

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский Национальный Исследовательский Университет
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова

Кафедра Геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных
ископаемых

Кунпеисов Марат Куаньшбекович

Геологическое сопровождение добычных работ при отработке месторождения
Акбакай в Мойынкумском районе Жамбылской области.
3D моделирование рудных тел

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В070600 - Геология и разведка месторождений полезных
ископаемых

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский Национальный Исследовательский Университет
имени К. И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова
Кафедра Геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных
ископаемых

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ

PhD, Асоц.профессор



Бекботаева А.А.

« 25 » марта 2021 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

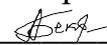
На тему: «Геологическое сопровождение добычных работ при отработке
месторождения Акбакай в Мойынкумском районе Жамбылской области.
3D моделирование рудных тел»

по специальности 5В070600 - Геология и разведка месторождений
полезных ископаемых

Выполнил

Кунпеисов М.К.

Научный руководитель
доктор PhD, асоц.профессор



Бекботаева А.А.

«16» марта 2021 г.

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский Национальный Исследовательский Университет
имени К. И. Сатпаева
Институт геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова
Кафедра Геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных
ископаемых

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ
 PhD, Асоц.профессор
Бекботаева А.А.
« 25 » марта 2021 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Кунпеисову Марат Куанышбековичу

Тема: «Геологическое сопровождение добычных работ при отработке месторождения Акбакай в Мойынкумском районе Жамбылской области. 3D моделирование рудных тел»

Утверждена приказом ректора университета №2201 - от 10 декабря 2020г.

Срок сдачи законченного проекта: 19 марта 2021 г.

Исходные данные к дипломной работе:

Краткое содержание дипломной работы:

1. Географо-экономическая характеристика района работ
2. Общие сведения, особенности геологического строение месторождения
3. Полезные ископаемые района
4. Геологическое сопровождение добычных работ при отработке месторождения Акбакай
5. 3D моделирование рудных тел месторождения Акбакай
6. Промышленная безопасность

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- а) Геологическое строение района;
- б) Геологическая карта месторождения в пределах контура проектируемых работ;

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю	Примечание
Общие сведения о месторождении	28.02.2021	
Геологическая часть	28.02.2021	
Геологическое сопровождение добычных работ при отработке месторождения Акбакай	28.02.2021	
3D моделирование рудных тел месторождения Акбакай	28.02.2021	

ПОДПИСИ

консультантов и нормконтроллера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (ученая степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Общие сведения о месторождении	Доктор PhD, ассоциированный профессор каф.ГСПиРМПИ Бекботаева А.А.	01.03.2021	
Геологическая часть	Доктор PhD, ассоциированный профессор каф.ГСПиРМПИ Бекботаева А.А.	01.03.2021	
Геологическое сопровождение добычных работ при отработке месторождения Акбакай	Доктор PhD, ассоциированный профессор каф.ГСПиРМПИ Бекботаева А.А.	01.03.2021	
3D моделирование рудных тел месторождения Акбакай	Доктор PhD, ассоциированный профессор каф.ГСПиРМПИ Бекботаева А.А.	01.03.2021	
Нормоконтролер	К.г.м.н, лектор кафедры ГСПиРМПИ Асубаева С.К.	25.3.2021	

Научный руководитель  Бекботаева А.А.

Задание принял к исполнению обучающийся _____ Кунпеисов М.К.

Дата «10» декабря 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена геологическому сопровождению добычных работ при отработке золоторудного месторождения Акбакай и 3D моделирование рудных тел. Компьютерное 3D моделирование позволяет создать экономически приемлемые границы очистных рудных блоков, рассчитать оптимальную последовательность проходки подготовительных выработок, автоматизировать расчет буровзрывных работ, разделять добычу по компонентам и решать множество других задач, возникающих при отработке. При этом будет обеспечиваться наглядность получаемых результатов, улучшится контроль за их внедрением, и решение множества других задач. На месторождении Акбакай для решения геологических задач используются передовые программные обеспечения горно-геологических информационных систем, такие как MineVision, AutoCAD, Geovia Surpac и Micromine,

Рассмотрены вопросы вскрытия и разработки золоторудного месторождения Акбакай. В ходе исследования было установлено, что объект (шахта) вскрыт разведочно-эксплуатационным стволом (РЭШ-1), стволом шахты «Главная» и наклонно-транспортным съездом (НТС) с применением самоходного оборудования. А разработка месторождения ведется с использованием система разработки подэтажными штреками, проходимыми по простиранию рудного тела с использованием скважинной веерной отбойки.

АНДАТПА

Дипломдық жобаның арнайы бөлімі Ақбақай алтын кен орнын игеру кезінде тау-кен жұмыстарын геологиялық сүйемелдеуге және кен денелерін 3D модельдеуге арналған. Компьютерлік 3D модельдеу тазарту кен блоктарының экономикалық қолайлы шекараларын құруға, дайындық қазбаларын бұрғылаудың оңтайлы тізбегін есептеуге, бұрғылау-жару жұмыстарын есептеуді автоматтандыруға, өндірісті компоненттерге бөлуге және тау-кен жұмыстарын жүргізу кезінде туындайтын көптеген басқа мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Сонымен бірге алынған нәтижелердің көрінуі қамтамасыз етіледі, олардың енгізілуін бақылау жақсарады және көптеген басқа міндеттер шешіледі.

Ақбақай кен орнында геологиялық міндеттерді шешу үшін MineVision, AutoCAD, Geovia Surpac және Micromine сияқты тау-кен және геологиялық ақпараттық жүйелерге арналған жетілдірілген бағдарламалық жасақтама қолданылады. Ақбақай алтын кен орнын ашу және игеру мәселелері қаралды. Зерттеу барысында объектіні (кенішті) барлау-пайдалану оқпанымен (РЭШ-1), "Главная" шахтасының оқпанымен және көлбеу-көліктік түсу жолымен (ҒТК) өздігінен жүретін жабдықты қолдана отырып ашқаны анықталды. Ал кен орнын игеру ұңғымалық желдеткішті пайдалана отырып, кен денесінің жайылуы бойынша өтетін қабаттық қуақаздармен қазу жүйесін пайдалана отырып жүргізіледі.

ANNOTATION

This thesis is devoted to geological support of mining operations during the development of the Akbakai gold deposit and 3D modeling of ore bodies. Computer 3D modeling allows to create economically acceptable boundaries of mining ore blocks, calculate the optimal sequence for driving preparatory workings, automate the calculation of drilling and blasting operations, separate production by components and solve many other problems that arise during mining. At the same time, the visibility of the obtained results, will improve the control of their implementation, and the solution of many other tasks. At the Akbakai field, are used advanced mining and geological information systems software such as MineVision, AutoCAD, Geovia Surpac and Micromine to solve geological problems.

The questions of opening and development of the Akbakai gold deposit are considered. During the research was found, that the object (mine) was opened by the exploration and production mine shaft (shaft 1), the mine shaft «Glavnaya» and the inclined transport ramp (RAMP) with using self-propelled equipment. The development of the deposit is carried out using a system of development by sublevel drifts, traversed along the strike of the ore body using a borehole fan-cut.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 Географо-экономическая характеристика района работ	11
1.1 Обзор, анализ и оценка ранее проведенных исследований	11
1.2 Геологическое строение района	12
1.2.1 Стратиграфия	12
1.2.2 Тектоника	13
1.2.3 Магматизм	14
1.2.4 Гидрогеология	15
2 Геологическая, гидрогеологическая, геофизическая и геохимическая характеристика объекта работ	16
2.1 Геологическая характеристика	16
2.2 Гидрогеологическая характеристика	17
2.3 Геофизическая характеристика	17
2.4 Гидрогеологические и инженерно-геологические работы	18
2.5 Охрана недр и окружающей природной среды	19
3 Геологическое сопровождение добычных работ при отработке месторождения Акбакай в Мойынкумском районе Жамбылской области	21
3.1 Система разработки месторождения	21
3.2 Процедура ведения рудного контроля при подземных горных работах	21
3.3 Маркшейдерские работы	22
3.4 Геологическое опробование	23
3.5 Обновление локальной 3D модели	24
3.6 Расчет потерь и разубоживание руды	25
3.7 Обеспечение контроля за добычными работами	25
3.8 Новые технологии используемые в геологической службе месторождения Акбакай	25
4 Методика оценки минеральных ресурсов	27
4.1 3D моделирование рудных тел	27
4.2 Составление базы данных	28
4.3 Заверка базы данных	28
4.4 Статистический анализ геологоразведочных данных	29
4.5 Интерпретация	30
4.6 Каркасное моделирование	31
4.7 Выборка проб и создание композитных интервалов	32
4.8 Геостатистический анализ	32
4.9 Блочное моделирование	35
4.10 Интерполяция содержаний	35
4.11 Классификация минеральных ресурсов	36
4.12 Задание значений объемной массы	36
4.13 Отчет по минеральным ресурсам	37
4.14 Проверка модели	37
4.15 Оценка рисков	38

4.16 Геологическое понимание	38
Заключение	40
Список литературы	41
Термины и определения	42
Приложение А	46
Приложение Б	48
Приложение В	53

ВВЕДЕНИЕ

В основу создания данного дипломного проекта был положен опыт и документы, накопленные мною в период работы с 29 сентября по 30 октября 2020г. на производственном участке Акбакайского филиала АО «АК Алтыналмас, которая связана с разведкой и добычей золоторудных месторождений Акбакай с последующим выпуском золота в сплаве Доре. Месторождение расположено в Мойынкумском районе Жамбылской области. Исследуемым объектом является месторождение Акбакай, особенности которого поражают своими масштабами. В геологическом отношении месторождение расположена в пределах Акбакайского рудного поля и находится в пределах Чу-Илийского рудного пояса в Жалаир-Найманской палеорифтовой синклинойной структуре, протягивающейся в северо-западном направлении более, чем на 600 км.

К перечню выполненных мною производственных работ можно отнести: участие в проведении геологической документации горных выработок и всех видов эксплуатационного опробования (бороздовое, шламовое, технологическое) и его контроль, обработка результатов контроля качества лабораторных работ (QA/QC) по методикам ГКЗ и JORC, построение каркасных и блочных моделей рудных тел месторождения Акбакай, участие в составлении локальных проектов на эксплоразведочное бурение, занимался обработкой и оформлением геологической информации полученной в ходе эксплуатационных и разведочных работ на участке с использованием горно-геологической программы Surpac и Micromine. Также, принимал участие в разработке плана развития горных работ (годовой, квартальный и месячный)

Выбранная тема, безусловно, имеет огромное значение в геологии, так как, золото остается основным эквивалентом валюты во всех странах мира. В последние десятилетия золото стало широко применяться в ювелирной и электронной промышленности, медицине. Уникальные свойства золота позволяют образовывать сплавы, практически со всеми редкими и цветными металлами, что даёт возможность применять его в деталях ракет, ядерных реакторах, самолётостроении. В прошедшее десятилетие золото стало активно использоваться в странах Запада в виде, так называемых займов финансирования проектируемых и строящихся горнодобывающих предприятий. Кроме того, на мировом рынке получило распространение использование золота в качестве страхования, позволившее крупным золотодобывающим предприятиям (компаниям), практически без потерь «пережить» падение цен на золото в период 1997–2000 гг.

Дипломная работа олицетворяет не только демонстрацию теоретических знаний, полученных в университете, но умение и навык применения их на практике, при решении поставленных задач.

1 Географо-экономическая характеристика района работ

Месторождение Акбакай в географическом отношении находится в пределах Чу-Балхашского водораздела, представляющего собой слабовсхолмленную местность с абсолютными отметками 460-515 м и относительными превышениями 20-50 м. Формирование рельефа района происходило в результате процессов эрозии, денудации и аккумуляции среднедевонского интрузивного плато Бетпак-дала. В административном отношении месторождение расположено в пределах Мойынкумского района Жамбылской области в 450 км на северо-запад от города Алматы и в 90 км от районного центра – села Мойынкум (рисунок 1).

Гидрографическая сеть представлена временными водотоками по тальвегу саев, в период таяния снегов, который продолжается в течение 3-5 суток. Единичные вод проявления в виде восходящих родников наблюдается в низинах саев Кзылжартас и Кошкинбайсай. Ближайшим постоянным водотоком является река Шу, долина которого расположена в 75 км к югу от поселка Акбакай (обзорная карта района работ показана на рисунке А1 в приложении А)

1.1 Обзор, анализ и оценка ранее проведенных исследований

Район месторождения Акбакай является частью крупнейшей в Казахстане геологической структуры – Чу-Балхашского антиклинали и локацией многих жильных золотых месторождений.

С начала 50-х годов до 1969 г. в районе проводились преимущественно мелко- и среднемасштабные (1:500000-50000) площадные съемки и в небольшом объеме на локальных площадях детальные (масштаба 1:2 000-10 000) геолого-поисковые работы.

Месторождения Акбакай было в ускоренном темпе изучено и освоено в период с 1969 г. до 1982 г., а также были проведены площадные и разведочные работы на других золоторудных объектах. В этот же время была начата эксплуатация верхней разведанной части месторождения Акбакай (комбинат «Алтайзолото»). По итогу проведения разведочных работ на месторождении Акбакай было выделено и изучено девять основных (Главная, Фроловская, Октябрьская, Золотая, Пологая-1, Юбилейная-60, Пологая-6, Глубинная) и пять второстепенных (Пологая-3, Пологая-4, Южная-1, Южная-2, Диагональная) кварцевых жил. На территории Акбакай-Кенгирского рудного поля тот период проводились поисково-оценочные и разведочные работы на золоторудных объектах Карьерное, Бескемпир, Кенем, Думан-Шуак. В 1980 г. была завершена разведка месторождения Карьерного и утверждены запасы категории С1 в ТКЗ ПГО «Южказгеология».

В период с 1982 г. до 2000 г. на восточном фланге был реализован один полноценный проект поисково-оценочных работ и три небольших локальных проекта с целью доизучения жилы Пологая-6. В результате проведенных работ

были изучены геологическое строение восточного фланга, морфология, внутреннее строение рудных тел, а также характер распределения золота, как по простиранию, так и по падению. В 1989–90 гг. на восточном фланге месторождения Акбакай проведены дополнительные поисково-оценочные работы. В 1999–2000 гг. Акбакайским ГМК и «АК Алтыналмас» был составлен и реализован проект разведки приповерхностной части жилы Пологая-6 на восточном фланге. Технологические показатели были получены аналогичные перерабатываемым рудам основного Акбакайского месторождения.

1.2 Геологическое строение района

Акбакайское рудное поле, в районе которого расположено месторождение Акбакай находится в пределах Чу-Илийского рудного пояса в Жалаир-Найманской палеорифтовой синклинойной структуре, протягивающейся в северо-западном направлении более чем на 600 км. Рудное поле распространяется в том же направлении на 15 км, ширина его 3,5–4,0 км.

В геологическом строении рудного поля участвуют терригенно-осадочные породы ордовика – толща переслаивающихся песчаников, алевролитов, конгломератов, гравелитов и эффузивно-осадочные породы девона – туфы, туфопесчаники. Отложения кайнозоя представляются глинами, суглинками, такырно-солончаковыми и элювиально-делювиальными образованиями. Интрузивные образования представлены гранитоидными и габбродиоритовыми комплексами девонского возраста. Постдевонские субвулканический и дайковый комплексы представлены мелкими телами кварцевых порфиров, гранит-порфиров и дайками гранодиоритовых, диоритовых и диабазовых порфиритов, лампрофиров.

Породы рудного поля осложняются многочисленными разноориентированными нарушениями от региональных разломов древнего заложения (Кенгирский) и долгоживущих разломов второго порядка (Бескемпирский, Долинный и др.) до оперяющих разрывов, трещин отрыва, скола и трещинных структур.

Оперяющие трещины скола или отрыва являются основными рудоконтролирующими структурами. Протяженность их до 2–3 км. Падение, неравномерное под углами от 40–45 до 60–85°. Ключевую роль в контроле положения рудных тел играют дайки.

1.2.1 Стратиграфия

Крупнейшая в Казахстане геологическая структура – Чу-Балхашского антиклинория также включает и район месторождения Акбакай. В составе его выделяются Жалаир-Найманская и Сарытумская геосинклинали, разделенные узкой Жельтауской геоантиклиналью. Основной структурой, определившей

геологическое развитие и его металлогению, является Жалаир-Найманская зона глубинных разломов. Месторождение Акбакай находится в узле сопряжения Сарытумской и Жалаир-Найманской геосинклиналей рядом с глубинными разломами.

Древнейшими являются отложения джамбулской свиты среднего-верхнего кембрия. Свита преимущественно сложена зеленовато-серыми полимиктовыми песчаниками и алевролитами, метаморфизированными до степени филлитовых сланцев, с горизонтами микрокварцитов и линзами доломитов.

Относящиеся к спилито-диабазовой формации и выделенные в ащисайскую свиту, отложения нижнего ордовика представлены лавами основного состава с подчиненным количеством известняков, кремнистых алевролитов, вулканомиктовых песчаников.

Вышележащая каратальская свита через базальные конгломераты налегают на породы нижнего ордовика. Для каратальской свиты характерны гравелиты, песчаники и алевролиты.

Фаунистически охарактеризованные отложения карадока притягиваются расширяющейся к юго-востоку полосой в центральной части площади. К ним приурочена основная масса проявлений золота района. Вся эта толща имеет зеленовато-серый цвет пород и однообразный литологический состав. В основном, алевролиты с отдельными горизонтами конгломератов и известняков, и ритмично переслаивающиеся песчаники. Карадокские породы разделены на две свиты- дуланкаринскую и андеркенскую.

Андеркенская свита расчленяется на три пачки (снизу вверх): конгломерат-алевролитовую, алевролитопесчаную и песчаниково-алевролитовую. Дуланкаринская свита, перекрывающая через базальные конгломераты андеркенскую, слагает юго-восточную часть рудного поля.

1.2.2 Тектоника

Породы рудного поля осложнены многочисленными разноориентированными разрывными нарушениями от региональных разломов древнего заложения (Кенгирский) и долгоживущих разломов второго порядка (Бескемпирский, Долинный и др.) до трещин отрыва, оперяющих разрывов, трещинных структур и скола.

Ключевую роль в строении рудного поля находящихся в его пределах золоторудных месторождений (Бескемпир, Акбакай, Карьерное и др.) занимают разрывные нарушения, представляющие системы крутопадающих разломов субширотного простирания и оперяющих их пологих разломов типа сколовых трещин. Протяженность их до 2-3 км. Падение, разнонаправленно под углами от пологопадающих до 40-45°, и крутопадающих до 60-85°. Основную роль в контроле положения рудных тел занимают дайки. В пределах интрузива широко распространены дайки лампрофиров, диоритовых и диабазовых порфиритов. Дайки лампрофирового состава выделяются в золотоносном дайковом

комплексе, с которым связываются основные проявления промышленного оруденения.

Месторождение Акбакай структурно связано с Акбакайским разломом субширотного простирания, представляющую полосу дробления и гидротермальную проработку пород протяженностью около 3-х км. Полоса определяется как Главная рудная зона, и к ней приурочены основные рудные тела всего месторождения.

В интервале 250-300 метров к югу от Акбакайского разлома протягивается субпараллельно ему Бескемпировский разлом, с которым связано несколько маломощных рудных тел.

Промышленные рудные тела на месторождении приурочены к разрывным нарушениям и представлены крутопадающими и пологопадающими березит-кварцевыми жилами, контролируемыми дайками лампрофиров. Падение всех жил северное, простирание – субширотное, мощность рудных тел варьируются от нескольких сантиметров до 3-4-х метров, протяженность по простиранию от 250 до 750 метров.

1.2.3 Магматизм

В районе установлены один дайковый и три интрузивных комплекса.

- Чу-Балхашский доордовикский интрузивный комплекс (диориты, габбро, гипербазиты) получил развитие в Жалаир- Найманской палеорифтовой зоне.
- Кызылжартаский габбро-диорит гранодиоритовый комплекс образует штокообразные и небольшие послонные тела. В Акбакайском рудном поле комплекс представлен Кызылжартасским штоком.
- Жельтауский гранитный комплекс образует крупный интрузив Жельтау, размером 100х40 км.
- Дайковый комплекс после верхнего девонского возраста широко развит в Кызылжартаском и Жельтауском массивах, а также в терригенных отложениях ордовика. Дайки в основном представлены лампрофирами и диоритовыми порфиридами, в меньшей степени гранит-порфирами. Дайки широтного направления имеют тесную парагенетическую и пространственную связь с золотым оруденением.

В южном эндоконтакте Кызылжартаского штока дайки сгруппированы в Акбакайский широтный дайковый пояс. Некоторые из даек входят в граниты Жельтау.

Акбакайский дайковый пояс является рудоконтролирующим для месторождений золота, расположенных в интрузиве (Бескемпир, Карьерное, Акбакай). Золотокварцевая минерализация залегает в контактах даек и наложена на дайки лампрофиров.

Протяженность пояса с запада на восток около 6-ти км, ширина которого 500-600 метров. В поясе выделяются дайки широтного простирания крутого и пологого падения. Падение всех даек к северу. Кроме широтных даек получили

развитие аналогичные по составу дайки северо-восточного и субмеридианального направления, но золоторудная минерализация не связана с ними.

1.2.4 Гидрогеология

На стадии детальной разведки при изучении гидрогеологических условий месторождения было установлено, что по степени сложности его можно отнести к категории простых. Расчеты показали, что прогнозные водопритоки в горные выработки при глубине шахты 300 метров составило 20 м³/час, а при глубине шахты 500 метров – 32 м³/час.

По химическому составу воды хлоридно-сульфатно-натриевые, а их минерализация колеблется в пределах от 4.8 до 10.8 г/дм³, жесткость в интервале 2,5–2,8 мг/экв/л, а pH равна 7,6-7,95.

2 Геологическая, гидрогеологическая, геофизическая и геохимическая характеристика объекта работ

2.1 Геологическая характеристика

Рудные тела в пределах Акбакайского дайкового пояса представляют собой классический пример жильных месторождений, залегающих в интрузиве. Структурно-морфологические особенности рудных тел дайкового пояса были детально изучены при проведении геологоразведочных работ на рудных полях месторождений Акбакай. Кварцевые жилы месторождения Акбакай выполняют субширотные трещины и контролируются дайками лампрофирового состава. Всего на месторождении разведано 10 жил с балансовыми рудами промышленных категорий: Глубинная, Фроловская, Тукуновская, Октябрьская, Юбилейная-60, Южная-1, Пологая-6, Главная, Пологая-1, Южная-2. К крутопадающим относятся жилы Главная и Фроловская, углы падения которых 75-80°. Жилы Октябрьская, Тукуновская, Южная имеют крутые углы падения в диапазоне 60-70°, однако на отдельных участках выносятся до 45-50°. Жилы Юбилейная-60, Глубинная, Пологая 1 и 6 в основном имеют углы падения 45-55°. Все жилы имеют северное падение (геологическая карта месторождения Акбакай показана на рисунке А2 и геологические разрезы по профилям Х и ХХ показаны на рисунках А3, А4 в приложении А).

Поперечное строение жил достаточно простое. Центральная часть сложена одной, редко двумя стержневыми кварцевыми жилами небольшой мощности. Кварцевые жилы окаймляются полосами золотонесущих березитов мощностью до 1,0 метра и реже более метра. В контур рудного тела может входить и гидротермально измененная часть дайки. Контакты кварцевых жил с березитами и березитов с гранодиоритами - четкие, визуально выделяются и маркируются тонкими трещинками с сопровождением глиной трения. Иногда по простиранию кварцевая жила имеет пережимы, вплоть до полного исчезновения. В таких случаях рудное тело представлено только березитами, как правило, с умеренным оруденением.

