

**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»

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

**Научный руководитель:** – **Коробейников Александр Феопонович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** – **Парначев Валерий Петрович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой динамической геологии ФГБОУВПО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

– **Домаренко Виктор Алексеевич**, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов ФГБОУВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

**Ведущая организация:** – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии имени В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск)

Защита состоится 25 декабря 2012 г. в 12<sup>00</sup> на заседании диссертационного совета Д.212.269.07 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 2, строение 5, в 504 аудитории 20 учебного корпуса ТПУ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (634050, г. Томск, ул. Белинского, 55)

Автореферат разослан «23» ноября 2012 г.

Ученый секретарь диссертационного совета Д.212.269.07

С.И. Арбузов

**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.

**Цель работы.** Разработка структурно-литологической модели золоторудного месторождения Большевик как основы 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 месторождения.
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 месторождения Большевик.
5. Выработка рекомендаций по новому подходу к подсчету запасов, прогнозированию ресурсов золота и дальнейшему направлению геологоразведочных работ на месторождении.

**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 1,2г/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. 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 всяческого 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 бакырчикской 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 2004гг.), на заседаниях техсоветов ТОО «Inter Gold Capital» (г. Семипалатинск, 2006 г., г. Семей, 2007 г.), 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 Бакырчикской 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 Коробейникову А.Ф. 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.

Месторождение Большевик приурочено к западному 4 км флангу Кызыловской зоны смятия (КЗС) в месте ее примыкания к региональному Западно-Калбинскому разлому и исторически разбито на 4 участка (с запада на восток): Западный Большевик, Большевик, Чалобай, Холодный Ключ. Основная рудоконтролирующая и рудо локализирующая структура месторождения трактуется многими исследователями как дорудный надвиг. Он представляет собой серию сближенных субширотных разрывов, падающих на север под углами 30-50°, к лежащему боку которого приурочено прожилково-вкрапленное оруденение, относимое к золото-сульфидно-углеродистой формации (золото-пирит-арсенопиритовому минеральному типу). МОВ установлено продолжение КЗС на север по падению на глубину 5-6 км. По мнению Фогельман Н.А. и Павловой В.Е. (1983 г.), эта структура вначале являлась узкой наложенной впадиной (грабен) 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 Кызыловскую зону внедрились дайки габбро-

плагиигранитовой формации куношского интрузивного комплекса (С<sub>3</sub>-Р<sub>1</sub>), предшествовавшие процессу промышленного рудообразования. Все разведанное промышленное золотое оруденение на месторождении приурочено к верхней аргиллит-алевролитовой пачке (Н.А. Фогельман и В.Е. Павлова, 1983 г.) или подзоне тектонитов внутри Кызыловского надвига (Ю.А. Антонов, 1986 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 всяческого бока. Основная масса золота на месторождении Большевик связана с прожилково-вкрапленными пирит-арсенопиритовыми рудами, подчиненное значение имеют малосульфидные кварцевые жилы. Оба сульфида содержат его в микроскопической и субмикроскопической формах (размер <10 микрон). Всего на месторождении разведано 17 рудных тел. Запасы балансовых руд подсчитаны по 30 линзам, оконтуренным с бортовым содержанием золота 3 г/т. В настоящее время на государственном балансе числятся запасы золота категорий С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> в количестве 4,9 млн.т при среднем содержании металла 6,45 г/т.

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.** В работе рассматриваются и защищаются следующие положения:

**Первое защищаемое положение:** 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 всяческого 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.

На основе созданного банка геологических данных была изучена структура распределения содержаний золота в рудной зоне месторождения (рис. 1).

