучении разрывной тектоники Бакырчикского района (Восточный Казахстан). // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: ОНТИ КазИМС, 1975. Вып. 5. С. 113-120.

93. Старова М.М. Золото в рудах месторождения Бакырчик. // Вопросы геологии и металлогении Восточного Казахстана. Алма-Ата, 1971. С. 143-151.

94. Старова М.М., Бочаров В.Е. Роль типоморфных особенностей пиритов и арсенопиритов золоторудных месторождений в расшифровке генезиса руд. // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: ОНТИ КазИМС, 1977. Вып. 7. С. 97-100.

95. Стучевский Н.И., Любецкий В.Н. Положение Западно-Калбинского пояса в региональных структурах и его районирование. // Геология и охрана недр. 2007. № 2. С. 14-24.

96. Сыромятников Н.Г. и др. Изотопно-свинцовое изучение некоторых золоторудных месторождений Казахстана. // Изд. АН КазССР, сер. геол. 1988. № 3. С. 3-11.

97. Услугин М.О., Мизерная М.А. Перспективы шунгитоносности черносланцевых толщ Западной Калбы. // Материалы республиканской научно-практической конференции ВКТУ. Усть-Каменогорск, 2000. С. 517-519.

98. Услугин М.О., Степанов А.Е., Синишин А.П., Тверянкин И.Г. Морфология золоторудных тел и методика их изучения. «Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства». // Материалы Международной научно-технической конференции «Региональная геология. Геология месторождений полезных ископаемых». Томск, 2000. С. 350-353.

99. Услугин М.О., Борцов В.Д., Тверянкин И.Г. и др. Онтогенез золото-сульфидных месторождений Восточного Казахстана и факторы их контроля. // Материалы II

международной научно-технической конференции «Современные проблемы геологии, минерагении и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых Большого Алтая». Усть-Каменогорск, 2003. Часть I. С. 249-254.

100. Фогельман Н.А., Павлова В.Е. Новые данные по геологии одного месторождения в терригенных толщах и основанные на них критерии прогноза вкрапленного золото-сульфидного оруденения. М.: ЦНИГРИ, 1983. Вып. 173. С. 50-56.

101. Чудинов Ю.В. К вопросу о соотношении широтных разломов и оруденения в Калбинском золоторудном поясе. // Геология и геохимия месторождений благородных металлов Казахстана. Алма-Ата: ОНТИ КазИМС, 1969. С. 67-68.

102. Шибко В.С., Кузьмин Ю.В. Закономерности локализации золоторудных месторождений Калбы. // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: КазИМС, 1968. С. 24-34.

103. Шибко В.С. Роль литолого-стратиграфических и структурных факторов в локализации золотого оруденения бакырчикского типа. // Геология и геохимия месторождений благородных металлов Казахстана. Алма-Ата: ОНТИ КазИМС, 1969. С. 50-53.

104. Шибко В.С., Старова М.М., Зенкова В.И. Золото-углеродисто-сульфидная формация. // Сводово-глыбовые структуры и металлогения золота Казахстана. Алма-Ата: Каз ИМС, 1982. С. 131-148.

105. Шумихин П.И. О роли разрывных структур в локализации золотого оруденения. / Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата: КазИМС, 1976. Вып. 6. С. 9-24.

106. Яновский В.М. О положении гидротермальной минерализации в зоне регионального надвига Западной Калбы. // Докл. АН СССР, сер. геол. 1973. Т. 211. № 3. С. 672-675.

107. Яновский В.М. Условия формирования прожилково-вкрапленных месторождений золота в углеродистых толщах, критерии их поисков и оценки. М.: Гр. ЦНИГРИ, 1984. Вып. 184. С. 19-25.

108. Яновский В.М. Рудоконтролирующие структуры терригенных миогеосинклиналей. М.: Недра, 1990. 243 с.