При довольно простой форме рудных тел распределение золота в них крайне неравномерно. Чаще всего содержания золота в сечениях рудных тел колеблется от 2,2 г/т до 32,5 г/т, реже в пределах от 1 г/т до 2,2 г/т и от 32,1 г/т до 100-500 г/т. В отдельных пробах были зафиксированы выдающиеся содержания золота до первых кг/т. Рассматривая в общем плане распределение золота в плоскости рудных тел можно отметить, что обогащенными являются их центральные части, что наглядно иллюстрируется картами изолиний содержаний. На фоне этой общей закономерности выделяются локальные участки богатых руд. Размеры их составляют в поперечнике от первых метров до 50-60 метров, в некоторых случаях доходят до ста метров.

На основании вышеизложенного месторождение Акбакай по сложности геологического строения было отнесено ГКЗ СССР ко второй группе.

2.2 Гидрогеологическая характеристика

Район месторождения Акбакай в гидрогеологическом отношении представляет собой полупустынную территорию. Постоянно действующие поверхностные водотоки отсутствуют. В районе развита редкая сеть временных водотоков, функционирующие в весеннее время, в период интенсивного снеготаяния и в связи с выпадением атмосферных осадков.

Району характерен резко континентальный и засушливый климат. Значительное количество солнечной энергии и продолжительное солнечное сияние 2700-3000 часов в год создают условия для полного испарения выпадающих атмосферных осадков, за исключением ливней. В этих природных условиях источником питания подземных вод являются осадки холодного периода, образующие устойчивый снежный покров, на распределение которого существенное влияние оказывают не только характер рельефа, но и температурный и ветровой режимы.

Температурный режим является исключительно материковым. Продолжительность теплого периода со среднемесячными температурами выше нуля градусов для равнины составляют 7-7,5 месяцев. Самым жарким месяцем в году является июль.

Атмосферные осадки распределяются весьма неравномерно в течение года – от 20 мм в месяц в зимнее время и до 5-6 мм в летний период. Суммарное среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 173-180мм. Эффективными являются осадки, выпадающие в ноябре – марте и составляющие 88 мм.

2.3 Геофизическая характеристика

Рудные тела месторождения «Акбакай» представлены кварцевыми жилами с зальбандами березитов в гранодиоритах. Вмещающие породы и руды характеризуются высокой крепостью и устойчивостью. Значения коэффициентов крепости по шкале М.М. Протодяконова составляют: кварцевых руд – 16-18, березитов – 11-14, даек лампрофиров – 11-12, гранодиоритов – 14-16. Вмещающие породы устойчивы даже вблизи разрывов и трещин. Однако в связи с ослабленными контактами рудных тел с вмещающими породами при отработке возможны вывалы руды. Мелкие разрывные нарушения не оказывают влияния на понижение устойчивости вмещающих пород.

Вмещающие породы характеризуются высокими прочностными показателями. Предел прочности на сжатие гранодиоритов 1130-1530кг/см², кварцевых жил до 1700 кг/см², березитов 650-1390 кг/см², лампрофиров 600-1000 кг/см². По показателю абразивности породы и руды относятся к классу среднеабразивных (по классификации Л.И. Барона и А.В. Кузнецова).

Руды месторождения не склонны к слеживанию, размоканию, вспучиванию, самовозгоранию; по содержанию свободного кремнезема (30-40%) относятся к силикозоопасным. Породы месторождения не газоносны.

Радиационная опасность отсутствует. Естественная радиоактивность пород находится в пределах фоновых значений: диоритовые порфириты – 10-15 мкр/час; гранодиориты – 25-31 мкр/час; рудные тела – 20-30 мкр/час. Естественная влажность пород и руд не превышает 1,5%. Фактический водоприток в подземные горные выработки при проведении геологоразведочных работ составлял от 7 до 17 м³/час; по расчетам, максимальный ожидаемый приток в зависимости от глубины составит от 20 м³/час (гор. +216 м) до 32-35 м³/час (гор. -24 м). Объемная плотность руд составляет 2,73 т/м³, вмещающих пород 2,7 т/м³; коэффициент разрыхления одинаков и составляет 1,6.

2.4 Гидрогеологические и инженерно-геологические работы

Гидрогеологические исследования по изучению обводненности месторождения осуществлялись в два этапа.

На первом этапе (1971-1974 гг.) было пробурено пять гидрогеологических скважин глубиной от 80 до 300 м, которые опробованы одиночными откачками на одно понижение уровня. Проводились наблюдения за водоотливом из разведочной шахты на глубине 100 м. Изучался химический состав и минерализация подземных вод месторождения. Проводились стационарные режимные наблюдения.

Проведенными исследованиями установлено, что подземные воды приурочены к трещинам, развитым в жестких интрузивных породах (гранодиориты). Мощность трещиноватых зон варьирует от 43,4 до 96,8 м. уровень грунтовых вод находится на глубинах от 3,2 до 11,4 м. Дебиты скважин составляют от 0,05 до 0,7 л/сек. Средний коэффициент фильтрации составил 0,12 м/сутки. естественные ресурсы, подсчитанные балансовым методом, определены в количестве 496 м³/сутки. Фактические водопритоки при глубине шахты 100 м составили 36 м³/сутки.

На втором этапе (1976-78 годы) Обводненность месторождения изучалась до глубины 500 м. Учитывая сравнительно простые гидрогеологические условия, установленные на первом этапе, специальных гидрогеологических скважин на месторождении не бурилось, а для изучения гидрогеологии использовались 9 разведочных скважин, глубиной от 350 до 693,2 м.

Для получения представительной гидрогеологической информации на флангах и в центральной части месторождения было разбурено до диаметра 152 и до глубины 505-510 м 3 разведочные скважины. С целью изучения водоносности пород месторождения в этих скважинах проведены одиночные откачки продолжительностью 2-3 бр/см. Откачки проводились эрлифтом. Глубина загрузки сместителя составила 500 м. Для подачи сжатого воздуха применялся компрессор ПК-10. Замеры динамического уровня производились через 15 минут вначале откачки и затем до окончания откачки через 1-3 часа. Замеры дебита скважин производились объемным способом, динамического

уровня – электроуровнемером. В конце откачки отбирались пробы на химический анализ воды.

С целью изучения циркуляции воды в скважинах и определения водопритоков (водопоглощения) на глубину разведки месторождения во всех девяти скважинах был проведен метод расходомерии. В комплексе с расходомерией проводилась кавернометрия для измерения диаметра скважины с целью внесения поправки при определении дебита водопритока (водопоглощения). Расход потока для любой глубины скважины определялся по формуле:

$$Q_1 = Q_2 \times k_d \quad (1.1)$$

где: Q_1 – расход потока, л/сек;

Q_2 – расход воды, проходящей через расходомер, л/сек;

K_d – поправка на диаметр скважины.

Проведенными исследованиями установлено, что максимальная глубина проникновения трещиноватых пород на месторождении составляет 290 м. Глубже породы монолиты и практически водонепроницаемые. Уровень подземных вод устанавливается на глубине от 0,2 до 16,6 и водообильность пород низкая, дебиты скважин по одиночным откачкам не превышают 0,10 л/сек.

2.5 Охрана недр и окружающей природной среды

Традиционно горные работы, особенно открытые, наносят большой ущерб экологии района разработки. Наша первая задача – контроль за допустимыми объемами выбросов вредных веществ и количеством размещаемых отходов. Применяя данные технологии возможно проведение гораздо более тщательного и регулярного контроля за данными объемами.

3 Геологическое сопровождение добычных работ при отработке месторождения Акбакай в Мойынкумском районе Жамбылской области

3.1. Система разработки месторождения

В настоящее время на участках Акбакай и Бескемпир добыча руды подземным способом ведется с использованием самоходного оборудования. Система разработки подэтажными штреками, проходимыми по простиранию рудного тела с использованием скважинной веерной отбойки. Параметры блока: ширина – 700-800м, Высота подэтажей (камеры) по простиранию – до 10-15 м.

Горизонты и запасы месторождений вскрываются наклонно-транспортными съездами (НТС) с применением самоходного оборудования. Скорость проходки достигает 150-160 п.м. в месяц.

(Схема вскрытия и отработка месторождения Акбакай показана на рисунке 1 Б в Приложении Б)

3.2 Процедура ведения рудного контроля при подземных горных работах

Ведение добычных работ осложняется тем, что при существующей степени разведанности запасов месторождений Акбакай сложно геометризовать рудные тела достаточно достоверно, к тому же большинство из них являются маломощными, и их угол падения не всегда достаточен для применяемой системы разработки с использованием самоходного оборудования (Подэтажно-камерная система разработки с торцевым выпуском руды показана на рисунке 2Б в Приложении Б). Но использование данной системы разработки привело к значительному разубоживанию за счет ошибок при определении границ рудных тел в ходе проектировании вееров и при бурении скважин при добыче, и, вследствие этого, к падению содержания золота в добываемой руде по сравнению с определенным геологоразведочными работами. В связи с чем был разработан технологический регламент, предназначенный для специалистов технических служб рудника Акбакай, где установлен порядок горного планирования и геолого-маркшейдерского обслуживания при производстве подготовительных и добычных работ при подземной отработке месторождения Акбакай.

Геологическое сопровождение добычных работ при отработке месторождении подземным и открытым способами осуществляют работники эксплуатационной геологической службы Акбакайского филиала АО «АК Алтыналмас», в соответствии с Методическими рекомендациями по производству геологических работ при проходке геологоразведочных выработок. А также осуществляют все расчеты в соответствии с инструктивными требованиями. Геологическое обеспечение работ при добыче подземным способом разработки месторождения включает в себя:

- Геологическое сопровождение горно- капитальных, подготовительных, нарезных и очистных работ (геологическая документация горных

выработок и опробование, зарисовка забоя, замеры элементов залегания, привязка интервалов отбора проб и т.д.)

- Формирование реестра проб, пробоотбор и формирование технологических проб (сформированный заказ/реестр проб с вложенными контрольными пробами и т. д.)
- Камеральные работы (погоризонтные планы опробования, геологические разрезы, паспорт эксплуатационных блоков, пикетажные книжки и т. д.)
- Формирование базы данных и контроль качества лабораторных работ (готовые файлы для 3D моделирования, выполнение статистического анализа данных по месторождению, графика по внутреннему и внешнему контролю и т. д.)
- Построение каркасной модели рудного тела и локальной блочной модели (заверенная база данных, каркасная и блочная модели рудных тел, справки по потерям и разубоживанию и т. д.)
- Обслуживание рудных складов (формирование и производство товарного опробования (склад бедной и богатой руды)), отбор проб с отвальных хвостов золота- извлекательной фабрики, суточная сводка геологической службы, отбор проб с отвальных хвостов и т. д.)
- Лабораторные работы
- Контроль за качеством добываемой руды (сечение выработки, учет потерь и разубоживания руды и т.п.)
- Контроль за перевозкой товарной руды с рудного склада на золота-извлекательную фабрику
- Учет движение запасов по месторождениям (добыча, рудный склад и золото -извлекательная фабрика)
- Ежесуточная геологическая сводка
- Сопоставление результатов эксплуатации и данных разведки месторождения

3.3 Маркшейдерские работы

Участковый маркшейдер с помощью лазерного сканера MINEi –CMS (Канадского производства) производить инструментальную съемку подготовительных выработок с целью определения их положения и геометрических характеристик для своевременного пополнения цифровой модели горных выработок. После проведения съемки она обрабатывается в программном обеспечении Surpac, по данным съемки строятся каркасные модели выработок, импортируются точки маркшейдерской опорной сети (Пример маркшейдерской съемки выработки и контуров руды в выработке показана на рисунке 3Б в приложении Б). Затем они сводятся на планы горизонтов в Surpac или AutoCAD и по ним ведется решение маркшейдерских задач, расчет домеров и углов наклона при проходке, положение вееров БВР скважин.

3.4 Геологическое опробование

Геологическое опробование является самым ключевым источником рудного контроля, которое производится на всех стадиях геологической работы. Основная задача геологического опробования заключается в изучении вещественного состава руд в коренном их залегании, определение качества руды в пределах эксплуатационных блоков, уточнение пространственного положения и строения рудных тел, уточнение технологических свойств руд и их физических характеристик, уточнение технологических свойств руд и их физических характеристик выявлении характера распределения этих компонентов по простиранию, падению и мощности рудных тел.

Для подземных условий месторождений Акбакайского кластера применяется бороздовый способ и задиrkовый способы опробования, а с целью изучения технологических свойств руд отбираются технологические пробы. Задирковое опробование производится при мощности рудного тела менее 0,3 м. Глубина задирки – 0,03 м, длина – 0,5-1,0 м, ширина – по мощности рудного тела, жилы. При большей мощности рудных тел применяется бороздовое опробование.

Данные бороздового опробования при эксплуатации являются основным источником информации о концентрациях и особенностях распределения золота в рудном теле, также служат основной геометризацией жил при подсчете запасов и погашении балансовых запасов/резервов, а также при сопоставлении отработанных пространств.

Бороздовый способ опробования, будет выполняться, участковым/техником геологом в подземных горных работах, сплошной бороздой перпендикулярно падению на полную мощность жилы (рудного тела) с полным выходом во вмещающие породы, и отбор проб осуществляется по каждому литологическим особенностям. В случаях, когда жила характеризуется одной литологической особенностью и ее мощность превышает 0.8 м, тогда отбираются 2 и более пробы, а по вмещающей породе отбираются 4 пробы - в начале и конце борозды по 2 пробы мощностью 30 см каждый интервал. Исходя из этого будет определяться длина борозды ~ каждый размеченный интервал геологических проб сопровождается фактической маркшейдерской съемкой.

Бороздовое опробование должно осуществляться вслед за продвижением забоя горной выработки с шагом 5 метров. Расстояние между бороздами установлено с учетом одного цикла буровзрывных работ при проходке горных выработок, который составляет 2.5 м, а за сутки производится два цикла.

Порядок работ при отборе проб:

- Подготовка забоя к осмотру — очистка его от пыли и грязи с помощью кайла и молотка или сильной струи воды;
- Разметка проб по геологическим особенностям и границам;
- Выполнение маркшейдерской съемки по размеченным интервалам с применением нивелирной рейки для получения фактических координат и линейной инклинометрии борозды (Осуществление отбор геологических

проб бороздовым способом по размеченным интервалам показана на рисунке 4Б в приложении Б);

После отбора геологических проб данные о координатах и содержаниях в отобранной борозде добавляются участковым геологом в геологическую базу данных. Положение борозды опробования, занесенной в геологическую базы данных, в трехмерном пространстве сверяется с трехмерной моделью подготовительных выработок.

Данные опробования и документации забоев оцифровываются в программном обеспечении Micromine на разрезах через каркасные модели подготовительных выработок.

Графическая и табличная цифровая информация используется при пополнении геологических погоризонтных планов, формируемых в среде программном обеспечении AutoCAD (План опробования в формате AutoCAD показана на рисунке 5Б в приложении Б).

Интерпретированные границы рудных тел используются для точного вычисления разубоживания при проходке штреков и для увязки границ между горизонтами при создании каркасных моделей рудных тел.

После обновления геологической базы данных строится локальная каркасная модель рудного тела, которая необходима для проектирования вееров буровзрывных скважин (Каркасная модель рудного тела показана на рисунке 6Б в приложении Б).

3.5 Обновление локальной 3D модели

Теперь, имея геологическую базу данных и каркасную модель, мы можем переходить к блочному моделированию. Создаваемая нами блок-модель станет основой для подсчета запасов и горного планирования. На основе данных бороздового опробования ежемесячно осуществляется пополнение и обновление локальной 3D модели:

- создается база данных;
- устанавливаются границы жил, контуры промышленного оруденения;
- интерпретация и построение каркасной модели жильных рудных тел;
- обновление каркасной и ресурсной (локальной модели)

Полученными параметрами моделирования IDW и Кригингом для обновления блочной модели по всем жилам, который определялись методами геостатистики с помощью горно-геологической информационной системы Micromine. (Результат показан на рисунке 7Б в приложении Б)

На основе данных маркшейдерской съемки фактических положений геологических интервалов бороздового опробования, устанавливаются границы рудного тела, обновляется база данных, по фактическим данным строится каркасная модель и далее обновляется блочная модель (Блочная модель рудного тела показана на рисунке 8Б в приложении Б)

3.6 Расчет потерь и разубоживание руды

После отбойки руды участковый маркшейдер выполняет съемку отбитого пространства лазерным сканером MINEi –CMS и сравнивает ожидаемый контур отбойки с фактическим. Исходя из полученных данных вычисляются показатели потерь и разубоживания в процентах, которые и отражаются во всех отчетных документах. При выявлении значительных отклонений от проектных параметров - главными специалистами рудника под руководством главного инженера анализируют причины их возникновения и возможных путей исправления. (Пример съемки отбитых вееров сканером и справки по участку показаны на рисунке 9Б в приложении Б)

3.7 Обеспечение контроля за добычными работами

После отбойки всего блока или отдельных участков участковыми геологами производится горстевое опробование склада и сравнение с рассчитанными параметрами по локальной блочной модели. Если отдельный выпуск и складирование на поверхности невозможно из-за необходимости использования одного рудоспуска одновременно для нескольких участков при совместной отработке или других причин участковым геологом производится горстевое опробование отбитой руды из развала или из ковша подземной доставочной машины в необходимом объеме для получения более представительной информации после смешивания при выпуске отбитой руды

После получения результатов опробования их также сравнивают с данными, полученными по локальной модели и при расхождении с фактическими данными выясняют причины таких расхождений. Данную статистику ведут постоянно силами геологической службы рудника, и сравнивают с ожидаемыми показателями для возможности оценки правильности определения границ полезного ископаемого между подэтажами и методику определения распределения полезных компонентов в пространстве, используемого при моделировании локальных участков.

Опробование партий руды на рудных складах, осуществляемое силами отдела качества контроля для определения содержания в товарной руде, проводится с обязательным присутствием участкового геолога или при невозможности представителей геологического отдела рудника для повышения качества такого опробования, для обеспечения максимальной представительности отбираемых проб

3.8 Новые технологии используемые в геологической службе месторождения Акбакай

В последнее время в мировом горно-геологическом производстве идет масштабное внедрение инновационных технологий, позволяющих существенно

снижать производственные затраты, повышать эффективность производства за счет 3D моделирования месторождения.

- В 2016 году на Акбакайском филиале АО «АК Алтыналмас» в качестве инструмента системы управления базой данных внедрилась система MineVision. С использованием данной системы осуществляется автоматизированное формирование реестра проб и отправка их в лабораторию, и в режиме реального времени фиксируются и отслеживаются все отправленные реестры и полная информация о методе анализа, контрольные пробы QAQC дата, отправитель и т. д.. Достоверная геологическая база данных обладает ценностью, так как эти данные определяют доходность компании.
- Система штрихкодирования проб- обеспечивает управление, контроль и учет движения геологических проб. Приобрели принтер для штрихкодирования сканера для считывания штрих-кодов и этикеток (этикетки самоклеящиеся и водонепроницаемые это также одно из требований лаборатории ALS).
- Приложение GeoSearch – автоматизация первичной полевой геологической документацией в цифровой среде.
- Успешно внедрена горно-геологическая информационная система Micromine - передовой 3D инструмент для оперативного подсчета запасов и планирования горных работ на коротких интервалах.

4 Методика оценки минеральных ресурсов

4.1 3D моделирование рудных тел»

До недавнего времени решения о направлении и объемах горных работ решались ведущими специалистами вручную, основываясь на данных о руде иногда 30-40 летней давности, руководствуясь набором бумажных планов и разрезов. Для планирования горных работ на многих предприятиях используются компьютерные системы, позволяющие учесть всю имеющуюся информацию о запасах – геологическую, экологическую и планировать их добычу, имея перед собой картину в целом. При компьютерном моделировании для решения основных задач, возникающих в горном производстве, может быть учтена вся имеющаяся информация. Главное преимущество такого способа представления данных – возможность регулярного обновления и актуализации знаний, и на основании этих знаний – проведение многовариантных расчетов развития горных работ и принятие наиболее эффективных в данной ситуации производственных решений.

Дальше, имея модель месторождения, можно методами математического моделирования рассчитать варианты отработки и выбрать из них оптимальные, как для оперативного, так и для долгосрочного планирования. Есть несколько методик оптимизации, которые учитывая ценность руды, рассчитывают, где и в каком количестве надо проводить подготовительные и добычные работы, с заданным содержанием и максимальной себестоимости концентрата.

Оценка минеральных ресурсов месторождения Акбакай была основана на 3D-интерпретации зоны минерализации золота, с последующей интерполяцией содержаний в пределах зоны минерализации. Геологическое строение и оценка ресурсов этих месторождений, в рамках данной работы, основывались на материалах исторических и современных работ. Все построения, расчеты и статистические исследования производились с использованием программного обеспечения «Micromine».

Основополагающим этапом построения трехмерной геологической модели рудных тел месторождения Акбакай является:

- Сбор, анализ и подготовка необходимой информации, загрузка данных, то есть составление базы данных в табличном виде, содержащая все данные о руде, полученные в период разведки и эксплуатации, которая затем представляется в виде 3-х мерной модели разведочных выработок.
- Оконтуривание рудных тел и построение каркасной модели рудных тел месторождения, характеризующие пространственное расположение рудных тел, модели разрывных нарушений, модели земной поверхности и горных выработок.
- Построение блочной модели месторождения, характеризующая пространственные и качественные характеристики полезного ископаемого и вмещающих пород, то есть для каждого участка месторождения

определены атрибуты содержания полезных компонентов, объемный вес, ценность и многие другие параметры.

- Подсчет и пересчет запасов основных и попутных компонентов.
- Создана модель поверхности, капитальных, подготовительных, нарезных и очистных подземных горных выработок

4.2 Составление базы данных

Исходные данные были предоставлены в виде графики - геологические разрезы и планы в электронном виде (растровые изображения). Таблицы результатов опробования колонковых скважин, горных выработок и координат устьев и забоев скважин представлены на бумажных носителях. Данные опробования горных выработок снимались с планов опробования масштаба 1:200 с одновременной привязкой к координатной сети опробованных борозд в программе MICROMINE. Цифровая информация по опробованию сверялась с подсчетными таблицами отчетов. Инклинометрия скважин (азимуты и углы наклона) снимались с геологических разрезов и в дальнейшем уточнялись при визуальном сличении отчетной и компьютерной графики.

Результаты опробования керновых проб были взяты из подсчетных таблиц на бумажных носителях. Поскольку иной информации не было, границы рудных тел по мощности по данным скважин полностью соответствуют границам отчетов 1978 и 2003гг.

Таблица 4.1. – Количество и виды информации в базе данных по месторождению Акбакай

Виды информации	Количество записей всего
Линии опробования горных выработок	5438
Скважины	447
Пробы по скважинам	1111
Пробы по горным выработкам	11159

План расположения скважин, проекция горных выработок на горизонтальную плоскость и линии разведочных профилей приведены на рисунке 1В в приложении В.