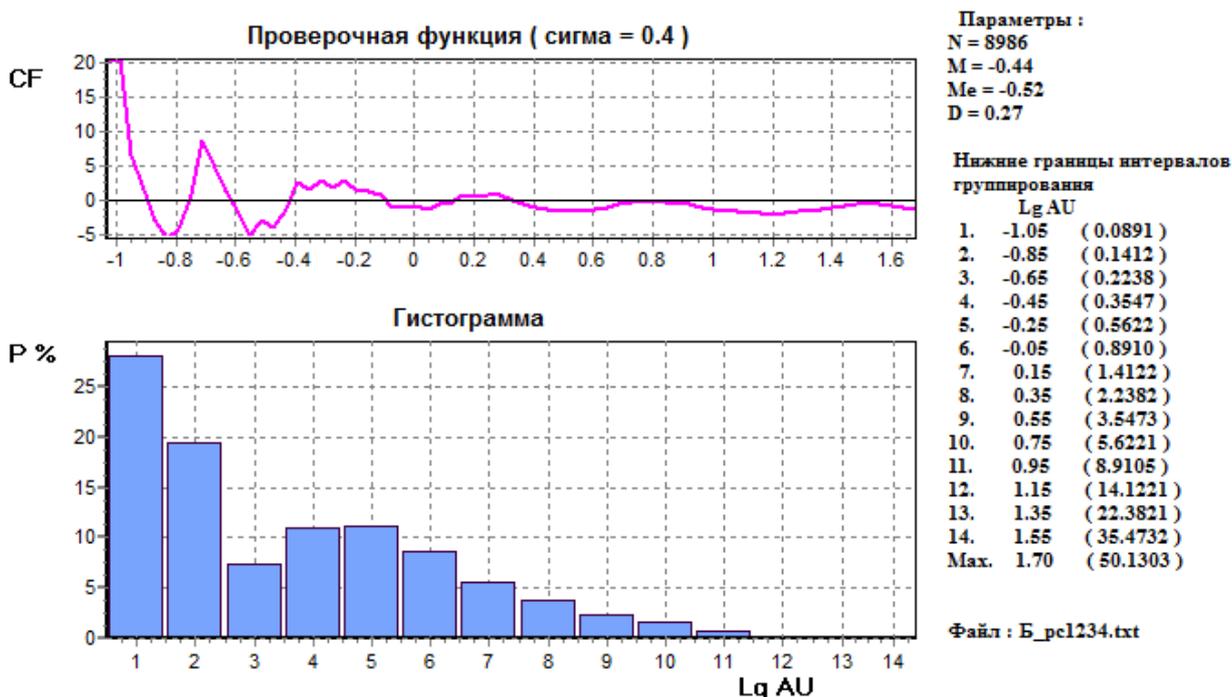


Рис. 1. Гистограмма распределения концентраций золота на участке Большевик

Всего было обработано 40355 проанализированных на золото проб по сульфидным рудам, сгруппированным в 63 выборки (по рудным столбам и глубинам с интервалом 100м). Гистограммы строились с использованием логарифмической шкалы и программного комплекса «ELAN». Установленные параметры уровней концентраций золота на месторождении Большевик и наиболее устойчивые моды элементарных составляющих приведены в таблице 1.

Таблица 1. 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

Выполненные исследования показали, что на месторождении Большевик наблюдаются 4 характерных устойчивых уровней концентрации золота (природных границ оруденения), представляющих промышленный интерес: 0,32; 0,65, 1,27, 1,85 г/т. Эти значения можно и нужно применять для оконтуривания и подсчета промышленных запасов золота в рудных залежах месторождения с учетом современных и будущих геолого-экономических условий региона и страны. Руды, оконтуренные между этими пороговыми значениями, были классифицированы и подсчитаны автором как сорта: убогие (борт 0,3 г/т), бедные (борт 0,6 г/т, рядовые (борт 1,2 г/т) и богатые (борт 1,8 г/т).

Оконтуривание руд с краевым ограничением 1,8 г/т и совместное рассмотрение с пликативным строением месторождения показало, что они концентрируются в 3 крупные рудные залежи («Западную», «Центральную» и «Восточную»), приуроченные к трем антиклиналям II порядка (рис. 2), установленным на месторождении в висячем боку



Рис. 2. 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 С<sub>1</sub> (а) и С<sub>2</sub> (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

Кызыловской зоны. Эти антиклинали формируют рудные столбы (пучки) месторождения I порядка и контролируют богатые руды.

На месторождении выполнено структурно-геометрическое моделирование, которое заключалось в: 1) отстройке изолиний кровлей разведанных рудных тел и линз, приуроченных к главному продуктивному горизонту бақырчической толщи, и изолиний плоскостей падения северо-западных и северо-восточных разломов II-III порядков всячего бока зоны (секущих зону или примыкающих к ней); 2) выноске линий пересечения плоскостей этих разломов с кровлями рудных тел и контуров блоков разведанных балансовых руд категории С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub> на горизонтальную и вертикальную плоскости; 3) выявлении закономерных связей разрывной тектоники и складчатости всячего бока Кызыловской зоны с разведанными и оконтуренными при бортовом содержании золота 3 г/т блоками запасов богатых руд месторождения, а также с участками максимальных мощностей и содержаний разведанных рудных тел и линз. Результаты выполненных исследований наглядно изображены на рисунке 3.



Рис. 3. 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 С<sub>1</sub>, 3 - категории С<sub>2</sub>; 4 - границы Кызыловской рудной зоны: а) основной шов надвига, б) разлом Южный; 5 - разрывы, секущие Кызыловскую зону; 6 - линия пересечения плоскости северо-западного разлома всячего бока зоны с кровлей рудного тела (или плоскостью широтного разлома самой зоны, вмещающего промышленное золотое оруденение); 7 - линия пересечения плоскости северо-восточного разлома всячего 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)

Структурно-геометрическое моделирование показало, что все разведанные рудные тела и линзы месторождения Большевик контролируются разломами северо-западного и северо-восточного направлений всякого 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 структуры 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). Разломы же северо-восточного направления играли двойную роль. В основном, при пересечении с широтными разрывами Кызыловской зоны, в которых отлагалось золотое оруденение, северо-восточные разломы служили экранами и образовывали локальные рудные столбы (тела) экранирования, как это хорошо видно на примере рудных тел 3-1, 8-1-1, 11-2, 11, 13. В узлах пересечения северо-восточных разломов всякого 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 изолиний мощностей и содержаний золота разведанных рудных тел и линз показал, что часть участков наибольших мощностей и содержаний не контролируется диагональными разломами всякого бока Кызыловской рудной зоны. Исследование планов опробования карьера № 3 показало, что они подчиняются контролю со стороны разрывов и зон трещиноватости более высоких порядков внутри самой Кызыловской структуры.