4.3 Заверка базы данных

Аналитическая база данных была создана и проверена в электронном виде, затем была проверена в программе MICROMINE на присутствие следующих возможных ошибок:

- Номер скважины или борозды продублирован в файле устьев выработок
- Одна или более координата устьев отсутствует в файле координат устьев
- Значение поля ОТ или ДО отсутствует в файле интервалов опробования

- Значение ОТ больше или равно значению До в файле опробования
- Интервалы опробования не являются смежными в файле опробования (промежутки между интервалами опробования)
- Интервалы опробования перекрываются между собой в файле опробования
- Первый интервал опробования не начинается с 0м в файле опробования
- Первая глубина замера не начинается с 0м в файле инклинометрии
- Несколько записей инклинометрии для одной и той же глубины
- Величина азимута не находится в пределах от 0 до 360 градусов в файле инклинометрии
- Угол наклона не в пределах от 0 до 90 градусов в файле инклинометрии
- Величина азимута или угла наклона отсутствует в файле инклинометрии
- Общая глубина скважины меньше, чем глубина опробования
- Глубина замеров инклинометрии не больше, чем общая глубина скважины

Обнаруженные ошибки были исправлены, и проверка производилась заново, до полного исключения ошибок.

Данные опробования (содержание золота) проверялись двойным набором: два человека вносили независимо друг от друга одни и те же данные в разные файлы, далее проводилась сверка их и устранение выявленных ошибок.

4.4 Статистический анализ геологоразведочных данных

Классический статистический анализ выполнялся дважды. Первое исследование было выполнено со следующей целью: определение статистических параметров распределения золота по всем пробам всех жил. Распределение золота в месторождении не подчиняется нормальному закону. На всей базе данных проведен статистический анализ распределения натуральных логарифмов содержаний золота, он показал, что распределение золота в месторождении подчиняется логнормальному закону.

НОРМАЛЬНАЯ СТАТИСТИКА ПО РУДАМ ВСЕХ ЖИЛ

Минимум:	0.00
Максимум:	5082.8
Кол-во точек:	9021
Среднее:	16.55
Дисперсия:	10215
Стандартное отклонение:	101.07
Коэффициент вариации:	6.11

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА ПО РУДАМ ВСЕХ ЖИЛ

Кол-во точек:	8838
---------------	------

Среднее натуральных логарифмов:	0.99
Геометрическое среднее:	2.70
Дисперсия натуральных логарифмов:	10421
Стандартное откл нат логарифмов:	1.64
V Сиселя:	2.69
Гамма Сиселя:	3.84

Гистограмма для значения логарифмов содержаний золота во всех пробах, всех композитных 1м пробах, а также график вероятности во всех пробах показаны на рисунках 2В-4В соответственно в приложении В.

При статистическом анализе проб установлено наличие выдающихся содержаний золота. В 288 пробах содержание золота превышает 100 г/т. Два наибольших значения составляют 5082 и 2930 г/т. Максимальное значение заменено на 110 г/т в соответствии со статистическим анализом, проведенным специализированной организацией в 2003г по всему массиву проб Акбакайского рудного поля.

Статистические параметры распределения золота по всем исходным пробам базы данных приведены ниже по каждой исследуемой жиле отдельно.

Проведен классический статистический анализ распределения золота в пробах, вошедших в каркасы рудных тел. Для этого исходный файл опробования был закодирован каркасной моделью рудных тел. Вошедшие в каркасы пробы были приведены к одинаковой длине 1м, так как более 90% проб имеет такую длину. В дальнейшем, во всех процессах по оценке минеральных ресурсов был использован файл – композит 1м. Статистический анализ проведен для композитных проб, которые оказались в пределах каркасов рудных тел. Целью повторного анализа являлось:

- Оценить необходимость выделения популяций содержаний золота, если наблюдалась более чем одна популяция.
- Оценить обоснованность применения Кригинга для процесса интерполяции.

Статистические параметры содержаний и логарифмов содержаний в композитных пробах приведены в приложении В по каждой жиле.

Гистограммы для значений логарифмов содержаний золота во всех пробах, а также в композитных пробах в пределах жил Главная, Золотая, Юбилейная, Пологая-1, Пологая-6 показаны на рисунке 5В-13В соответственно в приложении В.

4.5 Интерпретация

Интерпретация была проведена в интерактивном режиме по 65 профилям. Каждый разрез и горизонт горных выработок были выведены для просмотра в среде MICROMINE Визексе. На разрезы и горизонты были выведены траектории вертикальных и горизонтальных скважин и подземных борозд с результатами

первоначального опробования в различных цветах, соответствующих содержаниям золота в исходных пробах.

Границы рудных жил по мощности проводились по пробам с бортовым содержанием золота 0.5 г/т. Это содержание в среднем соответствует содержанию золота в березитах, по которым ранее и проводилась граница жил. Для рудных тел построение каркасов проводилось отдельно по скважинам и горным выработкам. Отстроенные каркасы в вертикальных и горизонтальных сечениях совмещались и складывались в наборы, которые в последствии использовались для создания пустых блочных моделей и для присвоения проб конкретным рудным телам. Пример интерпретации по профилю 22. Жилы Главная, Юбилейная, Пологая изображены на рисунке 14В в приложении В.

4.6. Каркасное моделирование

Проинтерпретированные стринги были использованы для создания трёхмерных замкнутых каркасов моделей рудных жил. Каждый геологический разрез выводился на экран совместно с ближайшими соседними проинтерпретированными разрезами, после чего стринги использовались для создания каркасной модели рудных тел между разрезами.

Там где промежуточные разрезы не содержали достаточной информации для проведения интерпретации по всей длине основных разведочных линий, сначала были созданы каркасные модели между основными разрезами. Затем, там где это было целесообразно, с этих каркасных моделей были созданы срезы вдоль промежуточных разрезов. Эти срезы были отредактированы и привязаны к имеющимся интервалам буровых скважин, а затем использованы для создания окончательной каркасной модели.

Внешняя граница каркасов рудных жил проведена по выработкам с содержанием золота 0.5 г/т и более, при этом допускалась интерполяция контура на середину расстояния между рудными и безрудными сечениями и ограниченная экстраполяция на половину расстояний к рудной скважине.

На начальном этапе интерпретации были оконтурены рудные тела по результатам опробования подземных выработок путем построения стрингов. Затем произведено оконтуривание по пересечениям в скважинах. При построении стрингов бортовое содержание золота иногда не учитывалось. Границы рудного тела определялись по разрезам и планам в графических приложениях к отчетам 1978 – 2003гг (нулевой контур). По стрингам скважин и стрингам погоризонтного опробования построены каркасные модели рудного тела. Каркасы объединены в один набор для создания единой блочной модели по каждой жиле. Вид каркасов модели рудных тел в трехмерном пространстве показан на рисунке 15В в приложении В.

Цифровая модель топографической поверхности была создана при помощи программы Micromine с использованием координат скважин, бурившихся с поверхности и по данным предоставленной Заказчиком топографии поверхности месторождения.

4.7 Выборка проб и создание композитных интервалов

Выборка результатов опробования по буровым скважинам и подземным выработкам представляет собой стандартную процедуру, призванную гарантировать использование корректных проб для классического статистического и геостатистического анализов, а так же для процессов интерполяции содержаний. В оценке минеральных ресурсов участвуют композитные пробы длиной в 1.0м, по ним был сделан геостатистический анализ распределения золота отдельно для каждой жилы.

подавляющее большинство отобранных в пределах проинтерпретированных минерализованных тел и проанализированных проб имели длину опробования один метр.

Поэтому длина 1.0 метр была выбрана для процесса создания композитных интервалов. Процесс создания композитных интервалов начинался с устьев скважин или борозд, а затем продолжался вдоль траектории выработки. Процесс останавливался и начинался вновь на границах между минерализованной зоны и безрудным интервалом. Если между интервалами опробования был промежуток менее 1м, он включался в композитную пробу. Если же промежуток был более 1м композитный интервал останавливался и новый интервал начинался со следующего опробованного интервала с рудной минерализацией.

4.8 Геостатистический анализ

Целью геостатистического анализа является создание серии направленных полувариограмм, цифровые данные которых используются как механизм взвешивания для алгоритма Кригинга. Зоны влияния полувариограмм, определенные в результате этого анализа, принимаются для определения параметров эллипсоида поиска. Отсюда, главные цели геостатистического анализа состояли в следующем:

- Оценить присутствие пространственной анизотропии минерализации. Это может быть сделано путем изучения направленных полувариограмм. Направленная анизотропия в месторождении имеет место, если полувариограммы в разных направлениях достигают полного порога на разных расстояниях между пробами.

- Оценить пространственную непрерывность золотой минерализации по главным направлениям анизотропии. Непрерывность распределения содержаний может быть оценена путем использования зон влияния полувариограмм, т.е. расстояний, на котором полувариограммы достигают полного порога (плато). Соответственно, содержания не могут быть оценены достоверно, если радиус поиска при интерполяции содержаний больше, чем зоны влияния полувариограмм.

- Получить параметры полувариограмм (эффект самородка, общий порог (силл) и зоны влияния), которые используются в качестве исходных параметров при интерполяции методом Ординарного Кригинга.

Все полувариограммы были рассчитаны и смоделированы, используя композитные интервалы проб. Перед проведением вариографии ураганные содержания золота в композитных пробах были ограничены выбранными значениями. Все значения 0 были заменены на порог чувствительности анализа. Все значения содержания золота ниже 0.05 г/т были исключены из процесса вариографии через фильтр.

Экспериментальные полувариограммы оценены на пробах, находящихся внутри каркасов рудных жил, при этом вариография считалась по каждой жиле. Оказалось, что корректное применение геостатистического подсчета моделированием по алгоритму Кригинга ограничено недостаточной обеспеченностью процедур по числу композитных проб. Наиболее представительная выборка по жиле Главная содержит лишь 2053 пробы, по другим телам их число значительно ниже. Исходя из геостатистического анализа по жиле Главная были определены размеры поискового эллипса для остальных жил. Эта жила имеет резко отличные от других элементы залегания. По ней был также проведен геостатистический анализ. Направления осей эллипса уточнялось для каждой жилы отдельно, в зависимости от их пространственного положения. При принятии такого решения учитывалось, что строение жил месторождения относительно простое – жилы выдержаны по простиранию, падению и мощности (вторая группа сложности геологического строения).

Вариограмма рассчитана по следующей формуле, реализованной в программе MicroMine.

$$\gamma(h) = \frac{\sum (C_i - C_{(i+h)})^2}{2 N} \quad (3.1)$$

где C_i – содержание золота в точке i ,

$C_{(i+h)}$ – содержание золота в точке, отстоящей на расстояние h от « i » пробы.

N – количество проб.

Вариограммы строились по трем ортогональным направлениям для оценки пространственной изменчивости минерализации в каждом из направлений.

На начальном этапе исследовались так называемая всенаправленные вариограммы, т.е. пары проб во всех направлениях, что дает понимание того, есть ли какая-либо закономерность в пространственном распределении минерализации. Всенаправленные вариограммы характеризуют общую ранговость и дисперсию популяций содержаний.

С целью определения ожидаемого эффекта самородка для значений содержаний золота были смоделированы экспериментальные полувариограммы вдоль траекторий скважин.

На втором этапе была определена главная ось анизотропии в плане.

Просматривая вариограммы по порядку, был выбран график с максимальной зоной влияния, который соответствует проекции главной оси вариограммы на горизонтальную плоскость или главному направлению простирания минерализации.

После определения азимута основного направления вариограммы оценивался его угол падения (или, если точнее сказать, угол погружения главной оси). Для этого было построена серия графиков в вертикальной плоскости (с одним и тем же азимутом, но под разными углами). В заключении подбирается модель вариограммы первой оси.

Для определения азимута и угла падения второй оси вариограммы в Micromine предусмотрен внутренний калькулятор, который проводит расчеты автоматически.

Третья ось полувариограммы определяется по умолчанию, как перпендикуляр по отношению к первым двум главным осям (также рассчитывается автоматически).

Все экспериментальные полувариограммы были экспоненциальные с одной структурой.

Полувариограммы вдоль выбранных основных направлений были затем смоделированы. Это сделало возможным оценить непрерывность распределения содержаний по трем основным направлениям.

Расчитанные экспериментальные полувариограммы с подобранными к ним теоретическими кривыми по каждому рудному телу показаны на рисунках 16В-18В приведенных в приложении В.

Таблица 4.2 - Параметры полувариограммы по ж. Главная месторождения Акбакай

Оси вариограммы	азимут	падение	Эффект самородка	порог	Зона влияния, м
Первая	94	0	0.620	0.323	32
Вторая	184	-73			25
Третья	184	17			7

Полученные зоны влияния полувариограмм были использованы для задания эллипсоида поиска. Направление и параметры эллипсоида поиска показаны в таблице 4.4 и приведены в приложении В. Они используются при проведении интерполяции содержаний по соответствующим рудным телам.

Из-за малых размеров зон влияния по вариограммам, применение Кригинга в моделировании не дает никаких преимуществ по сравнению с более простыми статистическими методами. Быстрее и проще использовать метод обратных расстояний. С учетом установленной вариации содержания золота по пробам в моделировании целесообразно применить третью степень в показателе влияния расстояния. Метод Кригинга в нашем случае использовался как контрольный.

4.9 Блочное моделирование

В пределах замкнутых каркасов рудных тел была создана блочная модель путём заполнения этих каркасов блоками заданного размера. Параметры блочных моделей приведены ниже в таблице. Смоделированные рудные тела месторождения показаны на рисунках 19В-23В приведенных в приложении В.

4.10 Интерполяция содержаний

Композитные пробы с содержанием золота были импортированы в пустую блочную модель и затем проинтерполированы, используя метод IDW (обратно пропорционально 3-й степени расстояния между пробами). Метод Ординарного Кригинга был использован для поддержки и заверки оценки ресурсов, сделанной методом IDW. Содержания золота были интерполированы два раза:

- В интерполяцию были взяты значения содержаний золота без подавления высоких проб.
- В интерполяцию были взяты значения содержаний с подавлением высоких содержаний значением 110 г/т.

При интерполяции был использован подход «оценки материнских блоков», то есть все субблоки в пределах одного материнского блока получали одно и тоже среднее содержание. Процесс ординарного Кригинга и IDW были использованы при различных значениях радиуса поиска, пока все блоки не были проинтерполированы. Радиусы поиска были определены по параметрам полувариограмм, которые определяли взвешивание проб методом Кригинга при определённых расстояниях. Первые радиусы поиска были равными двум третям зон влияния полувариограмм по направлениям: вдоль простирания, падения и по мощности жил. Те блоки модели, которые не получили содержание после первой интерполяции содержаний, были использованы для второй интерполяции с радиусом поиска равным 1. Блоки модели, которые не получили среднего содержания в результате первых двух интерполяций, были использованы в последующей интерполяции, для которой радиус поиска был равным 15 и более зонам влияния полувариограммы во всех направлениях.

Оба метода оценки содержаний золота – IDW и Ординарный Кригинг, использовали одинаковые параметры эллипсоида поиска.

Для повышения надёжности оценки средних содержаний при интерполяции блоков модели с использованием радиусов, не превышающих полные зоны влияния полувариограмм, применялось ограничение: блок мог быть оценён как минимум тремя пробами, принадлежащими не менее, чем двум выработкам (скважинам или бороздам). Стратегия интерполяции содержаний детально показана в таблице 4.5 приведенной в Приложении В.

При интерполяции использовался процесс декластирования путём разбиения эллипсоида поиска на четыре сектора. Наложение ограничения для каждого сектора было следующим: максимальное количество точек в секторе – 3 (для

интерполяции в каждом секторе были взяты только ближайšie к центру блока три пробы), минимальное общее количество точек при интерполяции с использованием радиусов, не превышающих одной зоны влияния полувариограммы – 3. Таким образом, максимальное количество проб, участвовавших в интерполяции – 12.

4.11 Классификация минеральных ресурсов

За основу геостатистического метода классификации приняты параметры эллипсоида поиска и интерполяции наряду с геологической интерпретацией генетической природы минерализации. Плотность разведочной сети учитывается косвенно в виде ограничений на количество скважин и проб, одновременно участвующих в интерполяции одного блока модели.

При разбивке запасов на категории учитываются также результаты оценки риска проведенных геологоразведочных работ, включая контроль качества опробования, выход керна, методика бурения, методика опробования керна и горных выработок, систематическая погрешность анализа, результаты контрольного опробования.

Риск, связанный с качеством проведения геологической разведки месторождения, аналитики, качеством использованной базы данных КМС оценивается незначительным.

Минеральные ресурсы классифицировались по интерполяциям:

Наиболее достоверные ресурсы относятся к первой интерполяции, их можно отнести к категории – «Измеренные» (Measured).

Ресурсы, полученные при второй интерполяции отнесены к категории – «Исчисленные» (Indicated).

Все остальные ресурсы отнесены к категории – «Предполагаемые» (Inferred).

Установлено, что лишь малая часть ресурсов, заключенных между поверхностью и горными выработками до глубины 400м классифицируются как Исчисленные. В тоже время степень разведанности ресурсов в пределах горизонтов горных работ является высокой, на что указывает непрерывное прослеживание рудных жил до выклинивания штреками по простиранию и колонковыми скважинами по плотной разведочной сети. Совершенно очевидно, что надежность этих ресурсов достаточно высокая, в связи с чем мы считаем принятие радиуса равным 1 для оценки Исчисленных ресурсов обоснованным.

4.12 Задание значений объемной массы

Значение объемной массы принято 2.73т/м³ для всего месторождения. Оно обосновано фактическим материалом. Укажем, что для всех других месторождений Акбакайского рудного поля объемная масса принята в 2.73т/м³.

4.13 Отчет по минеральным ресурсам

Отчёт по минеральным ресурсам месторождения основан на оцененном содержании золота в блочной модели, которая пространственно ограничена геологическими и статистическими параметрами. Отчёт по ресурсам приведен в стандартной таблице с разделением их по принятым бортовым содержаниям золота и степени достоверности. Оценка средних содержаний проведена с ограничением высоких проб и без их ограничения.

Содержание золота в микроблоках усредняется, поскольку в оценку среднего включается внутреннее разубоживание прилегающими более бедными пробами. Считается, что в добываемой руде содержание должно быть не менее оцененного в блоках, которое может быть достигнуто при тщательном геологическом контроле за выемкой руды. Итоговая таблица оценки минеральных ресурсов месторождения Акбакай показаны в таблице 4.6 и приведены в приложении В.

Из анализа таблицы сопоставления ресурсов видно, что ресурсы в целом по блочной модели соответствуют утвержденным запасам. По жилам, в которых сосредоточена большая часть запасов (Главная, Юбилейная, Пологая–1,) расхождение не превышает 30%, как по количеству руды, так и по содержанию. По жиле Пологая–6 ресурсы по блочной модели превышают запасы в два раза. Это обусловлено тем, что в ресурсы по блочной модели вовлечены значительная часть предполагаемых. Кроме этого, глубина подсчетных блоков в подсчете ГКЗ искусственно ограничена до горизонтов 76 - 16м, а блочная модель опирается на все пробы скважин с более глубоких горизонтов. Значительные расхождения по мелким жилам вызваны небольшим количеством проб, участвующих в подсчете.

Очевидно, просматривается, что содержание золота в руде по блочной модели ниже, чем в утвержденных запасах. Это связано с разным подходом к проблеме ограничения ураганных содержаний. С момента открытия месторождения и по сегодняшний день у специалистов нет единого мнения по решению этой проблемы.

4.14 Проверка модели

Полученная оценка ресурсов по методике оценки содержаний обратно пропорциональной 3-й степени расстояний между пробами – метод IDW проверена методом Ординарного Кригинга. (Оцененные этим методом ресурсы, таблица оценки минеральных ресурсов на примере жилы Главная показаны в таблице 4.7 и сравнение содержаний и запасов золота на примере жилы Главная, полученных методом Кригинга и IDW показаны в таблице 4.8 приведенных в приложении В).

Как видно из приведенных таблиц по сопоставлению ресурсов, расхождения в содержаниях золота, оцененных методом Ординарного Кригинга и IDW, незначительные, для жильного типа рудных тел они колеблются от 2.1% до 27.7%. Причем, расхождение тем больше, чем больше объемы рудных и соответственно меньше общее число проб участвующих в подсчете. Несколько

различаются ресурсы руды и золота до 10%. В целом сопоставимость ресурсов и их качества вполне удовлетворительное.

Расхождение содержаний существенно выше для более богатых руд в большую сторону по методу IDW, но при этом ресурсы руды по методу IDW получились несколько меньше. Ресурсы золота, оцененные обеими методами, полностью сопоставимы.

В целом расхождения небольшие, что подтверждает надежность оценки ресурсов по методу IDW.

4.15 Оценка рисков

Авторы настоящего отчета провели анализ риска результатов оценки минеральных ресурсов, связанного с геологическим пониманием, методологией подсчета ресурсов, качеством проведенных геологоразведочных работ, качеством опробования и пробирного анализа и качеством базы данных по золоторудному месторождению Акбакай, расположенному в Мойынкумском районе Жамбылской области

4.16 Геологическое понимание

Начало разведочных работ на месторождениях Акбакайского рудного поля относится к 1969г, когда было выявлено месторождение Акбакай, завершение разведочных работ считается 2004г с утверждением ресурсов в ГКЗ СССР по восточному флангу месторождения Акбакай.

За 30-ти летний период изучения золоторудных объектов Акбакайского рудного поля геологические условия месторождений, контроль оруденения, морфология рудных тел хорошо изучены, задокументированы и изложены в многочисленных отчетах по поисковым и разведочным работам и в научной литературе.

Рудные тела жильного типа контролируются разрывными структурами в основном субширотного направления, которые в сравнении со структурами в интрузивном штоке, имеют более сложную морфологию в связи с развитием их в анизотропной среде. Разломы четко контролируются тектоническим швом с глиной трения, с обеих сторон которого развиты тектонические брекчии по роговикам и ороговикованным осадочным породам. Эти брекчии жильного типа вдоль разломов и являются рудными телами, на них наложены процессы гидротермальной переработки – окварцевание, березитизация, кварцевые прожилки, жилы и линзы кварца и сульфидная минерализация с золотом и серебром.

Все рудные тела жильного типа имеют четкие геологические границы и выделяются в натуре визуально (кварцевые жилы, березиты, березитизированные и окварцованные породы). В экономических кондициях для оценки ресурсов установлен параметр для оконтуривания рудных тел в их геологических границах.

Описанное геологическое понимание месторождений рудного поля установлено большим объемом горных выработок и буровых скважин. Подземные горизонты горных выработок проходились через 60м по вертикали. На каждом горизонте основные рудные тела прослежены непрерывно штреками до полного выклинивания. По восстанию кварцевые жилы прослеживались в ограниченном количестве разведочных профилей восстающими выработками также непрерывно от горизонта к горизонту.

На месторождениях имеется подземный горизонт на глубинах 20-30м, горные выработки которого пройдены из разведочных шурфов.

Колонковое бурение проведено по разведочным профилям, расположенным через 80м, расстояние между скважинами по падению 40м. В местах сложной морфологии рудных тел проходились промежуточные профили с достижением плотности разведочной сети 40х40м.

В связи с изложенным, авторы не ожидают какого либо риска в искажении оценки минеральных ресурсов, связанного с неверным геологическим пониманием и неверной интерпретацией рудных тел жильного типа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Геологическое сопровождение добычных работ при отработке золоторудных жильных месторождений, и в частности месторождения Акбакай, а также анализ и 3д моделирование играют ключевую роль в разработке месторождений данного типа, позволяя обеспечить эффективную выемку полезного ископаемого, результатом которого является минимизирование значений потерь и разубоживания, а также эффективное планирование горных работ, обеспечивающую приемлемую себестоимость добычи. Что в свою очередь и является сутью данного дипломного проекта, а также доказывает ее актуальность.

Данная дипломная работа представляет из себя анализ и обработка геологических данных, полученных в результате опытной работы эксплуатационной геологической службы проекта Акбакай с использованием инновационных технологий. Работа включает в себя четыре основных главы, третья и четвертая из которых, являются специальной частью дипломного проекта.

В первой и второй главе соответственно описана общая информация о месторождении Акбакай, а также дается геологическая характеристика, а именно данные о тектонике, стратиграфии, магматизме и др.

В третьей главе представлена используемая на месторождении система разработки, ее геологическое сопровождение и контроль с использованием современных технологий и программных обеспечений. Тем самым улучшая качество обработки полученной геологической информации.

В четвертой главе соответственно использовалась трехмерная модель рудных тел месторождения Акбакай на основе геологоразведочных и эксплуатационных данных, построенная на представительном фактическом материале, накопленном на сегодняшний день. Проведен детальный анализ геологического строения месторождения и контроля рудных тел жильного типа. Основным выводом из анализа следует: рудные тела жильного типа имеют четкие геологические границы, которые были использованы для интерпретации минерализации по всем жилам месторождения Акбакай. Также было проведено сопоставление данных разведки и разработки месторождения. Приводится по вариантный подсчет запасов, технико-экономические расчеты по обоснованию кондиций. Таким образом, в основу интерпретации золотого оруденения месторождения была положена не только аналитическая информация по керну буровых скважин и бороздовому опробованию канав и подземных горных выработок, но и данные четкого геологического контроля, отображенные на геологических планах и разрезах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Малахов В.В. Отчет по геологическому моделированию, оценке минеральных ресурсов золотосодержащих руд месторождения Акбакай / Под ред. С. Лопарев- генеральный директор «М-ГЕОПРОЕКТ», 2010. С.32-96.

2 Геологическая карта Кенгир-Акбакайского рудного поля, планы опробования горизонтов. Вертикальные проекции рудных тел, геологические разрезы по профилям. Обзорная карта месторождения Акбакай/ Технико-экономическое обоснование промышленных кондиций для оставшихся в недрах запасов по месторождению Акбакай по состоянию на 01.01.2013 г. Книга-1. Малахов В.В. Директор ТОО «Маралды Минерал». Курячий С.И. ведущий геолог. С.22-38.

3 Регламент процесса «Геологическое сопровождение при отработке месторождения Акбакай подземным и открытым способами/ Крупник В.М.- главный геолог Алтыналмас, А.Г. Комлев- Ведущий инженер по горным работам ППО Алтыналмас , 2014год, С.10-18.

4 Процедура ведения рудного контроля при подземной разработке месторождения Акбакай.

5 Инструкция по методике моделирования узкожилых рудных тел месторождения Абакай и Бескмпир/ Крупник В.М.-главный геолог Алтыналмас, А.Г. Комлев- Ведущий инженер по горным работам ППО Алтыналмас , 2014год, С.7-21.

6 Инструкция по ведению базы данных геологических работ Акбакайского филиала Крупник В.М.-главный геолог Алтыналмас, Сырлыбаев А.- Главный геолог Алтыналмас , 2018год, С.1-25.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЦЕЛЯХ ДАННОГО ДОКУМЕНТА

В данной дипломной работе применялись термины и определения, установленные законами Республики Казахстан «О техническом регулировании», «О промышленной безопасности на опасных производственных объектах», а также следующие термины и определения:

- Горная выработка – сооружение в недрах Земли или на ее поверхности, созданное в результате ведения горных работ и представляющее собой полость в массиве.

- Капитальные выработки- выработки, проведенные за счет капитальных вложений и числящиеся на балансе основных фондов.

- Подготовительные выработки - выработки, проведенные в процессе подготовки шахтного поля к очистной выемке.

- Система разработки месторождений – это порядок проведения во времени и пространстве подготовительных, нарезных и очистных выработок.

- Очистное пространство – пространство, образующееся в результате извлечения полезных ископаемых очистными работами.

- Горизонт – совокупность выработок, расположенных на одном уровне и предназначенных для осуществления в процессе выемки полезных ископаемых определенных операций, необходимых для ведения горных работ.

- Восстающий – вертикальная или наклонная горная выработка, предназначенная для проветривания, передвижения людей, спуска полезного ископаемого, породы, доставки материалов и оборудования, подачи энергии и воды.

- Блок – при разработке рудных месторождений подземным способом- выемочная единица в пределах этажа горизонта.

- Схема вскрытия -это размещение различных по назначению и расположению вскрывающих выработок.

- Маркшейдерская привязка – графически оформленное горнотехническое решение совокупности линейных и угловых измерений выполненных в горных выработках с целью обеспечения проектных требований к пространственному расположению восстающих выработок относительно маркшейдерских планов.

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

На дипломную работу Кунпеисова Марат Куанышбековича
Специальность 5В070600 - Геология и разведка месторождений
полезных ископаемых

Тема: Геологическое сопровождение добычных работ при отработке
месторождения Акбакай в Мойынқумском районе Жамбылской области. 3D
моделирование рудных тел.

Цель дипломной работа состоит в анализе и обработке геологических данных, полученных в результате опытной работы эксплуатационной геологической службы проекта Акбакай с использованием инновационных технологий.

Дипломная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка используемой литературы из 8 наименований. Всего 35 страниц текста, 10 графических приложений. Автором дипломной работы был проанализирован и обработан определенный объем геологических материалов, научных трудов из открытых источников. Было изучено геологическое строение исследуемого района: литолого-стратиграфия разреза, тектоника, магматизм, гидрогеология, что вошло в первую и вторую главу дипломной работы. Третья глава работы посвящена используемой на месторождении системе разработки, ее геологическому сопровождению и контролю с использованием современных технологий и программных обеспечений. Четвертая глава является специальной главой, полностью составленной самостоятельно на базе имеющегося материала и опыта дипломанта. Здесь показаны этапы и стадии разработки трехмерной модели рудных тел месторождения Акбакай на основе геологоразведочных и эксплуатационных данных, построенная на представительном фактическом материале, накопленном на сегодняшний день. Проведен детальный анализ геологического строения месторождения и контроля рудных тел жильного типа.

При подготовке дипломной работы Кунпеисов Марат успешно применил теоретические знания, накопленные за эти годы в университете и опыт производственной работы на предприятии. По-моему мнению, тема дипломной работы раскрыта полностью и составлена в соответствии со всеми требованиями на высоком уровне. Дипломная работа Кунпеисова Марата может быть рекомендован к защите с присвоением ему академической степени бакалавра техники и технологии по специальности 5В070600 – Геология и разведка месторождений полезных ископаемых.

Научный руководитель
Зав. кафедрой «Геологическая съемка, поиски и разведка МПИ,
доктор PhD, ассоц.профессор  Бекботаева А.А.
«16» марта 2021 г.

Метаданные

Подразделение
ИГНИГД

Список возможных попыток манипуляций с текстом

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся манипуляций в тексте, с целью изменить результаты проверки. Для того, кто оценивает работу на бумажном носителе или в электронном формате, манипуляции могут быть невидимы (может быть также целенаправленное вписывание ошибок). Следует оценить, являются ли изменения преднамеренными или нет.

Замена букв		1
Интервалы		0
Микропробелы		0
Белые знаки		0

Объем найденных подоби

Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



25
Длина фразы для коэффициента подобия 2



9845
Количество слов



81432
Количество символов

Подобия по списку источников

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы: **Автор:** Кунпеисов Марат Куанышбекович

Название: Геологическое сопровождение добычных работ при отработке месторождения Акбакай в Мойынкумском районе Жамбылской области.

3D моделирование рудных тел.

Координатор: Бекботаева Алма Анарбековна

Коэффициент подобия 1: 12.03%

Коэффициент подобия 2: 7.22%

Замена букв:1

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. Обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

25.03.2021 г.



Бекботаева А.А.

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Кунпеисов Марат Куанышбекович

Название: Геологическое сопровождение добычных работ при отработке месторождения Акбакай в Мойынкумском районе Жамбылской области.

3D моделирование рудных тел.

Координатор: Бекботаева Алма Анарбековна

Коэффициент подобия 1: 12.03%

Коэффициент подобия 2: 7.22%

Замена букв:1

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки: 0

После анализа отчета отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;

обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;

обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

Дата 25.03.2021

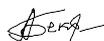


Подпись заведующего кафедрой
Бекботаева А.А.

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Диплом допускается к защите перед государственной комиссией.

Дата 25.03.2021



Подпись заведующего кафедрой
Бекботаева А.А.

Приложение А

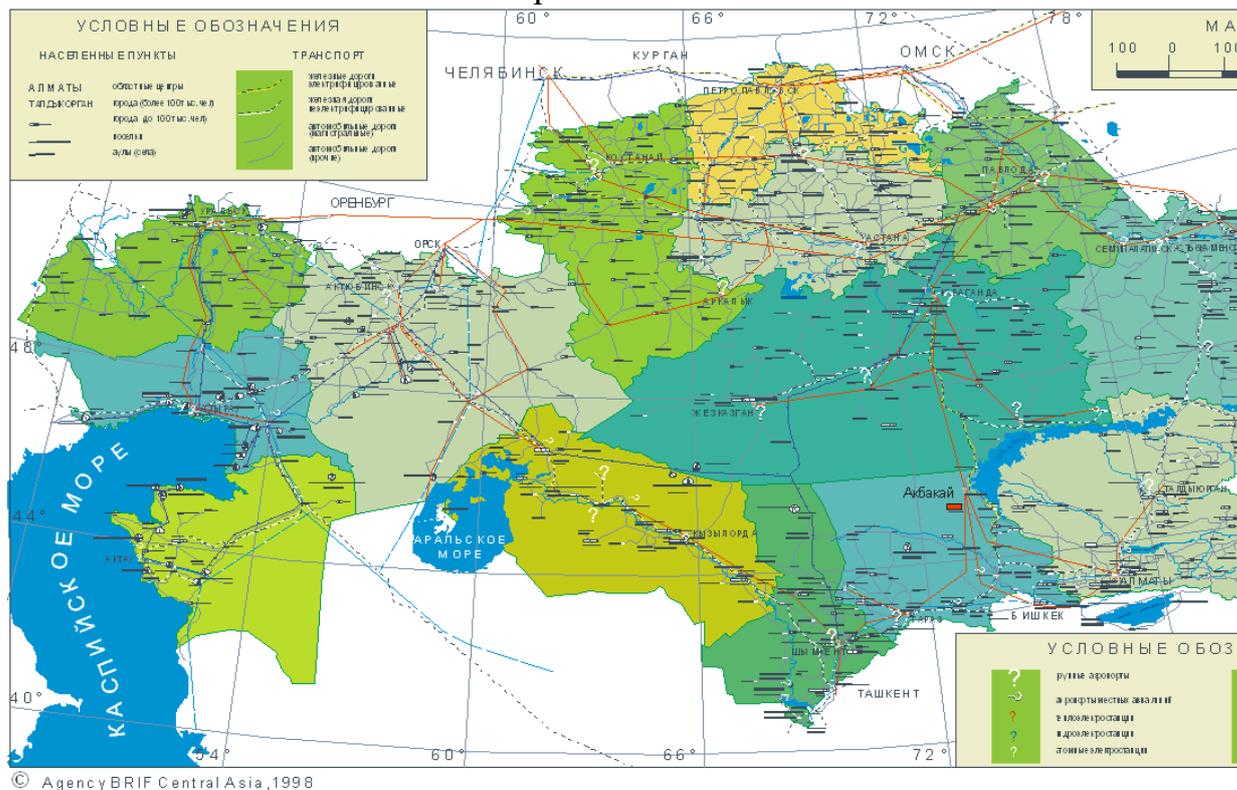


Рис 1. Обзорная карта

Рисунок А1 - Обзорная карта района работ

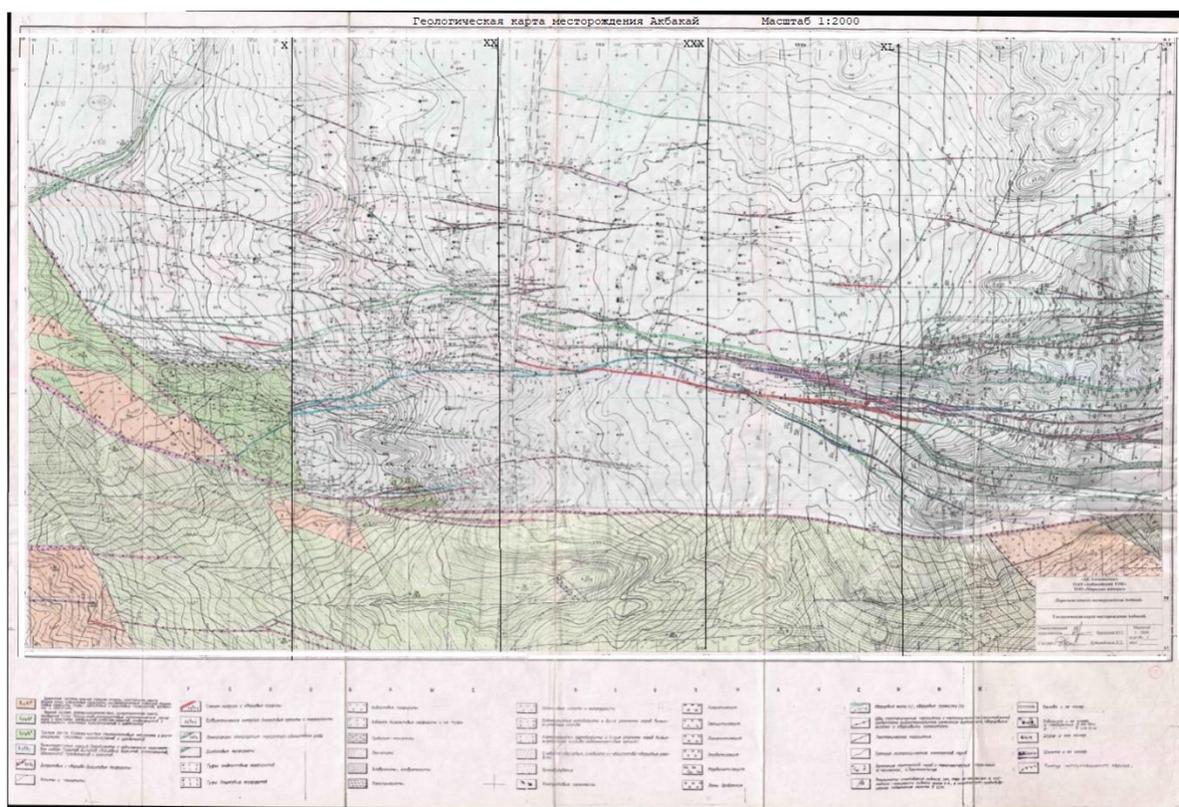


Рисунок А2 - Геологическая карта месторождения Акбакай

Приложение Б

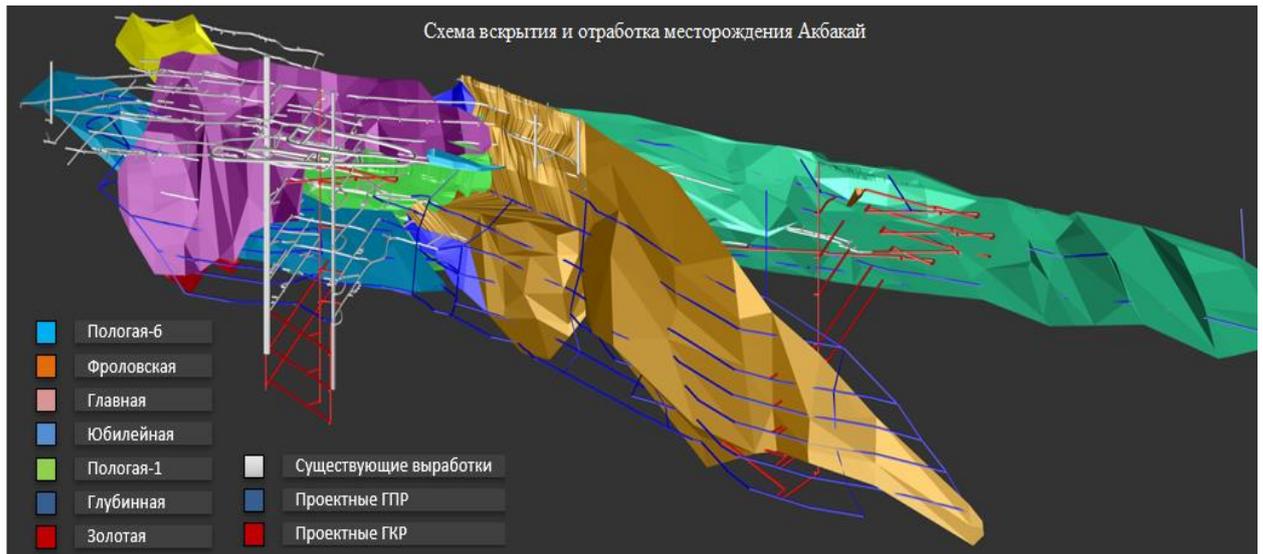


Рисунок 1Б - Схема вскрытия и отработка месторождения Акбакай (вид с юго-востока на северо-запад)

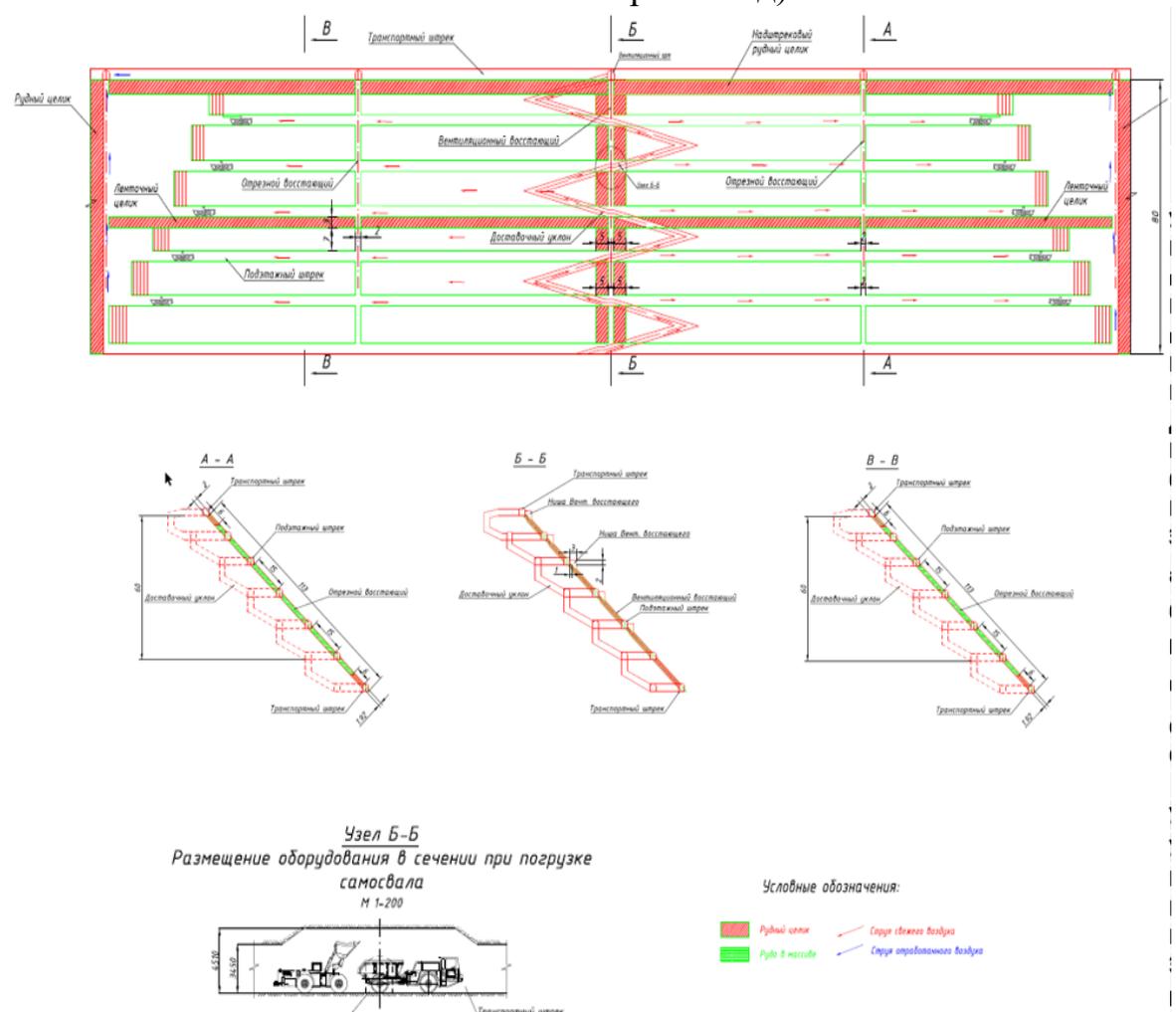


Рисунок 2Б - Подэтажно-камерная система разработки с торцевым выпуском руды

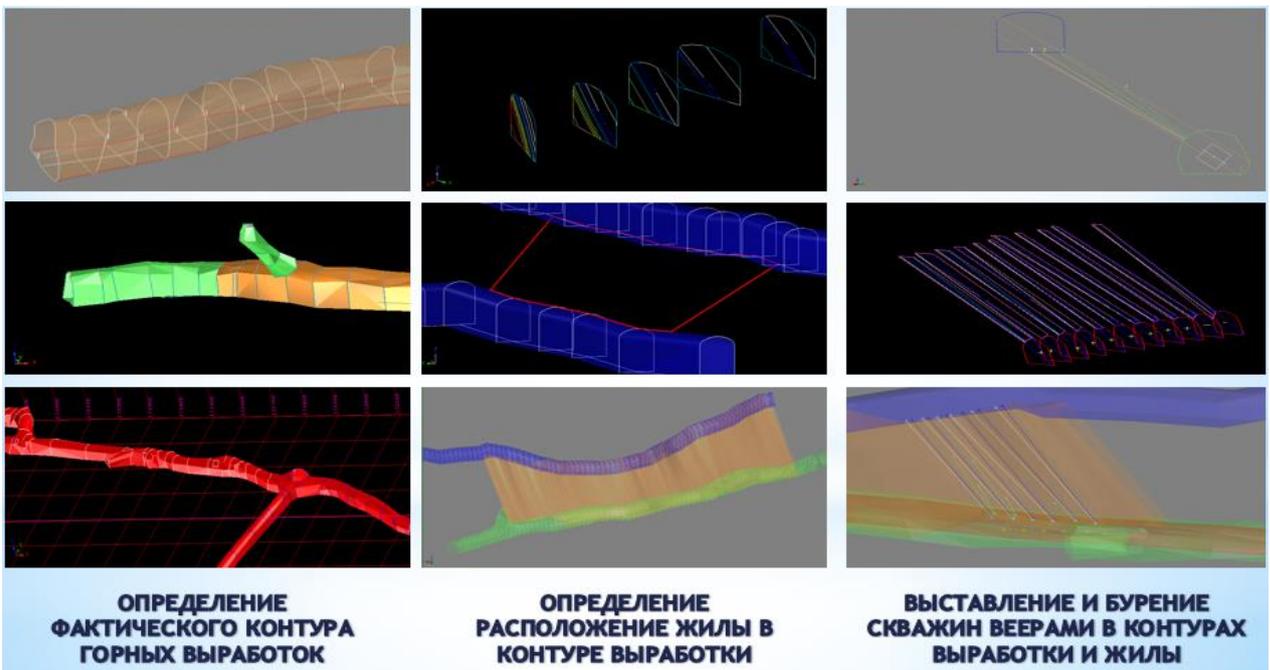


Рисунок 3Б - Пример маркшейдерской съемки выработки и контуров руды в выработке

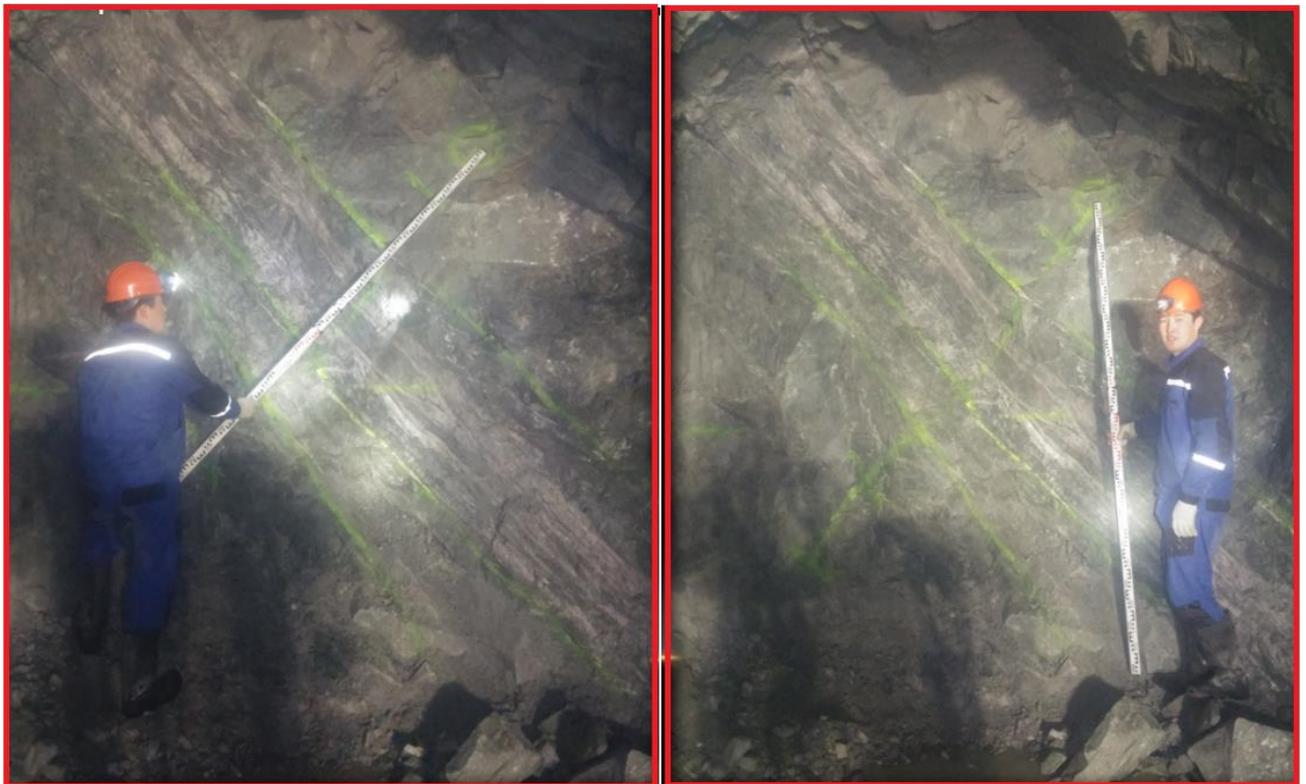


Рисунок 4Б - Осуществление отбора геологических проб борздовым способом по размеченным интервалам