Таким образом, проведенные исследования рудовмещающих и рудоконтролирующих структур (разрывных и пликативных) месторождения Большевик и оконтуривание участков с наибольшими концентрациями золота доказали, что на месторождении имеются 3 рудных столба (рудных пучка) I порядка, контролируемые зонами ядерных частей антиклиналей II порядка (рис. 4). Установленные геологоразведочными работами

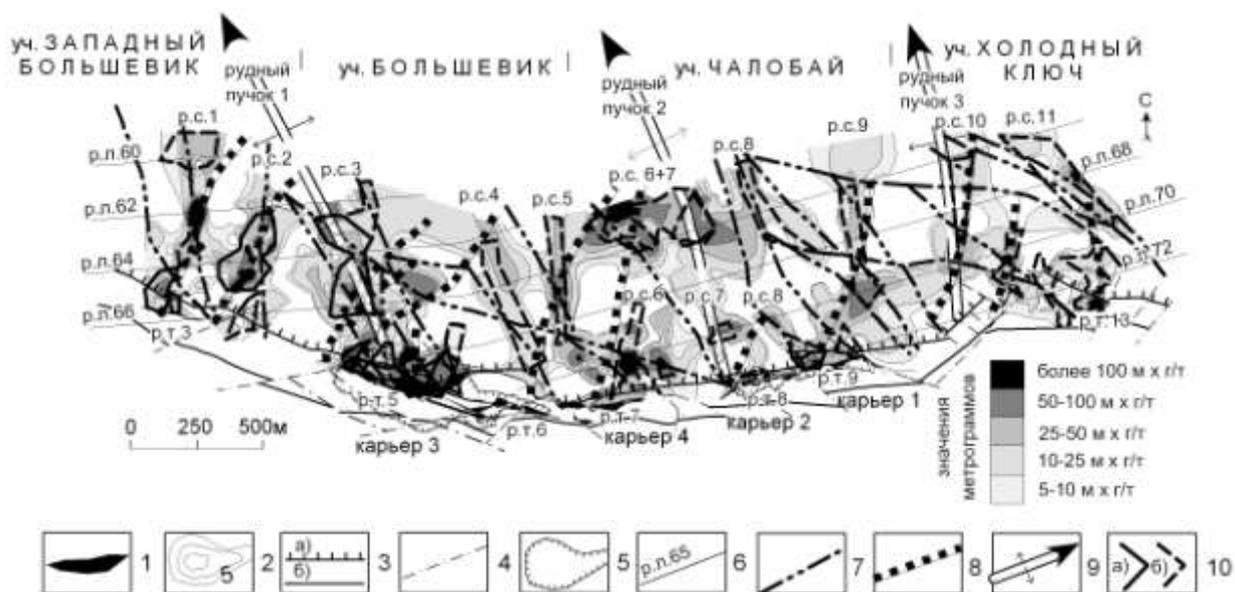


Рис. 4. Рудные столбы I и II порядков месторождения Большевик в проекции на горизонтальную плоскость:

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 простирания, 8 - северо-восточного простирания; 9 - оси антиклинальных складок II порядка; 10 - блоки разведанных запасов, в т.ч.: а) категории С<sub>1</sub>, б) категории С<sub>2</sub>

11 рудных столбов, контролируемых широтными разломами Кызыловской зоны и диагональными разрывами ее висячего бока, относятся к локальным рудным столбам II порядка. Дизъюнктивы и зоны трещиноватости III-IV порядков в самой Кызыловской структуре образовывали рудные столбы III порядка. Все это доказывает, что структурные факторы при формировании концентраций богатых руд на месторождении в гидротермально-метасоматический этап имели решающее значение. Именно они сформировали то промышленное балансовое золотое оруденение, которое мы имеем сейчас.

**Второе защищаемое положение: На месторождении выявлен литолого-стратиграфический контроль золотого оруденения, заключающийся в приуроченности промышленного оруденения, во-первых, только к бакырчикской свите верхнекарбонového возраста, во-вторых, к продуктивному горизонту верхней части разреза толщи.**

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. Мыслик, 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 безкислородного морского шельфового дна Бакырчикской грабен-синклинальной структуры. Углесодержащие осадки, содержащие термохимическую и бактериальную серу, способны извлекать золото из стратифицированных рассолов с высокими рудными концентрациями элементов (Н.П. Ермолаев, 1992 г.). Золото может изначально формировать металлоорганические соединения и попадать в осадок рассеяным по площади. При катагенезе эти соединения могут полимеризоваться в кероген, кристаллизоваться в виде металлоценов или превращаться в низкотемпературные золотосодержащие сульфиды.