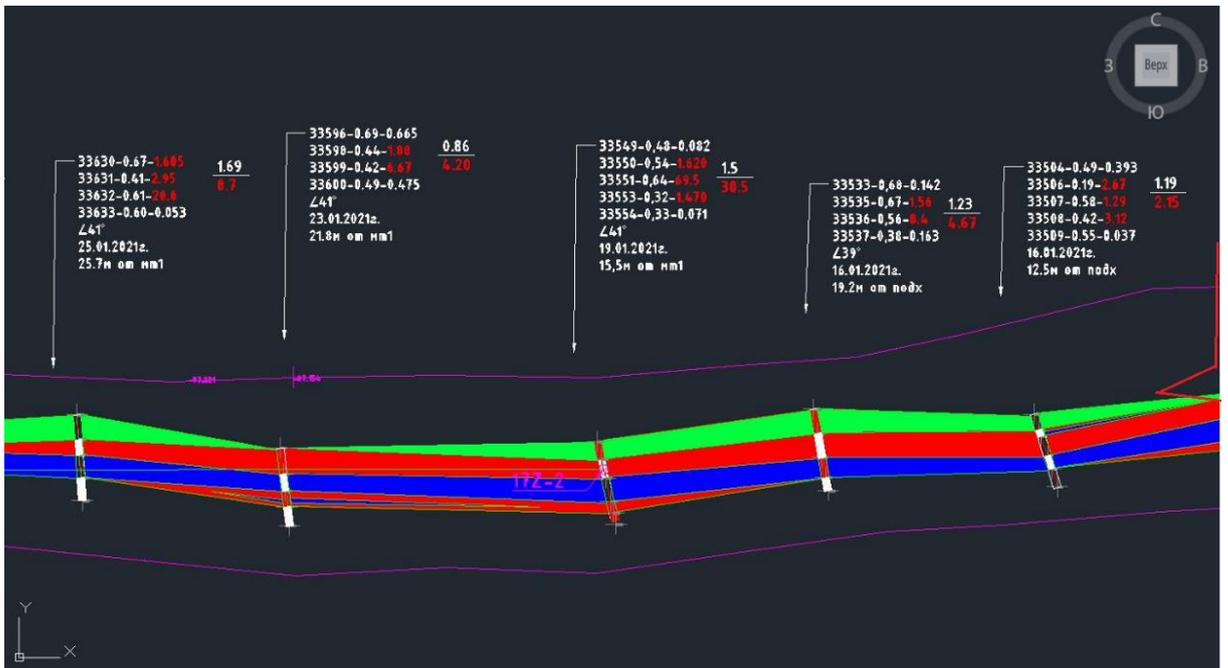


Рисунок 5Б - План опробования в формате AutoCAD. Наименование борозды и «выноска о сведениях борозды»

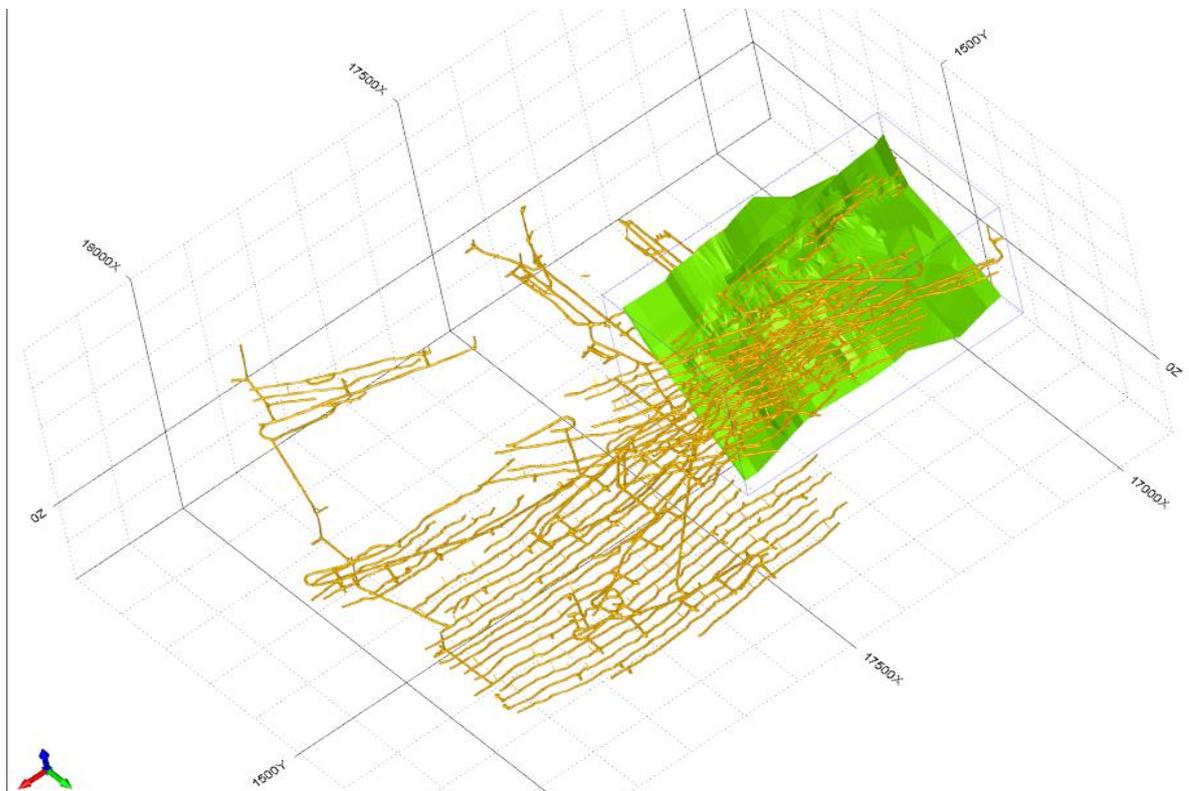


Рисунок 6Б - Каркасная модель жилы Золотая

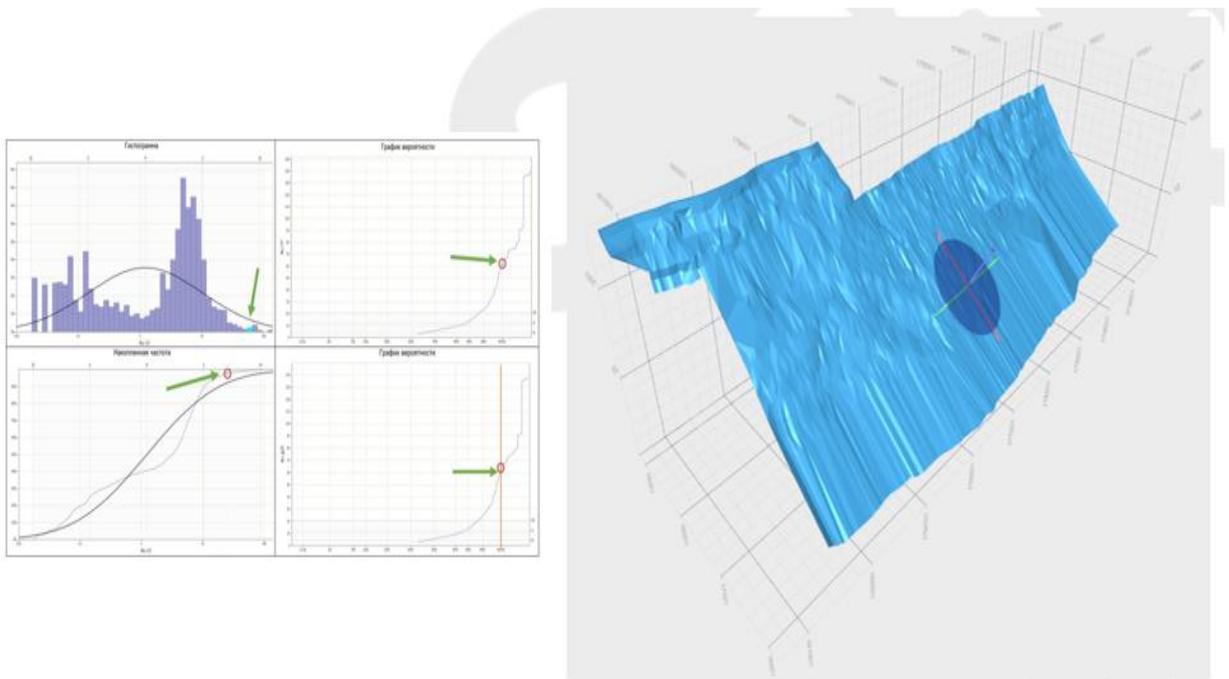


Рисунок 7Б - Методы геостатистики с помощью горно-геологической информационной системы Micromine на примере каркасной модели

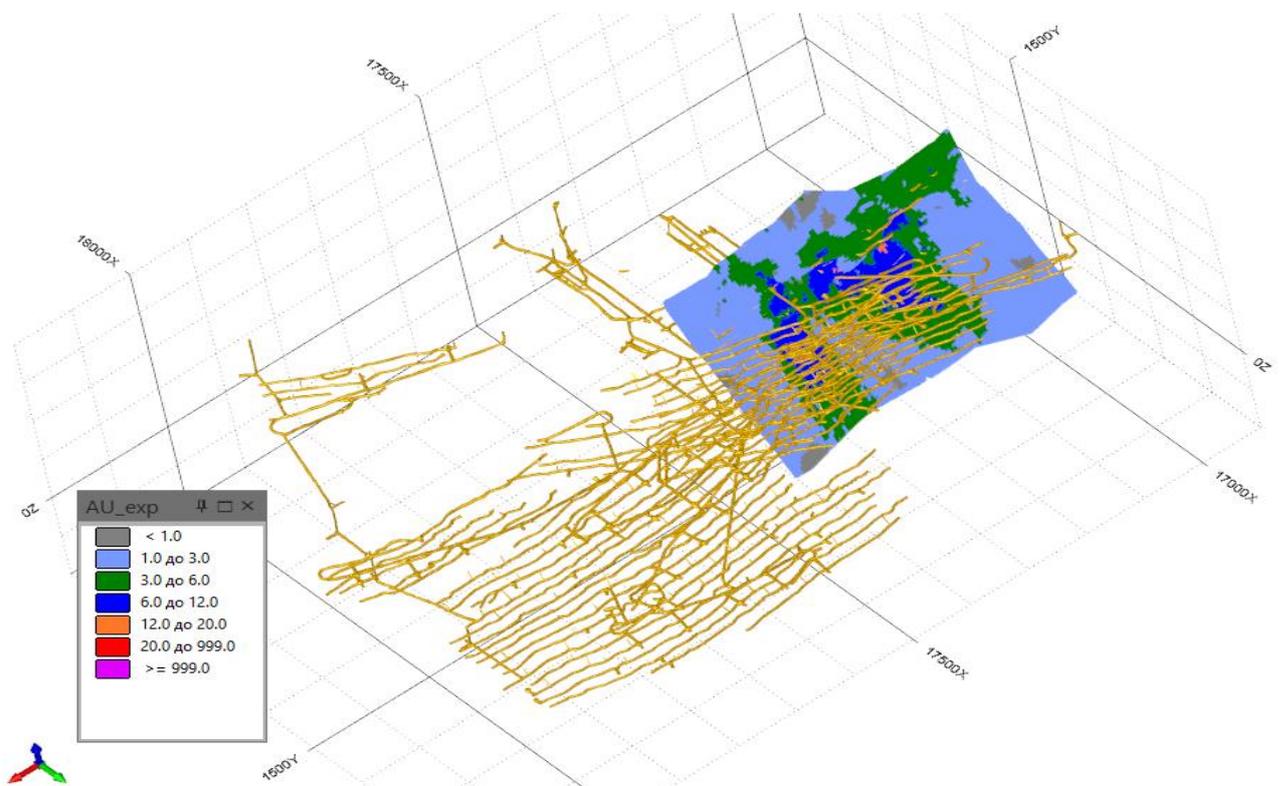
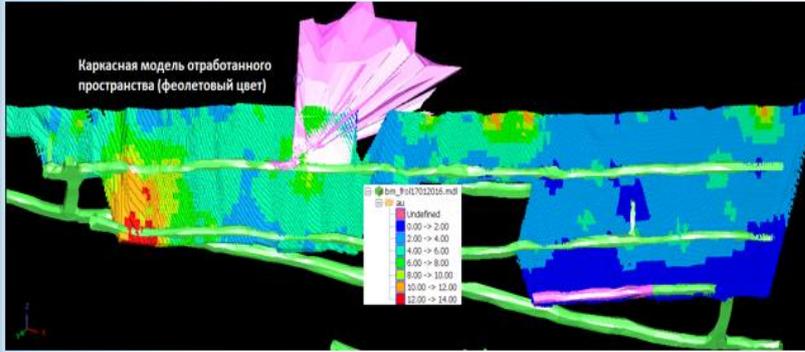


Рисунок 8Б - Блочная модель рудного тела

Подэтажный штрека №1 по ж. Пологая гор. +40 м (гор.460м)



Разрезы по жиле Пологая отработанного пространства



Справка по Балансовой руде согласно Блочной модели

	Объём	Тонны	Au
	м	ы	
По данным рудного контроля	571	1558	5.92

Справка по товарной руде согласно Блочной модели

	Объём	Тонны	Au
	м	ы	
По данным рудного контроля	729	1991	4.37

Итого по результатам сканирование:

Потери	Разубоживание	Погашение бал. запасов.
%	%	тн
4.88	25.77	2 638

Рисунок 9Б - Пример съемки отбитых вееров лазерным сканером MINEi –CMS и справки по участку

Приложении В

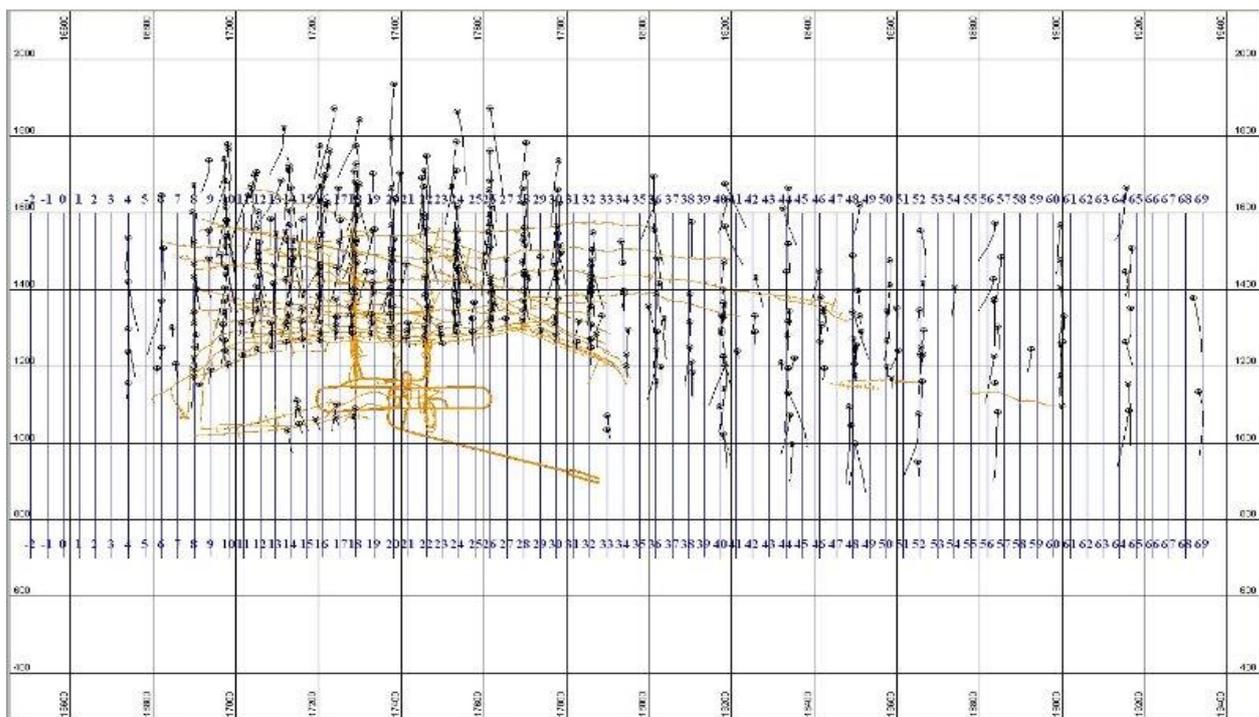


Рисунок 1В - План расположения скважин, проекция горных выработок на горизонтальную плоскость и линии разведочных профилей

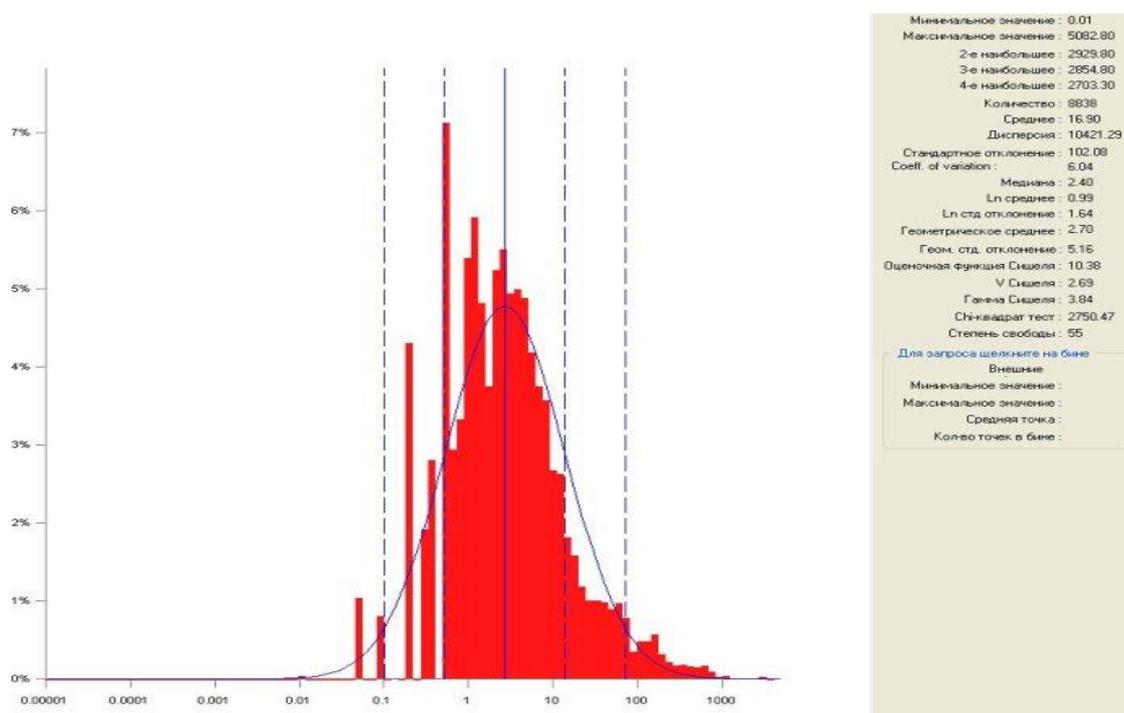


Рисунок 2В - Гистограмма для значения логарифмов содержаний золота во всех пробах

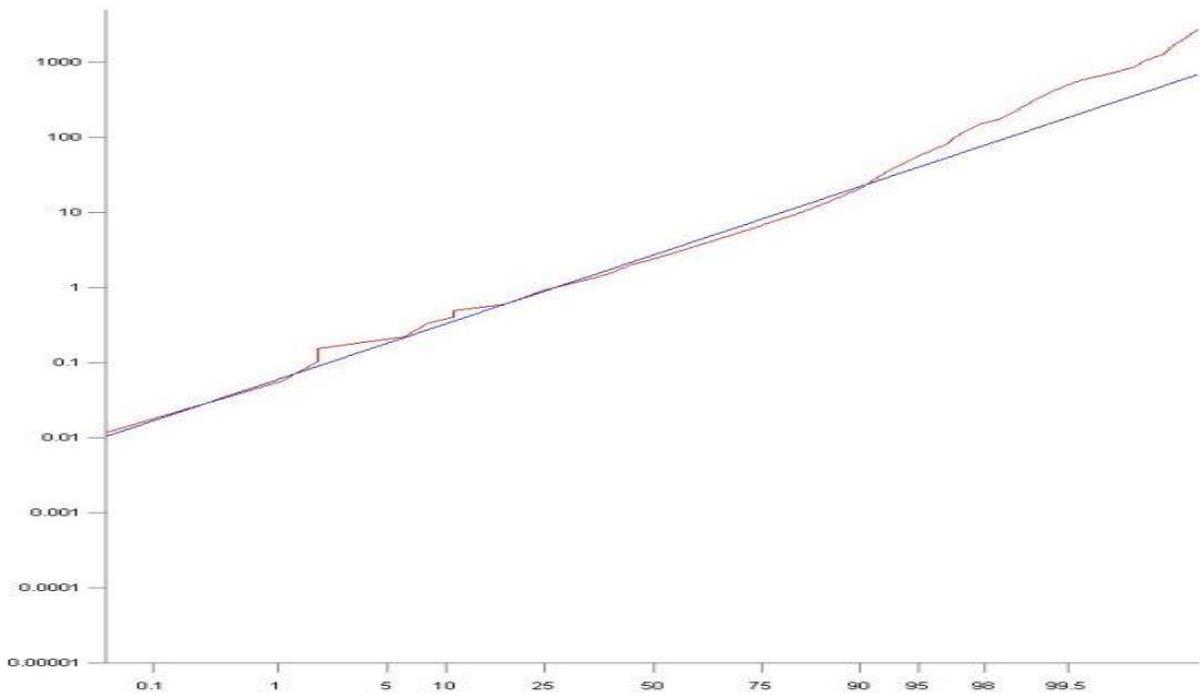


Рисунок 3В - График вероятности для значения логарифмов содержаний золота во всех пробах

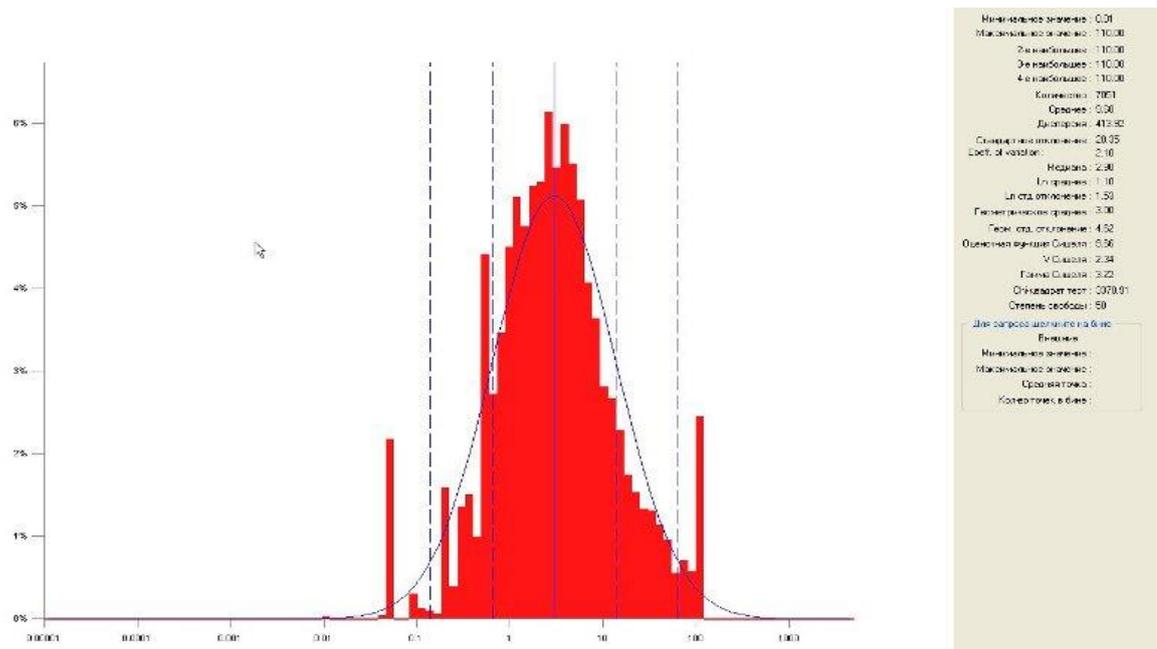


Рисунок 4В - Гистограмма для значения логарифмов содержаний золота во всех композитных 1м пробах в приложении В

Жила Главная

НОРМАЛЬНАЯ СТАТИСТИКА по золоту

Минимальное значение, г/т	0
Максимальное значение, г/т	1888
Кол-во точек	2535
Среднее	25.94 г/т
Дисперсия	8391
Стандартное отклонение	91.60

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА по золоту

Кол-во точек	2514
Среднее натуральных логарифмов -	1.39
Геометрическое среднее	4.01
Ст. откл. нат. лог.	1.80

При статистическом анализе проб установлено наличие выдающихся содержаний золота. В 150 пробах содержание золота превышает 100 г/т. Два наибольших значения составляют 1888 и 1361 г/т. Максимальное значение заменено на 110 г/т в соответствии со статистическим анализом, проведенным специализированной организацией в 2003г по всему массиву проб акбакайского рудного поля.

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА по золоту в композитных пробах

Кол-во точек	2053
Среднее натуральных логарифмов	1.56
Геометрическое среднее	4.74
Станд. откл. нат. лог.	1.64
V Сиселя	2.70
Гамма Сиселя	3.85

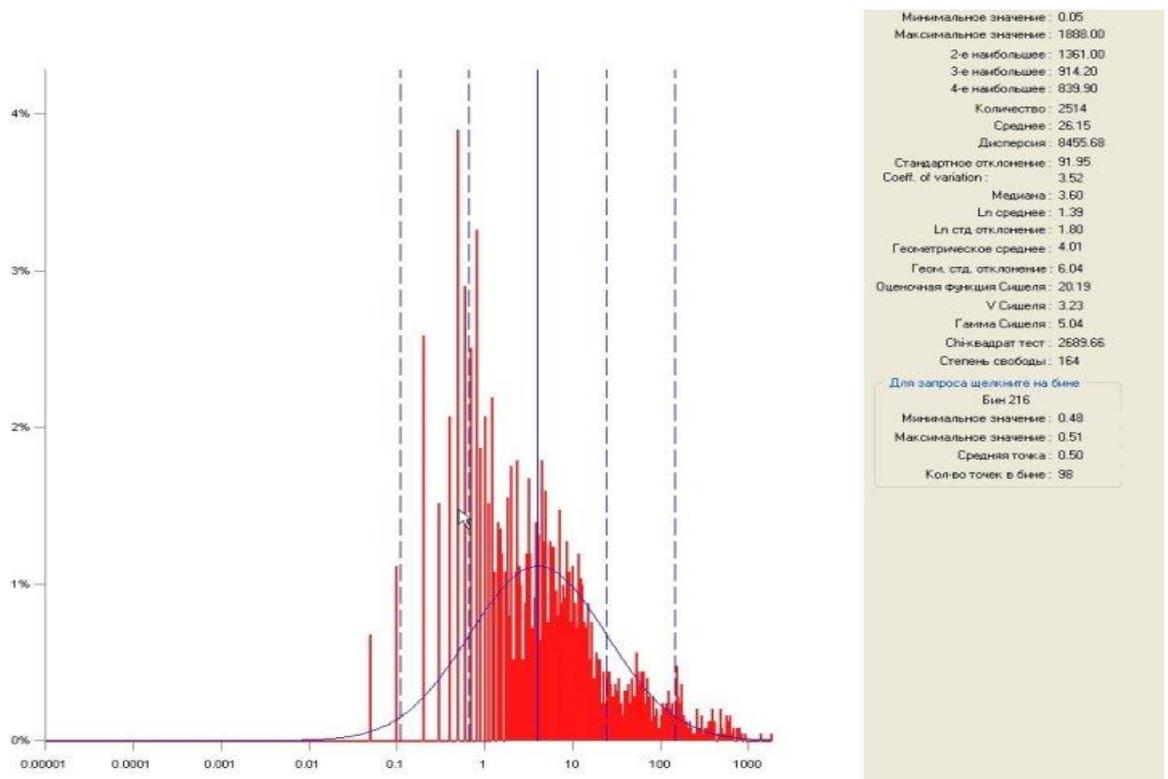


Рисунок 5В - Гистограмма для значения логарифмов содержаний золота во всех пробах жилы Главная

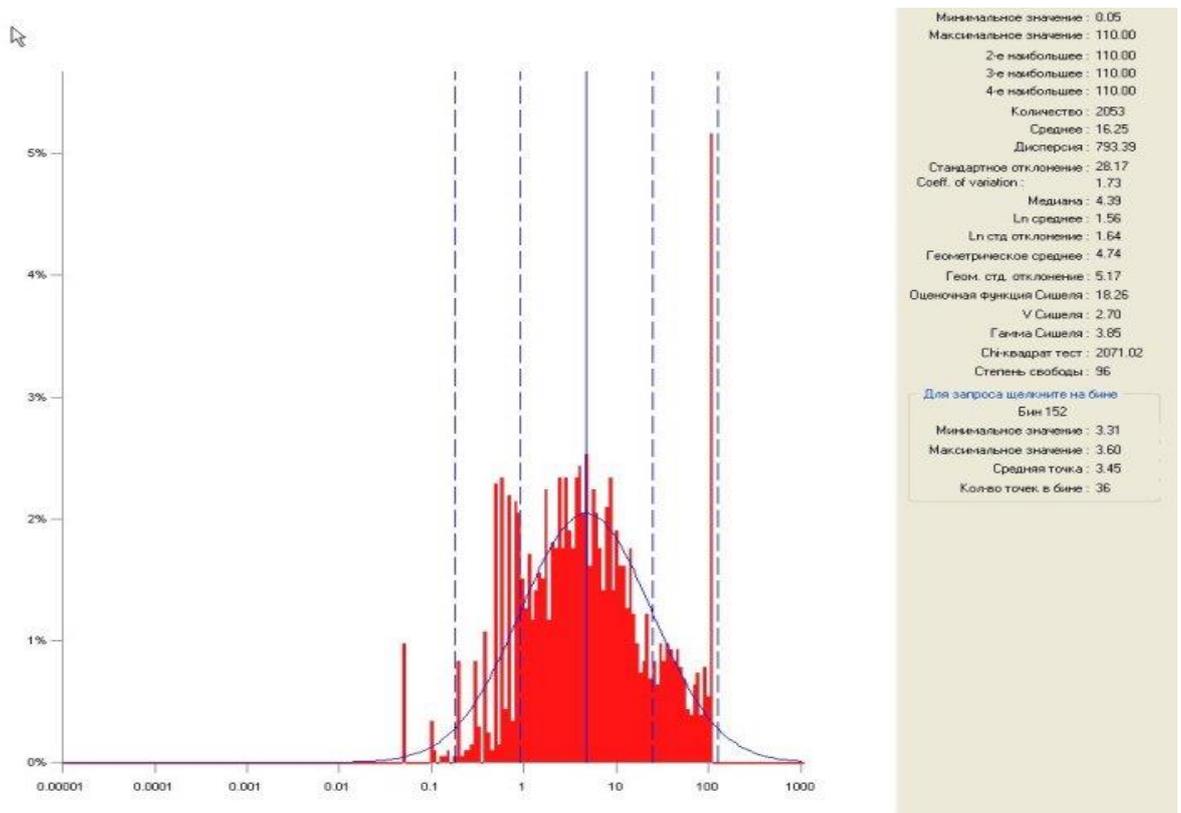


Рисунок 6В - Гистограмма для значения логарифмов содержаний золота в композитных пробах в пределах жилы Главная

Жила Золотая

НОРМАЛЬНАЯ СТАТИСТИКА по золоту

Минимальное значение, г/т	0.00
Максимальное значение, г/т	58.4
Кол-во точек	46
Среднее	4.66 г/т
Дисперсия	77.26
Стандартное отклонение	8.79

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА по золоту

Кол-во точек	46
Среднее натуральных логарифмов	0.50
Геометрическое среднее	0.95
Ст. откл. нат. лог.	1.02
V Сиселя	1.02
Гамма Сиселя	1.65

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА по золоту в композитных пробах

Кол-во точек	52
Среднее натуральных логарифмов	1.14
Геометрическое среднее	3.13
Станд. откл. нат. лог.	0.97
V Сиселя	0.93
Гамма Сиселя	3.33

При статистическом анализе проб не установлено наличие выдающихся содержаний золота. Два наибольших значения составляют 58.4 и 21.1 г/т.

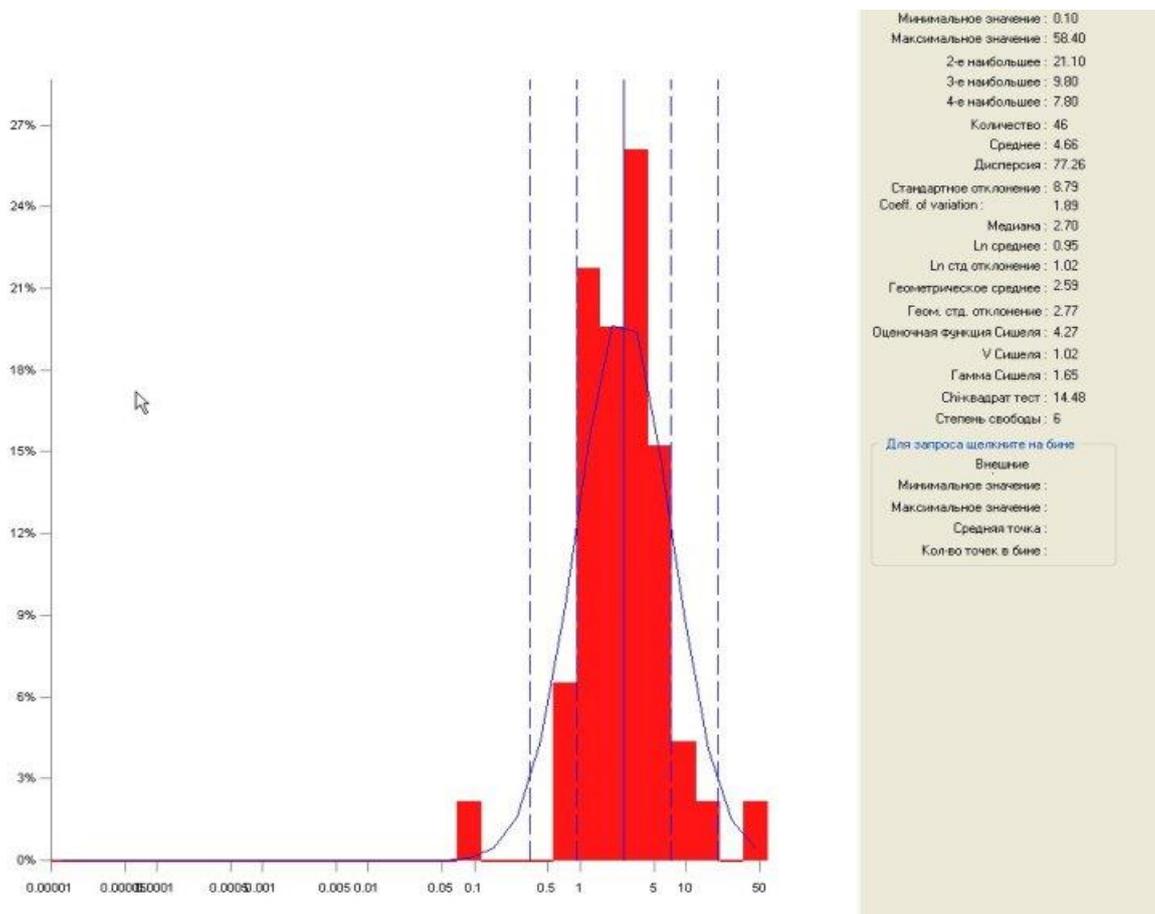


Рисунок 7В - Гистограмма для значения логарифмов содержаний золота во всех пробах жилы Золотая

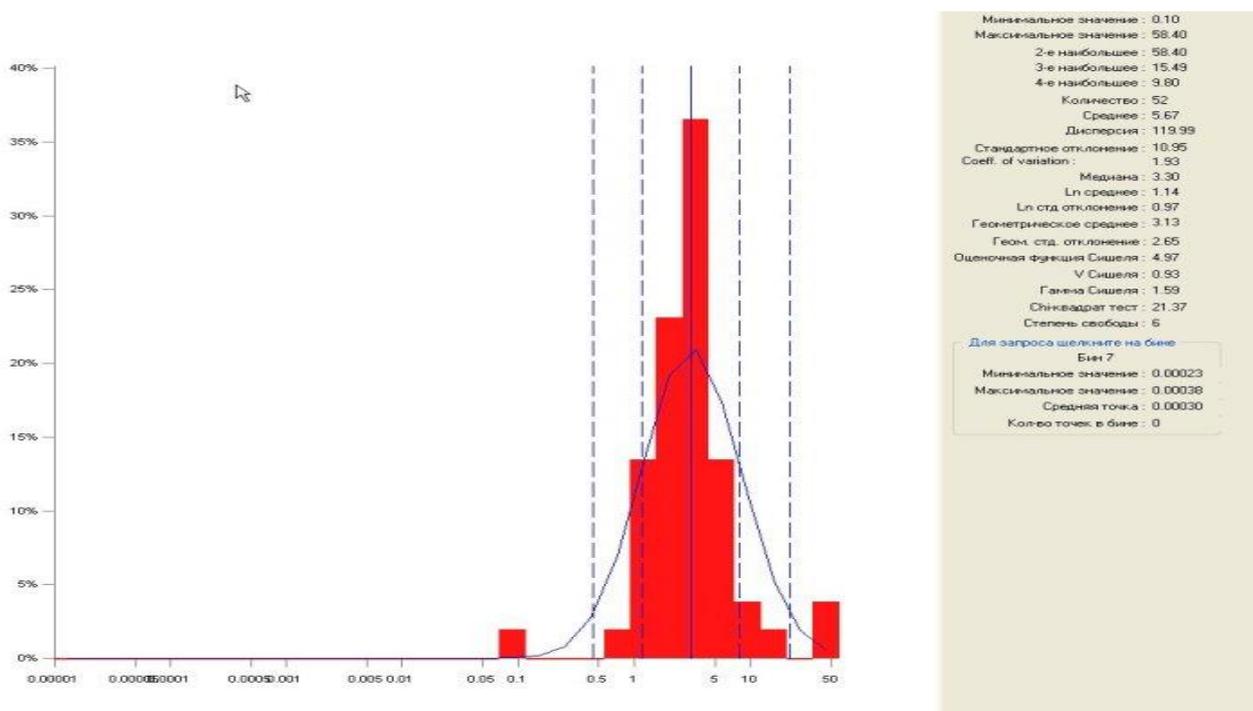


Рисунок 8В - Гистограмма для значения логарифмов содержаний золота в композитных пробах в пределах жилы Золотая

Жила Юбилейная

НОРМАЛЬНАЯ СТАТИСТИКА по золоту

Минимальное значение, г/т	0
Максимальное значение, г/т	800.41
Кол-во точек	417
Среднее	9.96 г/т
Дисперсия	2400.83
Стандартное отклонение	49.00

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА по золоту

Кол-во точек	412	
Среднее натуральных логарифмов -		0.53
Геометрическое среднее		1.69
Ст. откл. нат. лог.		1.82
V Сиселя		3.31
Гамма Сиселя		5.24

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА по золоту в композитных пробах

Кол-во точек	339
Среднее натуральных логарифмов	0.71
Геометрическое среднее	2.03
Станд. откл. нат. лог.	1.81
V Сиселя	3.28
Гамма Сиселя	5.15

При статистическом анализе проб установлено наличие выдающихся содержаний золота. В 6 пробах содержание золота превышает 100 г/т. Два наибольших значения составляют 800 и 417 г/т. Максимальное значение заменено на 110 г/т в соответствии со статистическим анализом, проведенным специализированной организацией в 2003г по всему массиву проб акбакайского рудного поля.

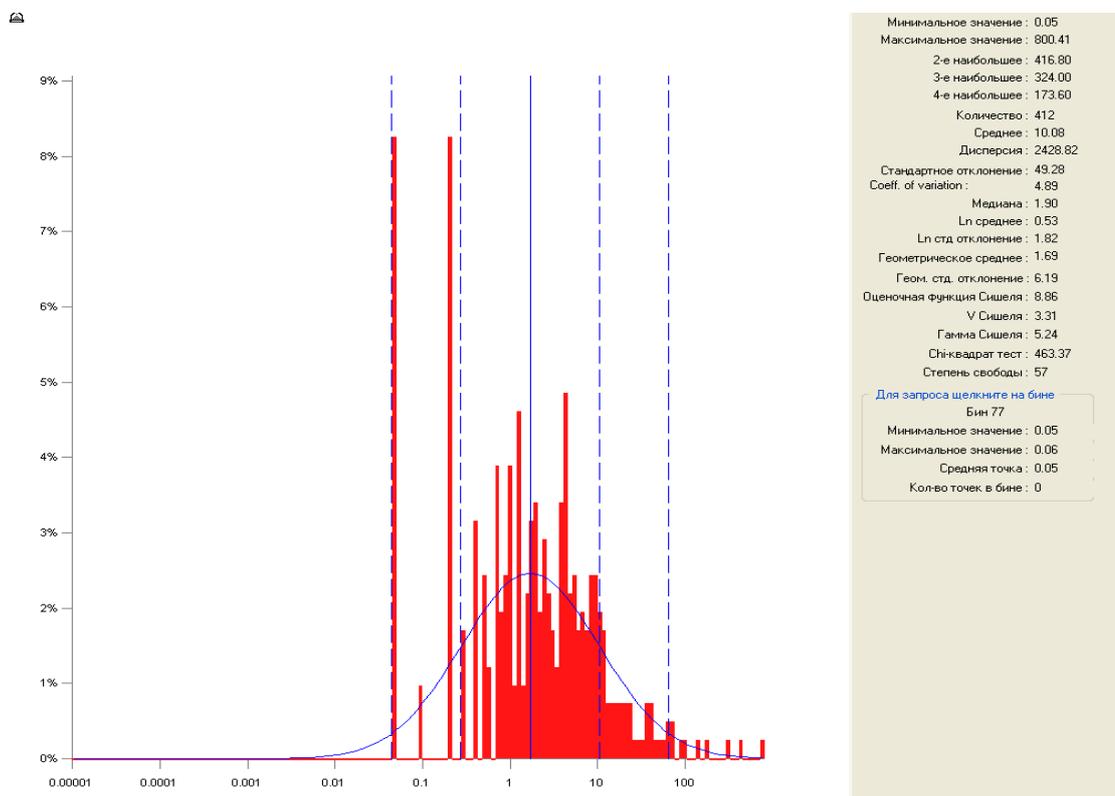


Рисунок 9В. Гистограмма для значения логарифмов содержаний золота во всех пробах жилы Юбилейная

Жила Пологая-1

НОРМАЛЬНАЯ СТАТИСТИКА по золоту

Минимальное значение, г/т	0
Максимальное значение, г/т	2854.8
Кол-во точек	1895
Среднее	17.52 г/т
Дисперсия	13118.13
Стандартное отклонение	114.53

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА по золоту

Кол-во точек	1877
Среднее натуральных логарифмов -	1.03
Геометрическое среднее	2.81
Ст. откл. нат. лог.	1.58
V Спешеля	2.50
Гамма Спешеля	3.48