Стратиграфо-литологический контроль играет важную роль в формировании золото-сульфидных руд месторождения Большевик, 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 золото-сульфидного оруденения.

Проведенные геологоразведочные работы показали, что все разведанное промышленное золотое оруденение месторождения Большевик приурочено к бакырчикской свите и не выходит за ее пределы. В пределах этой толщи оно концентрируется в главном продуктивном горизонте, приуроченном к верхней части разреза зоны. Этот горизонт представлен микститами, тонким переслаиванием углистых песчаников, алевролитов и аргиллитов, преобразованных в тектониты, тектоносланцы и милониты. Оконтуривание золотого оруденения в этом горизонте при бортовых содержаниях 0,3; 0,6 и 1,2 г/т показало, что оно имеет площадной ореол, т.е. распространено по всей площади развития продуктивного горизонта в пределах месторождения Большевик, имеющего протяженность по простиранию 4 км, и уходит за его пределы (рис. 5).

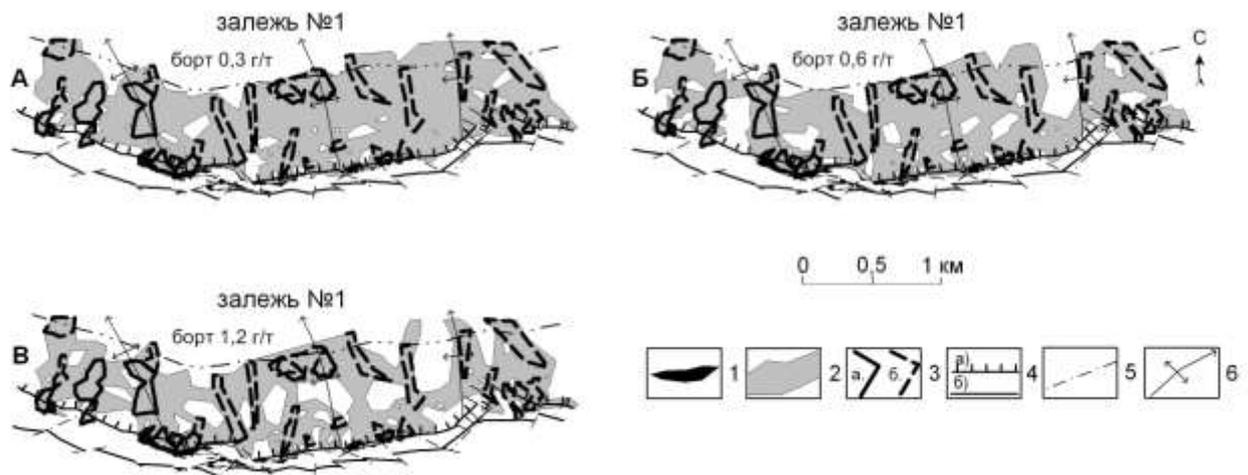


Рис. 5. Месторождение Большевик. Проекция золото-сульфидных руд на горизонтальную плоскость:

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 С<sub>1</sub> (а) и С<sub>2</sub> (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 того, что на эти уровни концентрации золота в рудовмещающих толщах бақырчыкской свиты большое влияние оказали литолого-стратиграфические факторы. И лишь во время образования концентраций богатых руд на локализацию оруденения стали оказывать основное влияние структурные особенности месторождения (рис. 2 и 3).

Исследование влияния литологического состава пород на распределение золотого оруденения показало, что существует четкая преимущественная приуроченность рудных проб месторождения Большевик к горизонтам переслаивания песчаников, алевролитов и аргиллитов в независимости от их качества (табл. 2): с ними связано 59,1% анализов с золотом (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).

Таблица 2. 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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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: в %	4797 100		30 0,6	1197 25,0	2562 53,4	11 0,2	299 6,2	42 0,9	656 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: в %	4019 100		2 0,05	430 10,7	2750 68,4	18 0,45	374 9,3	31 0,8	414 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: в %	1037 100		6 0,6	220 21,2	515 49,7	30 2,9	136 13,1	13 1,3	117 11,3
Всего: в %	12383 100,0		48 0,4	2180 17,6	7315 59,1	67 0,5	980 7,9	193 1,6	1600 12,9

Таблица 3 Физико-механические свойства 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, $E \times 10^5, \text{ кг/см}$	модуль сдвига	коэффициент Пуассона
Нижняя пачка песчано- алевролитовой подтолщи (C <sub>1S2</sub> -C <sub>2</sub> <sup>b1</sup> )	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 <sub>3</sub> )	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

Одной из причин такой избирательности являются физико-механические свойства пород зоны (табл. 3). Так коэффициент пористости в переслаивающихся породах бақырчыкской толщи в 1,8 раза выше, чем в аналогичных породах висячего бока, а предел прочности на сжатие и растяжение в пачках переслаивания песчаников с алевролитами и аргиллитами зоны, соответственно, на 50,4 и 23,5% ниже, чем в аналогичных породах висячего бока.

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

**Третье защищаемое положение: Предложена новая структурно-литологическая модель месторождения Большевик, объединяющая в единую залежь-структуру все разведанные в основном продуктивном горизонте рудные тела и линзы.**

Проведенные исследования по изучению структуры распределения концентрации золота, более детальному изучению структурно-литологических факторов контроля золото-сульфидной минерализации на месторождении, с учетом установленных рудных столбов I и II порядков, позволили разработать и предложить новую структурно-литологическую модель месторождения Большевик. Эта модель 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 1,8г/т и выше) – структурными. Уже в настоящее время разведанная часть этой залежи имеет следующие параметры: длина по простиранию зоны – 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– 1,32г/т (рис. 6).

Согласно этой модели 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 оруденение в этой среде на глубинах свыше 700-800 м при затухании призонной тектоники висячего бока будет контролироваться лишь зоной осевых плоскостей антиклинальных складок II порядка висячего бока Кызыловской структуры и ее внутренними разломами.

Предложенная структурно-литологическая модель месторождения Большевик позволяет рекомендовать новый подход к подсчету запасов и прогнозных ресурсов: 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 масштабы оруденения месторождения в целом, в соответствии с действующими в настоящий момент геолого-экономическими условиями.

Запасы месторождения были пересчитаны автором методом блоков в проекции на горизонтальную плоскость раздельно по выделенным сортам.

Разведанные ранее богатые руды месторождения при бортовом содержании 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. Всего на месторождении числится в настоящее