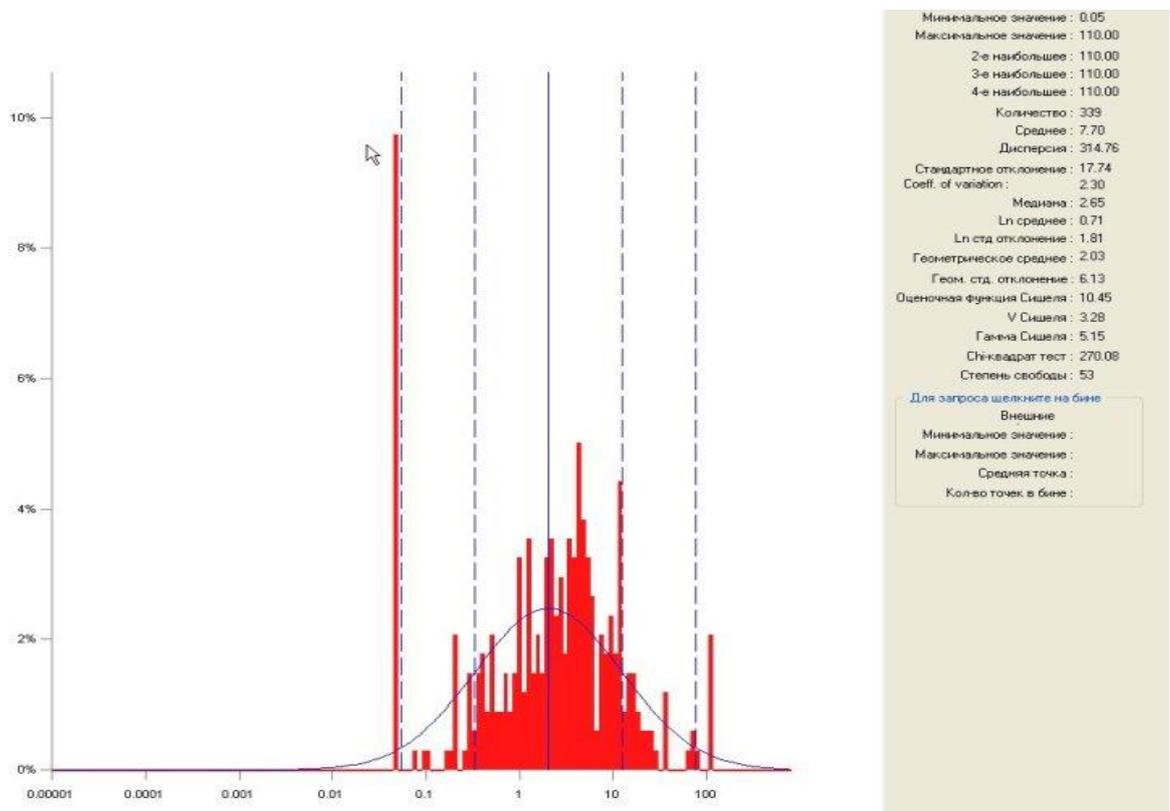


Рисунок 10В - Гистограмма для значения логарифмов содержаний золота в композитных пробах в пределах жилы Пологая 1

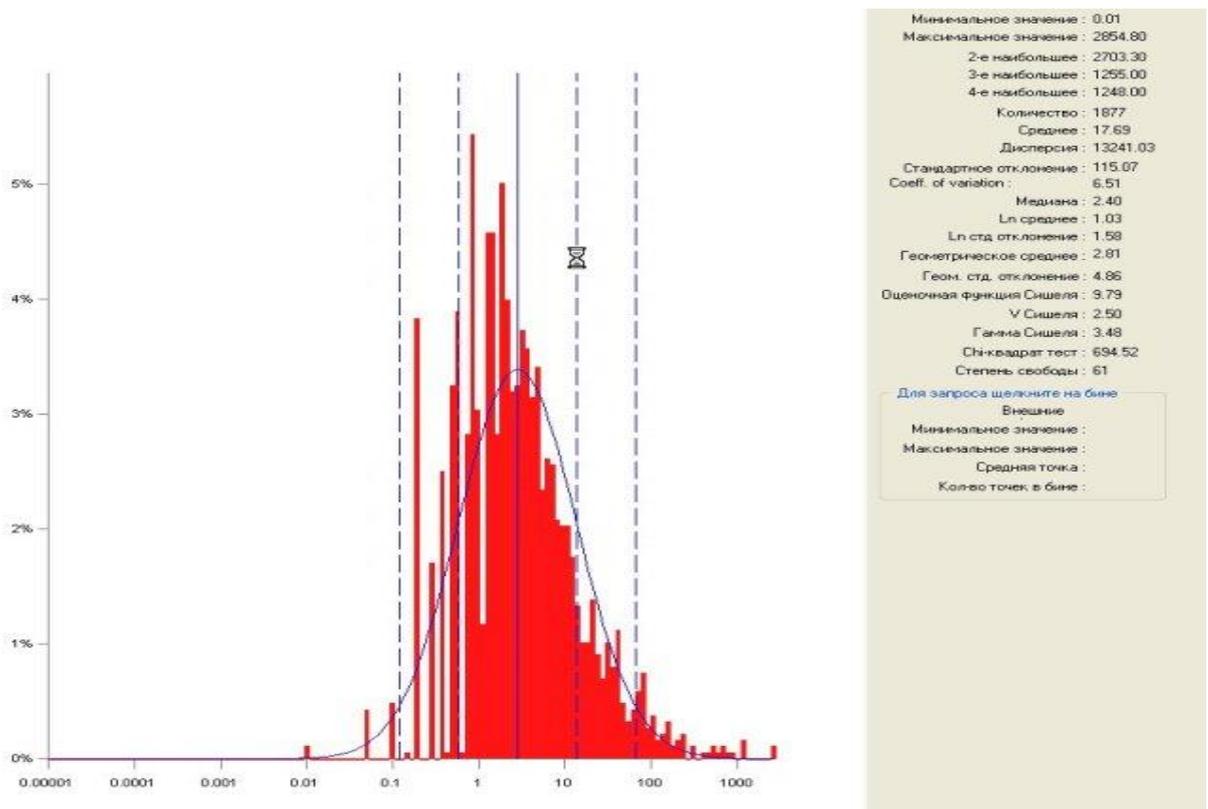


Рисунок 11В - Гистограмма для значения логарифмов содержаний золота во всех пробах жилы Пологая-1

Жила Пологая-6

НОРМАЛЬНАЯ СТАТИСТИКА по золоту

Минимальное значение, г/т	0.00
Максимальное значение, г/т	706
Кол-во точек	2004
Среднее	5.65 г/т
Дисперсия	768
Стандартное отклонение	26.53

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА по золоту

Кол-во точек	1928
Среднее натуральных логарифмов	0.71
Геометрическое среднее	2.04
Ст. откл. нат. лог.	1.28
V Сиселя	1.63
Гамма Сиселя	2.26

ЛОГАРИФМИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА по золоту в композитных пробах

Кол-во точек	1552
Среднее натуральных логарифмов	0.79
Геометрическое среднее	2.21
Станд. откл. нат. лог.	1.17
V Сиселя	1.36
Гамма Сиселя	1.97

При статистическом анализе проб установлено наличие выдающихся содержаний золота. В 8 пробах содержание золота превышает 100 г/т. Два наибольших значения составляют 706 и 702.3 г/т. Максимальное значение заменено на 110 г/т в соответствии со статистическим анализом, проведенным специализированной организацией в 2003г по всему массиву проб акбакайского рудного поля.

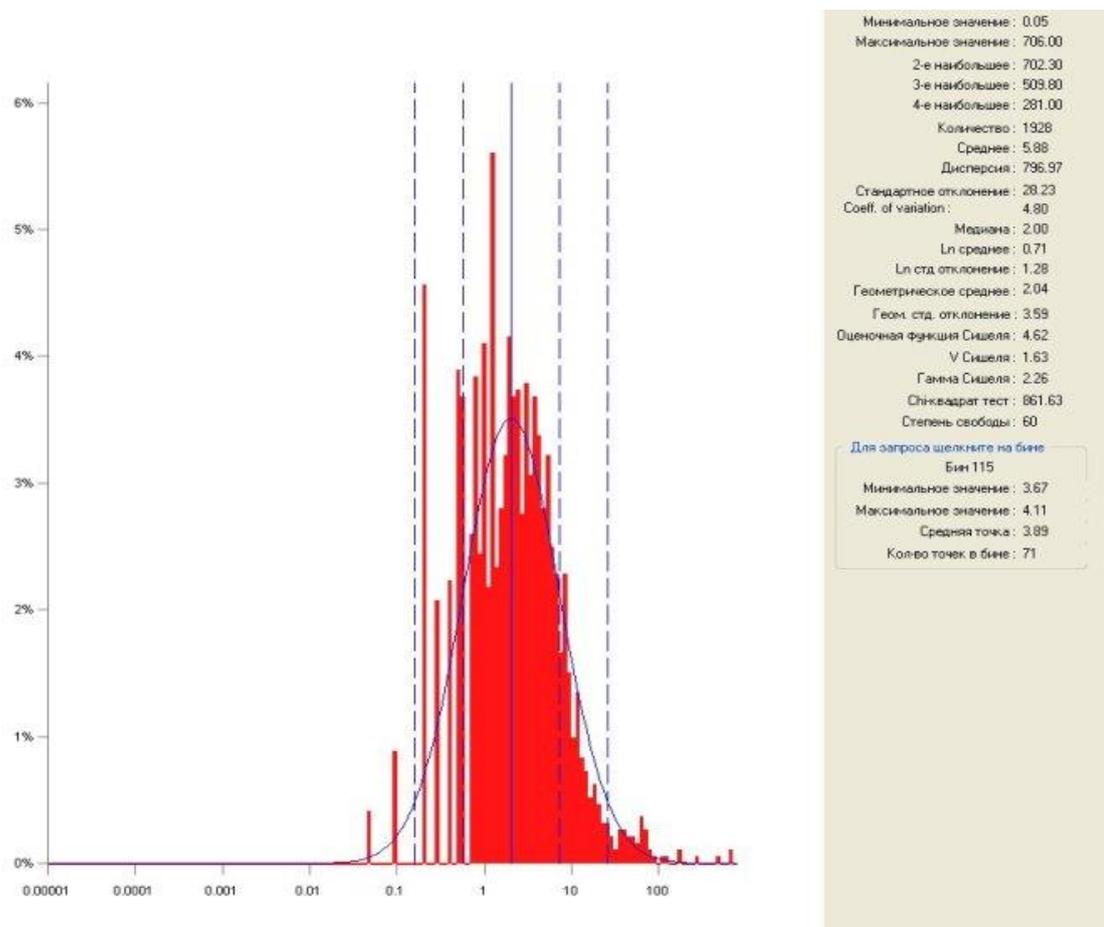


Рисунок 12В - Гистограмма для значения логарифмов содержаний золота во всех пробах жилы Пологая-6

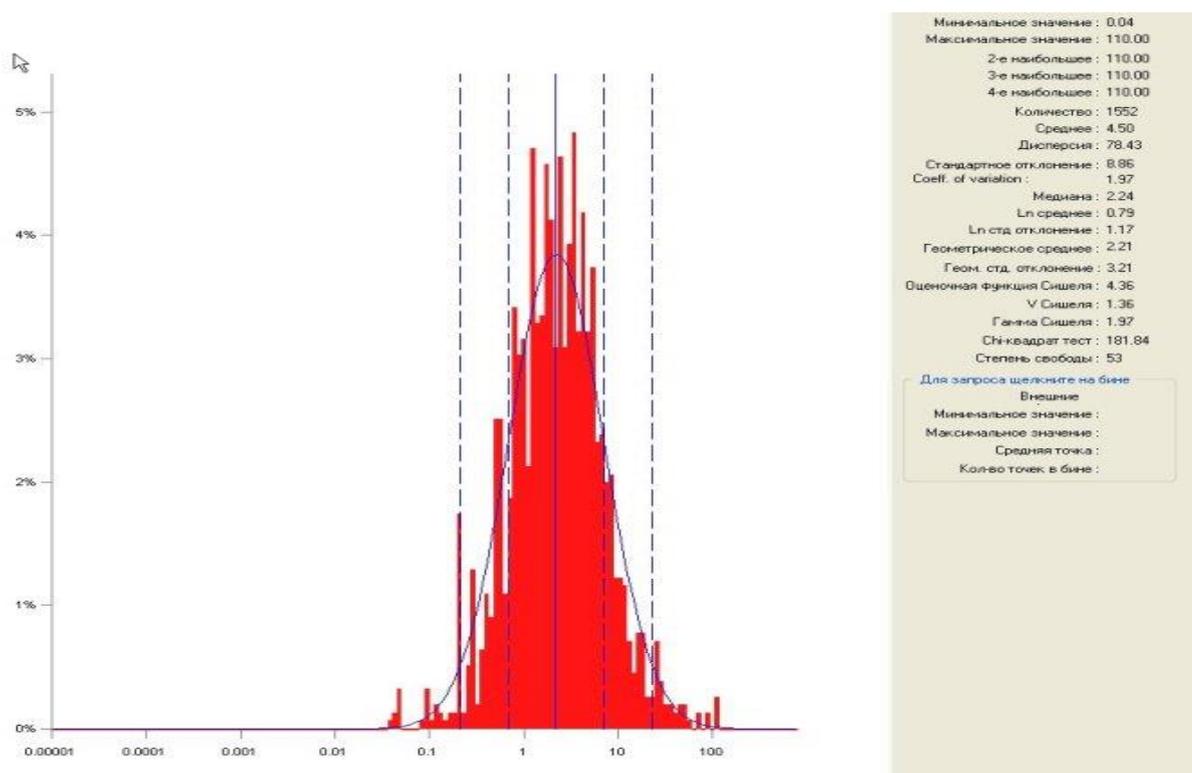


Рисунок 13В - Гистограмма для значения логарифмов содержаний золота в композитных пробах в пределах жилы Пологая-6.

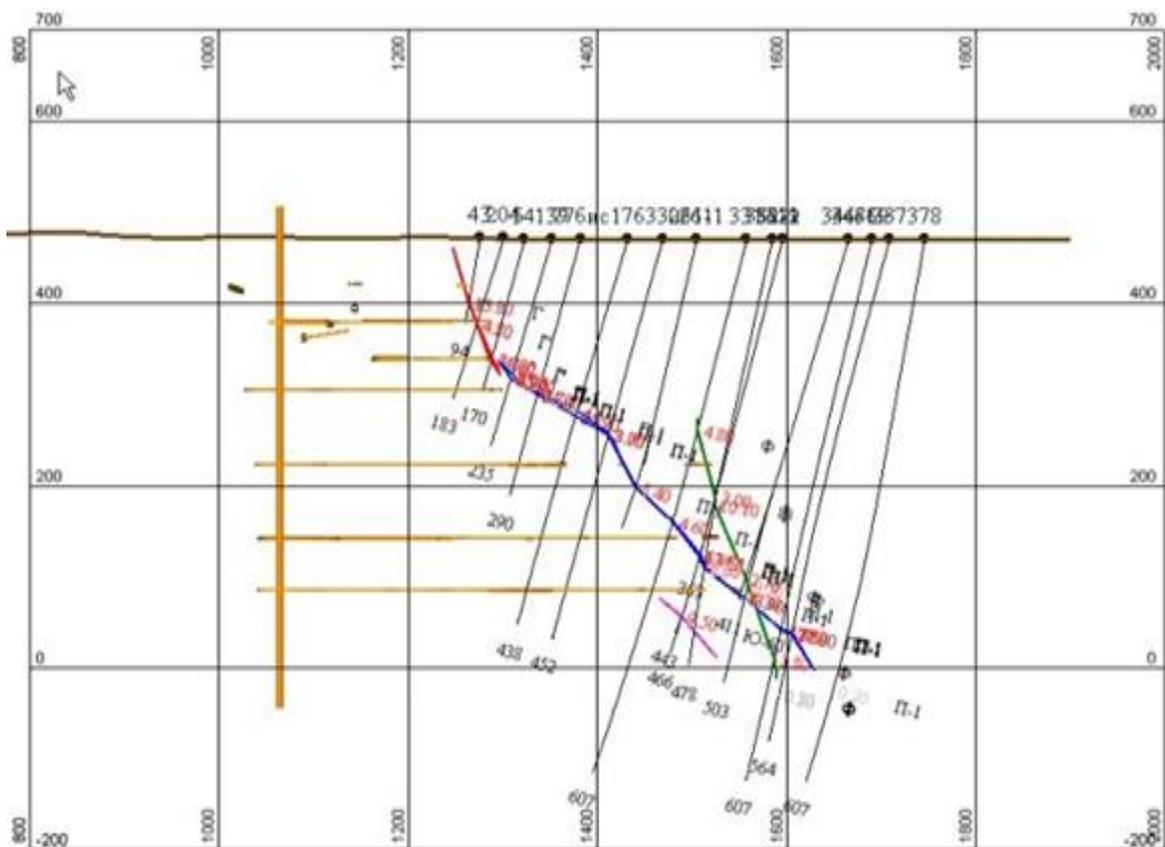


Рисунок 14В - Пример интерпретации по профилю 22. Жилы Главная, Юбилейная, Пологая