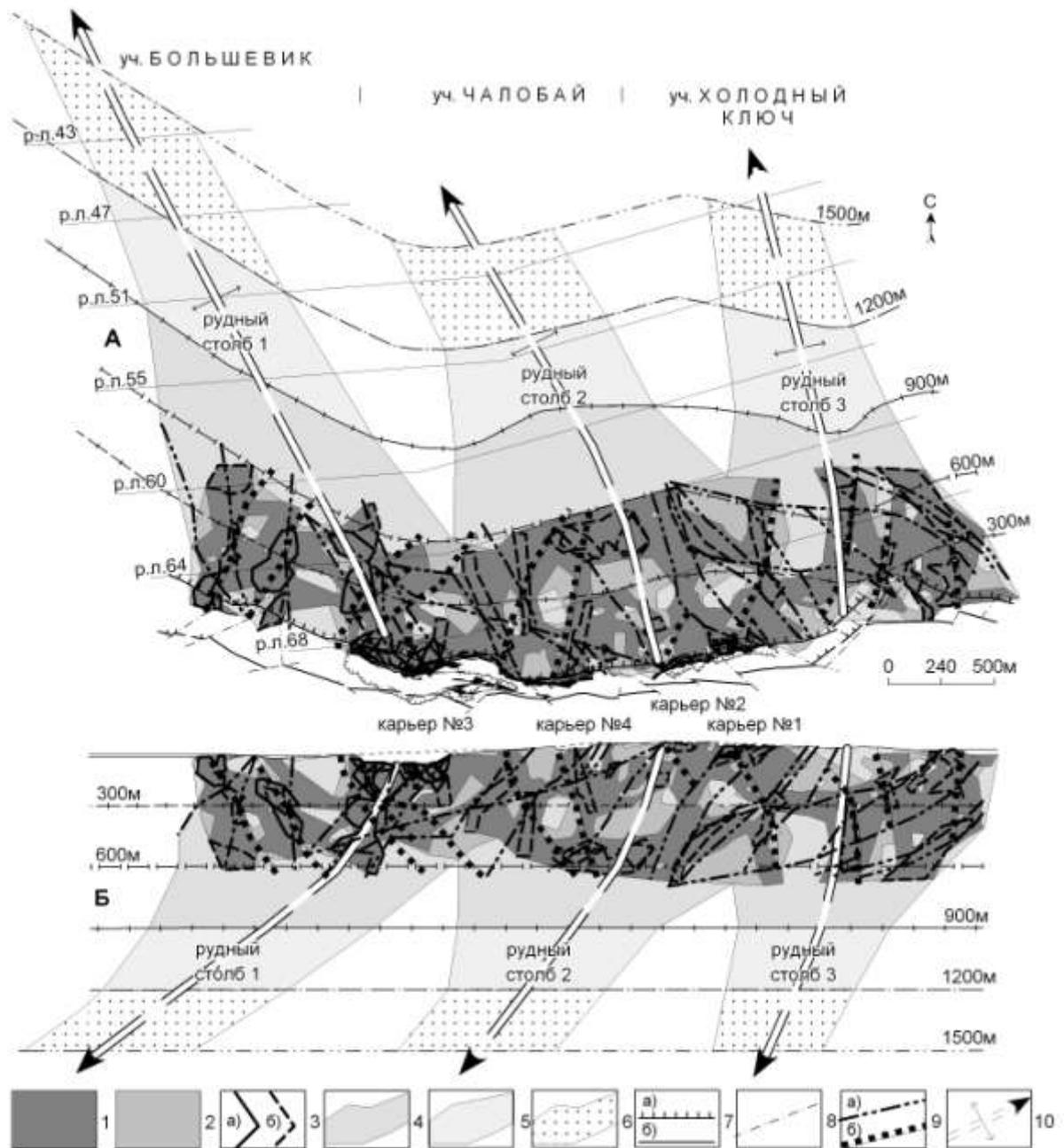


Рис. 6. Новая структурно-литологическая поисково-разведочная модель формирования крупной залежь-структуры месторождения Большевик в проекции на горизонтальную (А) и вертикальную (Б) плоскости:

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  $C_1$  (а) и категория  $C_2$  (б); 4-6 - контур прогнозных ресурсов: 4 - категория  $P_1$ , 5 - категория  $P_2$ , 6 - категория  $P_3$ ; 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

время в золото-сульфидных рудах 28% от подсчитанных автором запасов золота (рис. 7).

Богатые руды месторождения, которые нужно оконтуривать (по мнению автора) с бортом 1,8 г/т, составляют 58,3% от подсчитанных диссертантом запасов золота. Они концентрируются в три крупные залежи, контролируемые тремя антиклинальными складками II порядка висячего бока Кызыловской зоны смятия (рис. 2).

Рядовые, бедные и убогие руды развиты со стороны висячего и лежащего боков

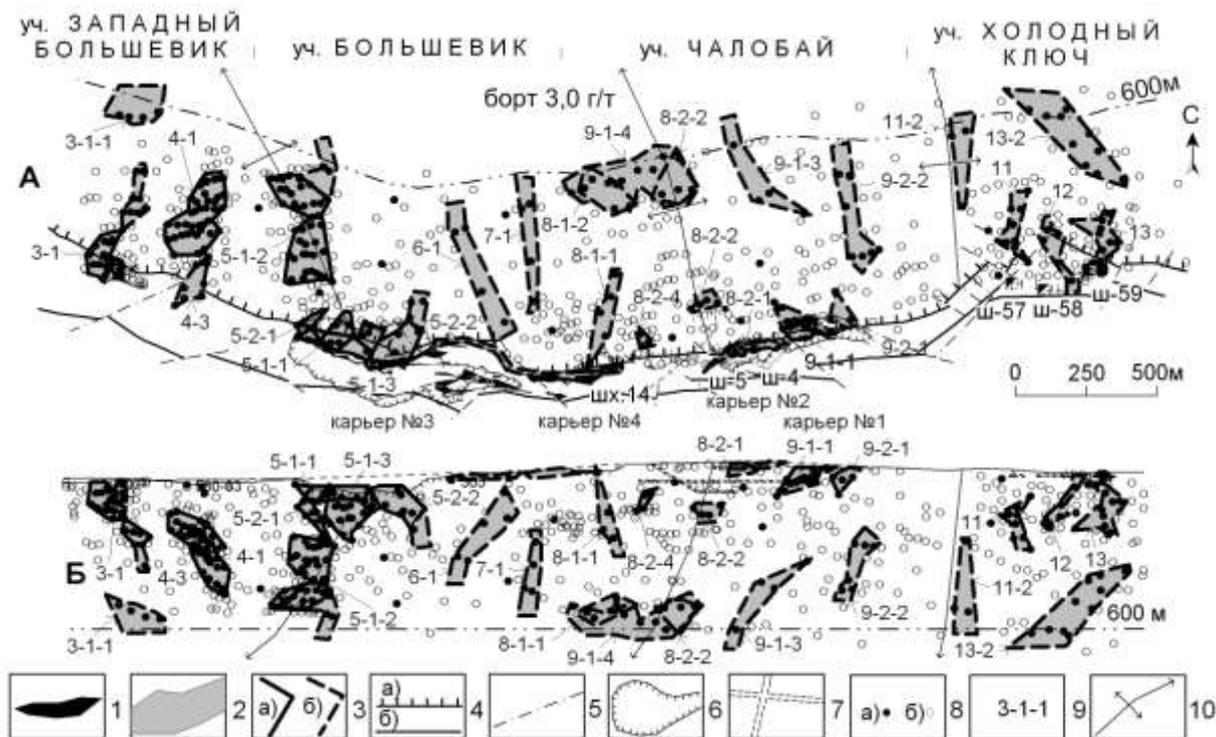


Рис. 7. Проекция разведанных богатых золото-сульфидных руд на горизонтальную (А) и вертикальную (Б) плоскости:

1 – выходы рудных тел на дневную поверхность или полотно карьера; 2 – контур разведанных богатых руд (борт 3 г/т); 3 – границы блоков категории  $C_1$  (а) и категории  $C_2$  (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

богатых руд. Их оконтуривание с граничными значениями, соответственно, 1,2; 0,6 и 0,3г/т показало, что они объединяют все три рудных залежи богатых руд, оконтуренных при борте 1,8 г/т, в одну большую залежь № 1. Средние мощности в ней рядовых, бедных и убогих руд составляют, соответственно, 3,4; 5,52 и 6,44 м, а содержания золота - 1,37; 0,75 и 0,45 г/т (рис. 8 и 9).

Бедные и убогие золото-сульфидные руды со столь низкими средними содержаниями золота (0,75 и 0,45 г/т) выделены и количественно подсчитаны на месторождении Большевик впервые. 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 (85-86%); 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.

Проведенные исследования позволят значительно (в 3,6 раза) увеличить разведанные запасы, расширить перспективы месторождения Большевик и перевести его в разряд крупнообъемных золоторудных объектов Казахстана, а предложенная модель даст



Рис. 8. 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 категорий С<sub>1</sub> (а) и С<sub>2</sub> (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

возможность вести селективную разработку месторождения открытым способом.

На основании новой структурно-литологической модели локализации золотого оруденения месторождения Большевик (рис. 6), с учетом имеющихся геологических, геохимических, геофизических материалов и степени опробованности и разведанности участков горными и буровыми выработками, произведена прогнозная оценка ресурсов золота категорий Р<sub>1</sub>, Р<sub>2</sub> и Р<sub>3</sub> главного продуктивного горизонта бақырчыкской толщи месторождения Большевик в интервале глубин 0-1500 м. Кроме этого, 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.); 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 (арсенопиритом и пиритом), но и с твердым углеродистым веществом (шунгитом) в околорудной зоне, а также с жидкими фракциями углеродистого вещества (эпибитумоидами), развитыми в рудной зоне месторождения. 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 потенциал месторождения Большевик сопоставим с разведанными на сегодня запасами месторождения Сухой Лог (Россия).

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

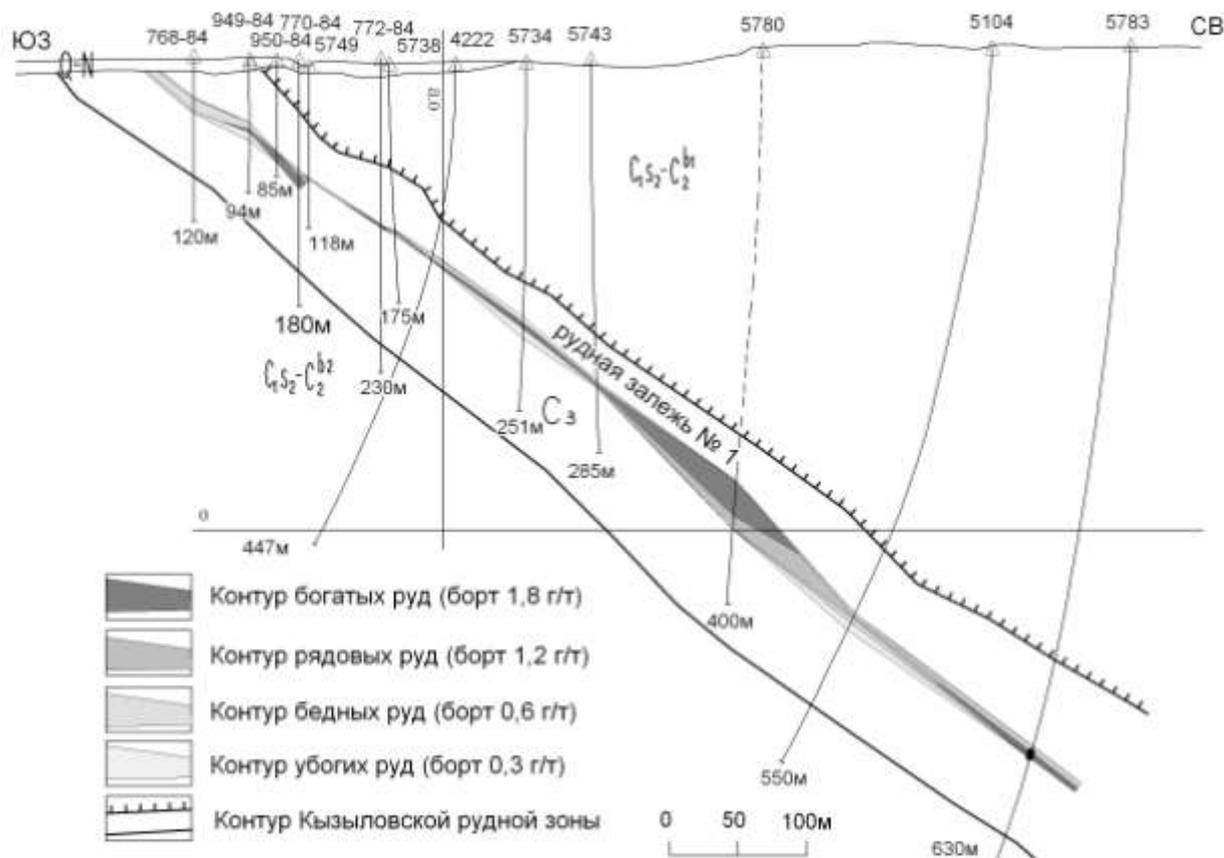


Рис. 9. Участок Западный Большевик. Подсчетный разрез по линии I-I

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.

2. Второй путь (впервые предлагаемый для месторождения Большевик) основывается на данных разведки месторождения Большевик, приуроченности оруденения к определенному литолого-стратиграфическому горизонту и установленным пороговым значениям концентрации золота. Эти данные в совокупности позволяют уже сейчас рассматривать продуктивный горизонт месторождения как единую залежь № 1, приуроченную к благоприятным для локализации золота породам бақырчыкской толщи, имеющим свои особенности и условия для локализации золота, т.е. установленные стабильные уровни плотности оруденения. 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 (рядовые руды) даст сразу значительный прирост запасов и увеличит полноту использования недр.

3. Третий путь – это проведение на месторождении ревизионных работ. В «советское» время, несмотря на применение специальных мер и мероприятий по повышению выхода керна, не всегда был получен его кондиционный выход по рудной зоне. Выборочная перебурка 2 скважин на участке Западный Большевик с некондиционным выходом керна по рудным зонам с применением современного снаряда фирмы «Boart Longyear» показала увеличение новых мощностей рудных тел в 1,7 и 4 раза, а средних содержаний 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.

4. Четвертый путь – это комбинация первого, второго и третьего. Это общее направление позволит снизить себестоимость разведки в 4-5 раз (до 0,1 долл. за 1 грамм разведки).

При оценке перспектив месторождения необходимо решить минимум две задачи.

1) Поиски и разведка рудных тел скважинами колонкового бурения по сети 100-200x100-200 м 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.

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, применив для этого современные геологические программы.

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 прочее; выщелачивание хлором, тиасульфатное 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;

- продолжить изучение шунгитового углерода, многообразие свойств которого, определяющихся его уникальным минералогическим и структурным состоянием, позволяет использовать его во многих отраслях промышленности. 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 при средних содержаниях углерода от 5-7 до 20-40%.

- более детально и углубленно исследовать не только руды месторождения, но и углеродистое вещество околорудной зоны, а также жидкие эписитумоиды спиртобензольной фракции в рудных зонах, где, по мнению Марченко Л.Г. (2005-2009гг.), сосредоточено до 30% не определяемого пробирным, атомно-абсорбционным и другими методами золота.

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) карьерная 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 верхнекарбонového 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 висячего 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 опубликованных работ по теме диссертации

1. Антонов Ю.А. Связь золотого оруденения с тектоническими нарушениями висячего бока Кызыловской зоны смятия и мощностями этой структуры. / Тезисы докладов III Республиканской школы молодых ученых и специалистов-геологов. – Алма-Ата: КазИМС, – 1984. – С. 6.

2. Антонов Ю.А., Услугин М.О. Новая стратегия освоения и наращивания запасов золота на месторождениях Кызыловской зоны смятия (Восточный Казахстан). // Геология и охрана недр. – Алматы. – 2008. – № 2. – С. 67-75.

3. Антонов Ю.А. Золоторудное месторождение Большевик и оценка его перспектив (Западная Калба). // Геология и охрана недр. – Алматы. – 2009. – № 3. – С. 16-22.

4. Антонов Ю.А. О некоторых структурно-литологических факторах контроля золотого оруденения месторождения Большевик в Восточном Казахстане. // Геология и охрана недр. – Алматы. – 2010. – № 2. – С. 15-26.

5. Антонов Ю.А. Опыт поисков и разведки золото-сульфидных руд на месторождении Большевик (Восточный Казахстан). // Геология и охрана недр. – Алматы. – 2010. – № 4 (37). – С.55-62.

6. Антонов Ю.А., Лось В.Л. Структура статистического распределения концентраций золота на месторождении Большевик (Восточный Казахстан). // Геология и охрана недр. – Алматы. – 2011. – № 3. – С. 27-34.

7. Антонов Ю.А., Нарсеев В.А. Особенности локализации золотого оруденения в Кызыловской зоне смятия и ее прогнозные ресурсы. // Геология и охрана недр. – Алматы. – 2011. – № 4 (41). – С. 29-45.

8. Антонов Ю.А. Характер распределения разведанных запасов золотосодержащих руд разных сортов в продуктивной толще месторождения Большевик (Западная Калба). // Вестник Томского государственного университета. – 2012. – № 365. – С. 214-218.