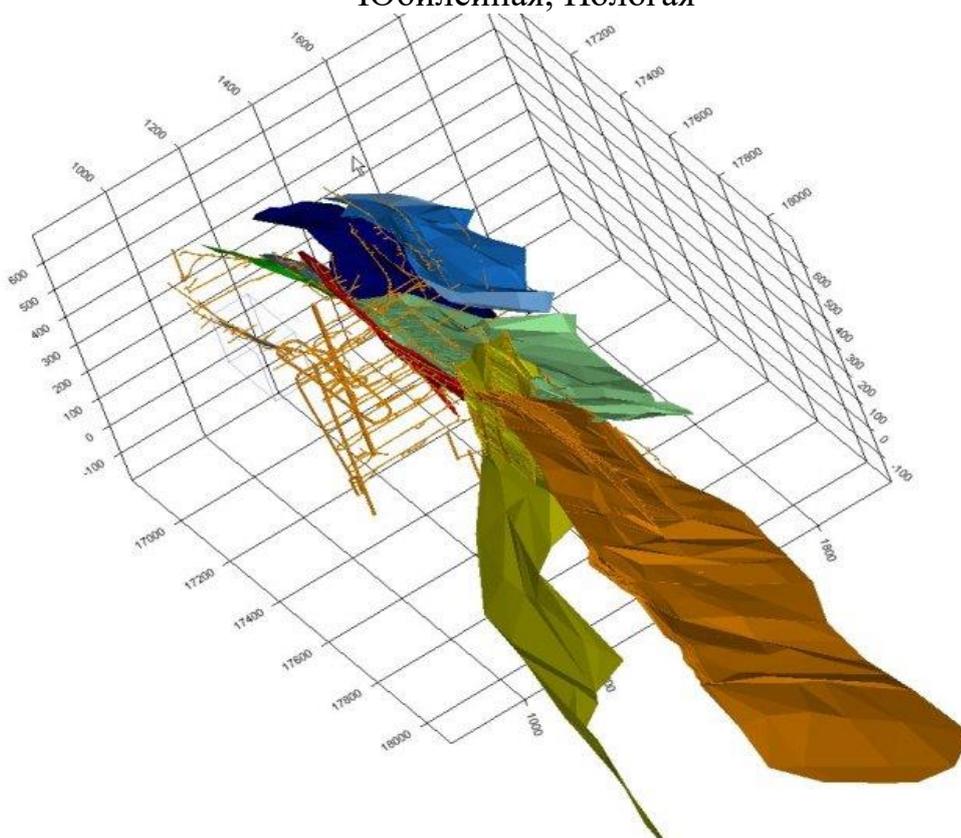


Рисунок 15В - Вид каркасов модели рудных тел в трехмерном пространстве

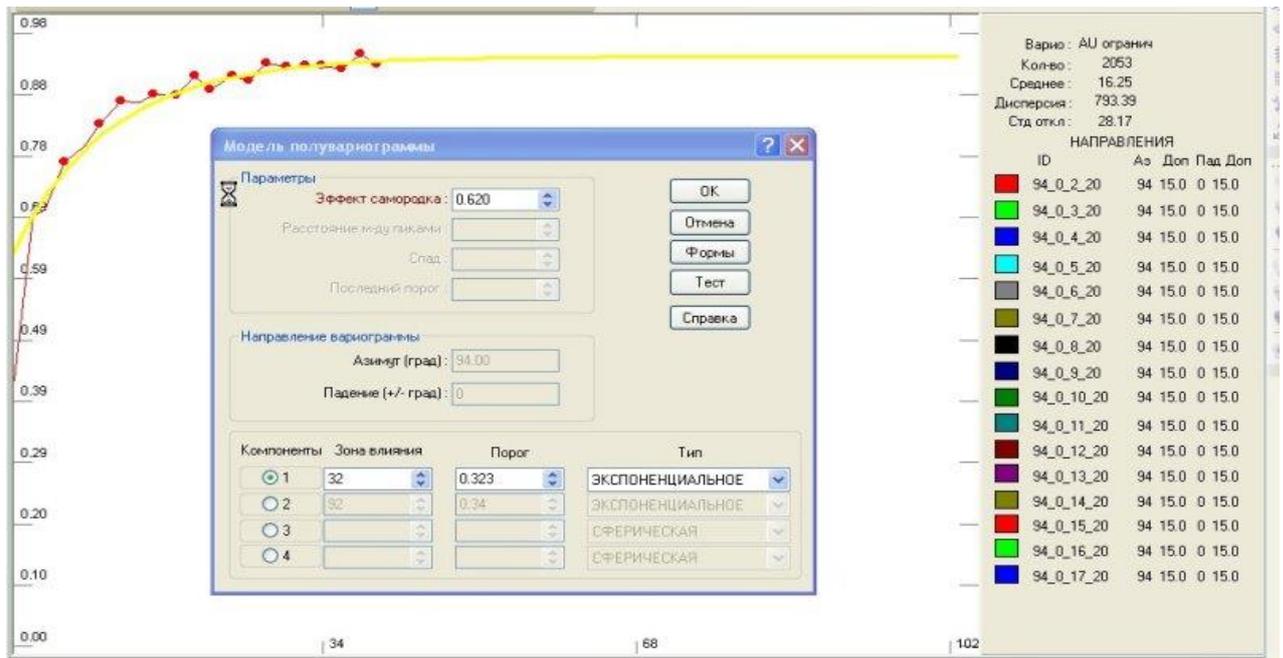


Рисунок16В - Полувариограмма по первой оси, жила Главная

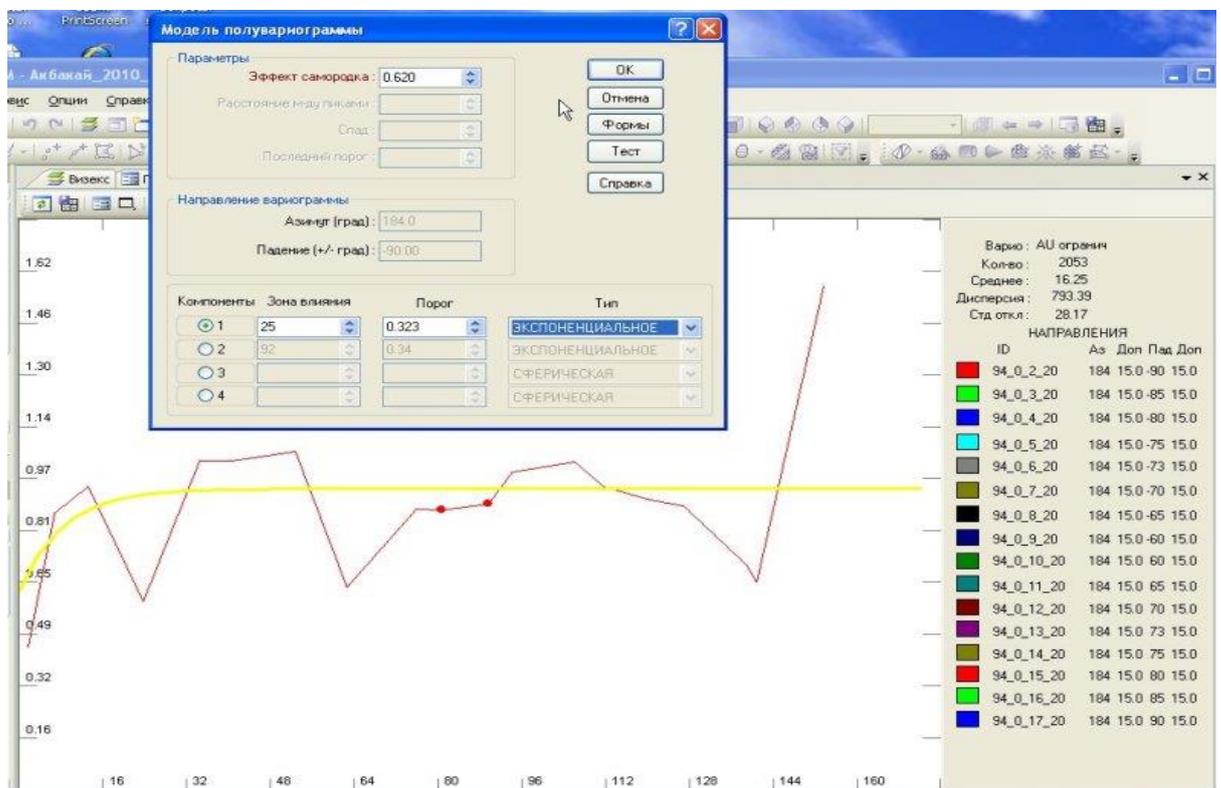


Рисунок17В - Полувариограмма по второй оси, жила Главная

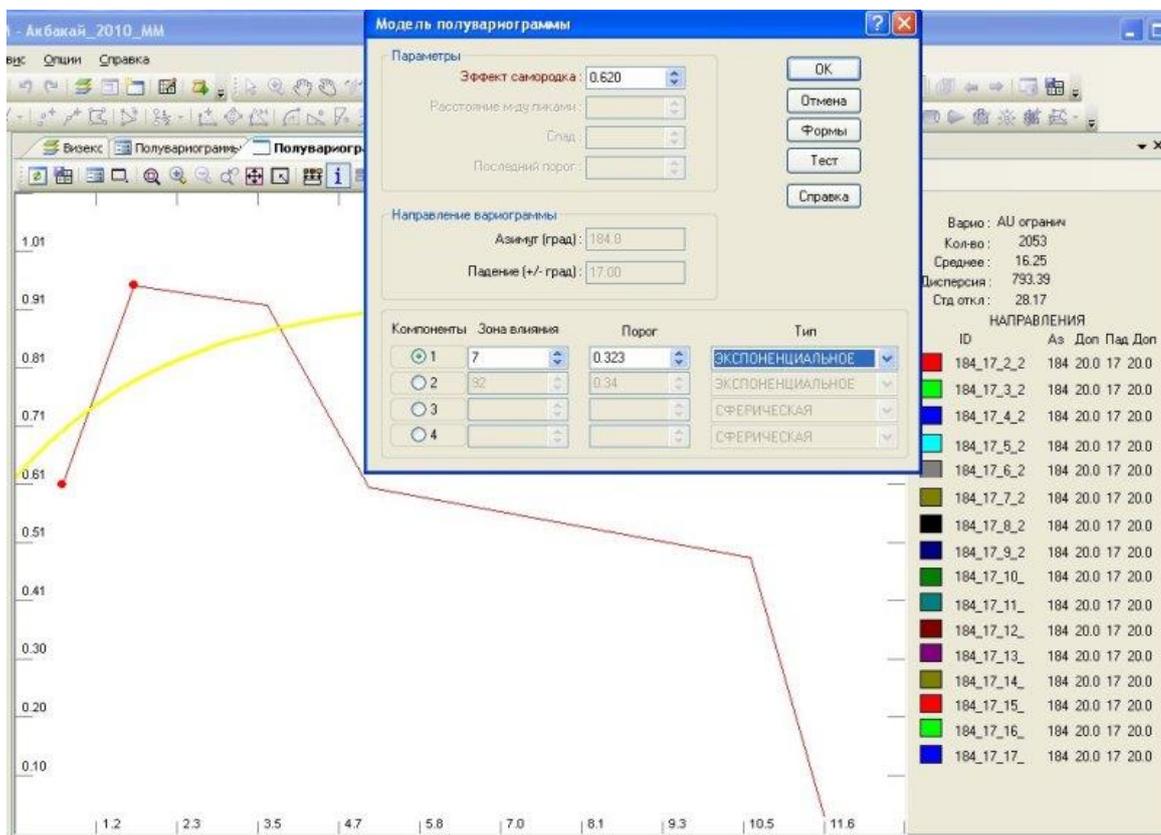


Рисунок 18В - Полувариограмма по третьей оси, жила Главная

Таблица 4.4 - Направление и параметры эллипсоидов поиска

Азимут простираия	Погружение градусы	Падение, градусы	Радиус по по простир, м	Радиус по падению, м	Радиус по мощности, м
Главная					
94	0	73	32	25	7
Золотая					
90	0	40	32	25	7
Юбилейная					
103	18	50	32	25	7
Глубинная					
103	0	41	32	25	7
Пологая 1					
90	0	40	32	25	7
Пологая 6					
99	0	45	32	25	7
Фроловская					
120	0	73	49	30	7

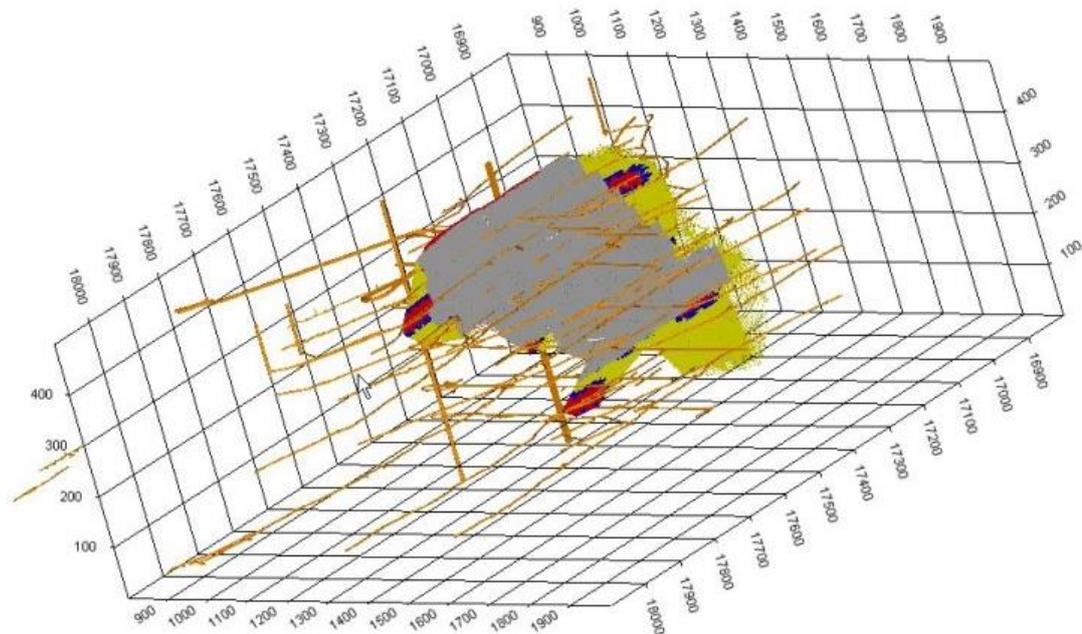


Рисунок 19В - Пространственное положение блочной модели жилы Главная: Красный – измеренные ресурсы; Синий – исчисленные ресурсы; Желтый – предполагаемые ресурсы; Серый - отработанные ресурсы; Коричневый - каркасы подземных выработок

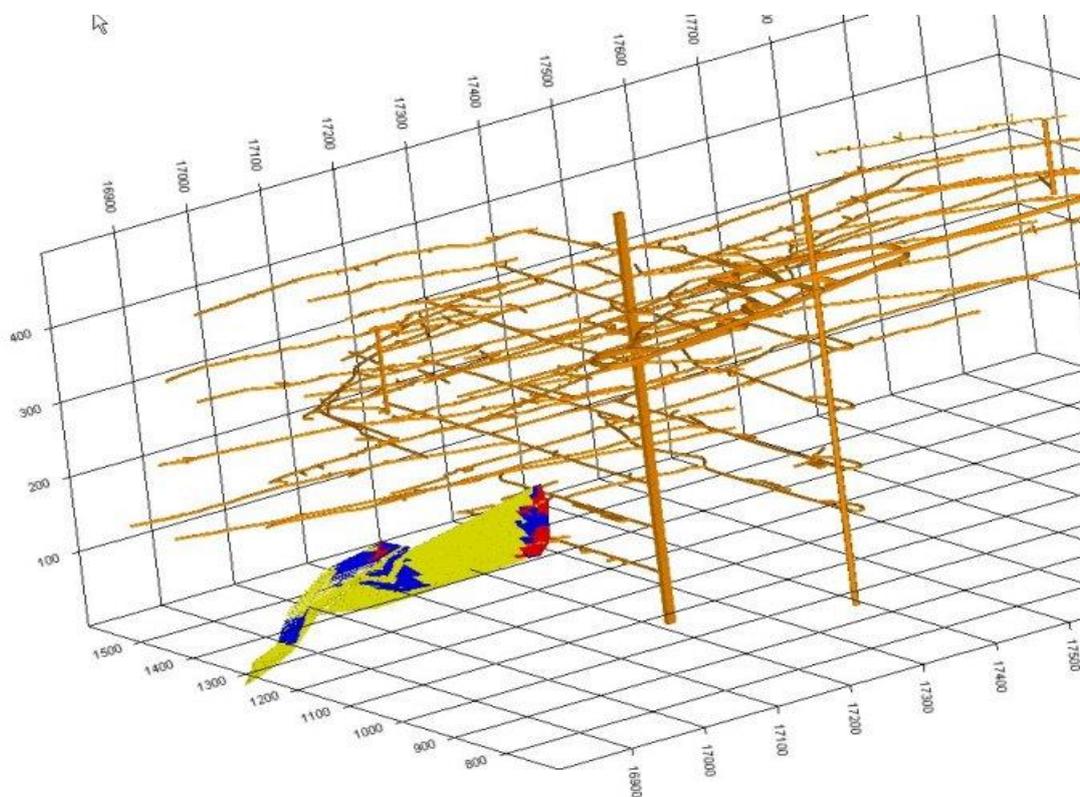


Рисунок 20В - Пространственное положение блочной модели жилы Золотая: Красный – измеренные ресурсы; Синий – исчисленные ресурсы; Желтый – предполагаемые ресурсы; Коричневый - каркасы подземных выработок

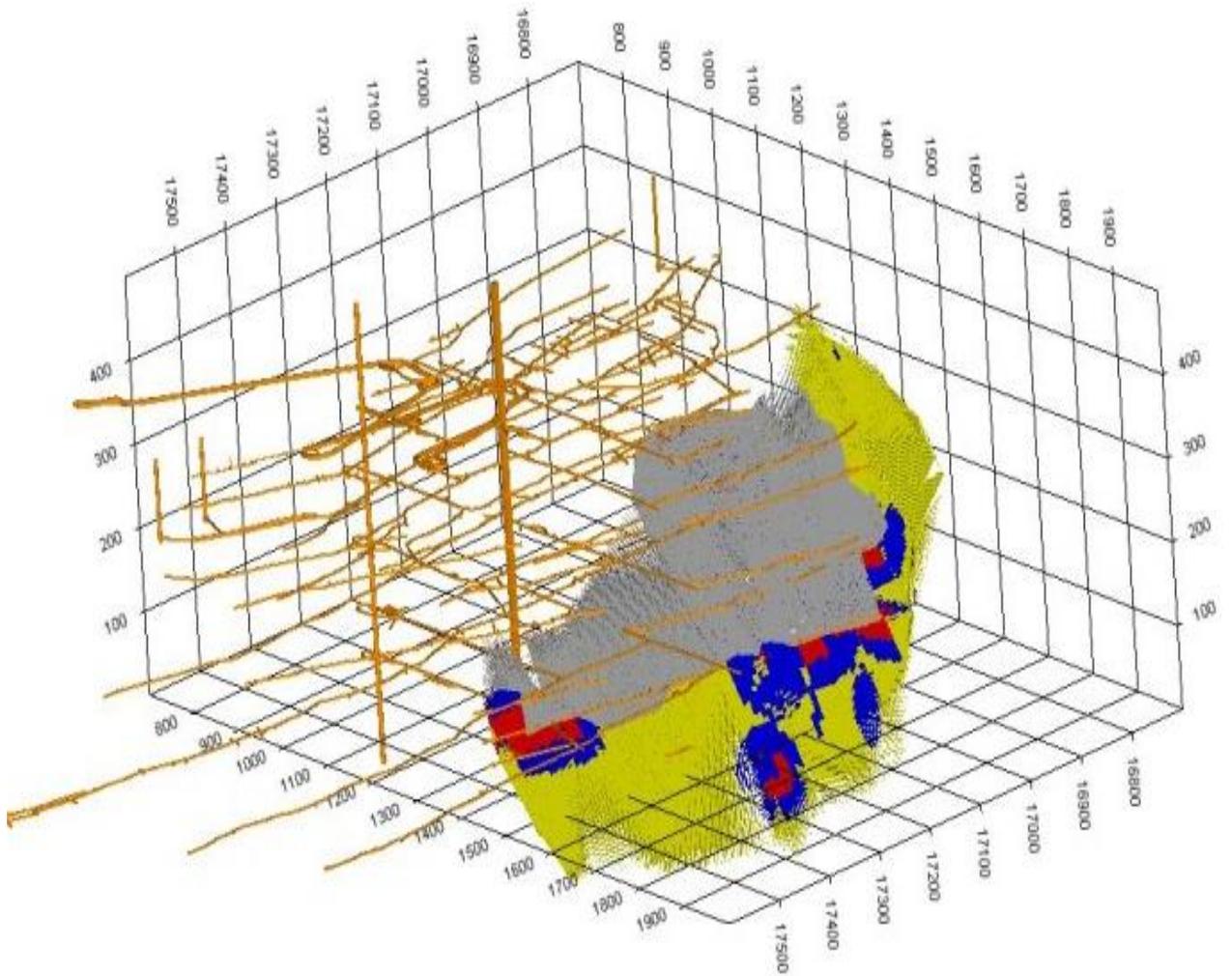


Рисунок 21В - Пространственное положение блочной модели жилы Юбилейная: Красный – измеренные ресурсы; Синий – исчисленные ресурсы; Желтый – предполагаемые ресурсы; Серый - отработанные ресурсы; Коричневый - каркасы подземных выработок

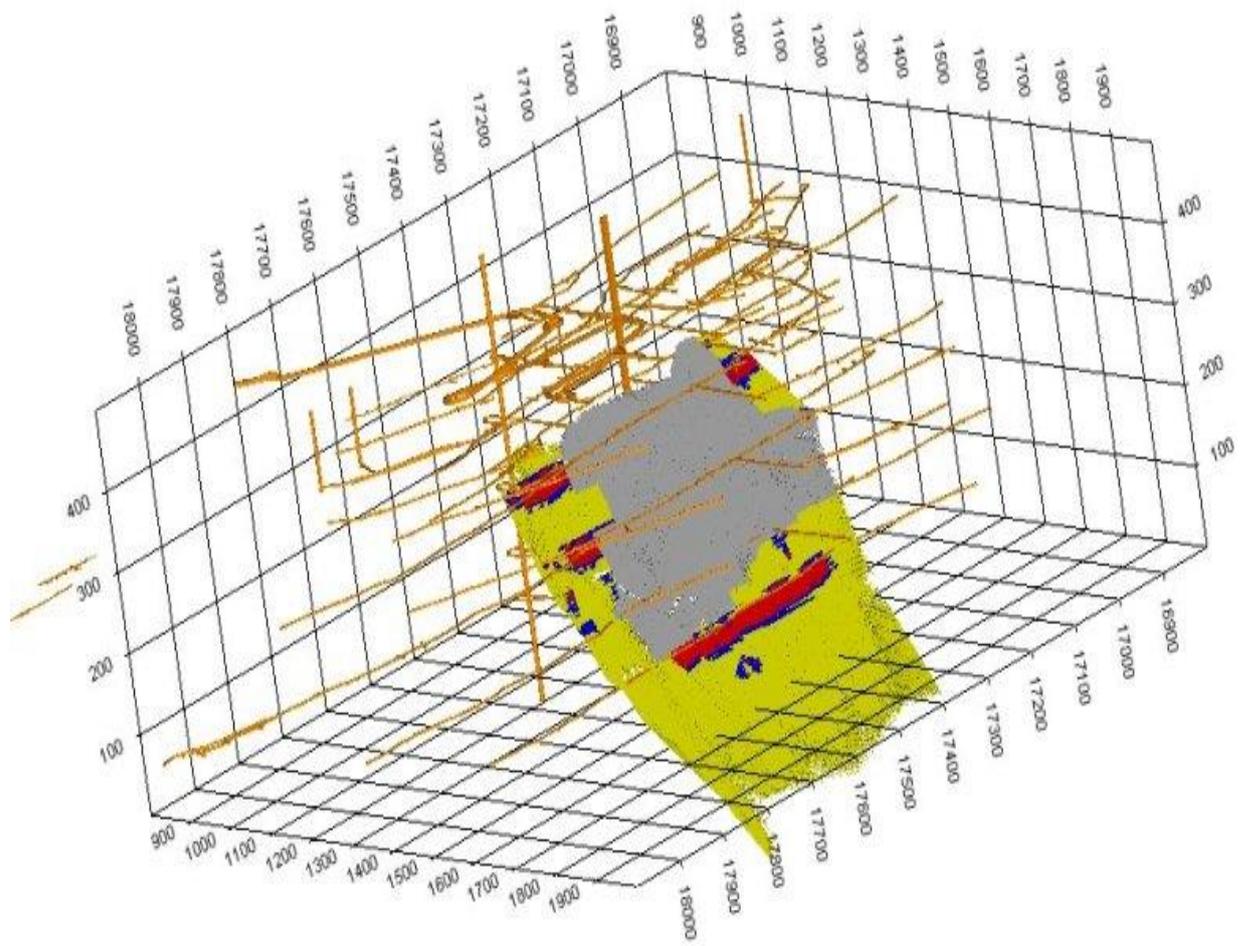


Рисунок 22В - Пространственное положение блочной модели жилы Пологая-1:
 Красный – измеренные ресурсы; Синий – исчисленные ресурсы; Желтый – предполагаемые ресурсы; Серый - отработанные ресурсы; Коричневый - каркасы подземных выработок

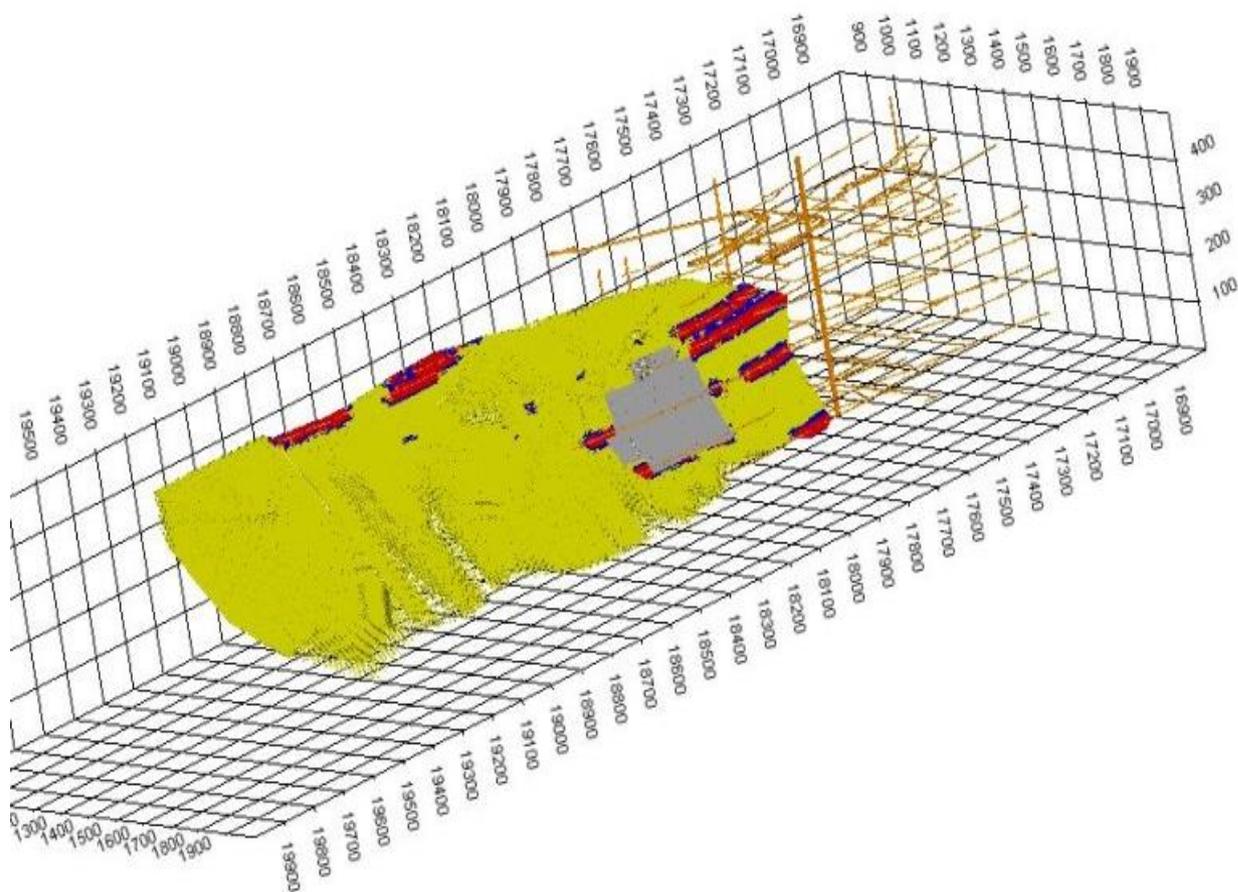


Рисунок 23В. Пространственное положение блочной модели жилы Пологая-6: Красный – измеренные ресурсы; Синий – исчисленные ресурсы; Желтый – предполагаемые ресурсы; Серый - отработанные ресурсы; Коричневый - каркасы подземных выработок

Таблица 4.5 (стр 39) - Стратегия интерполяции содержаний золота в месторождении Акбакай

Метод интерполяции	Ординарный Кригинг		
	1	2	3
№ интерполяции	1	2	3
Радиус поиска	2/3 зоны влияния полувариограммы	1.0 зоны влияния полувариограммы	Более, чем 1.5 зоны влияния полувариограммы
Минимальное количество проб	3	3	1
Максимальное количество проб	12	12	12
Минимальное количество выработок	2	2	1

Таблица 4.6 - Итоговая таблица оценки минеральных ресурсов месторождения Акбакай

10	Первоначальные ресурсы			Отработанные ресурсы			Оставшиеся ресурсы в недрах
	По материалу м ГКЗ	Місроміне	Расхождении, %	По справке ГОКа	Місроміне	Расхождении, %	Місроміне
1	2	3	4	5	6	7	8
Жила Главная							
Руда т.т	1022,2	877,7	-14,1	535,8	727,3	35,7	150,4
AU, г/т	15,8	12,6	-20,5	14,6	13,6	-7,1	7,4
AU, кг	16165,3	11024,0	-31,8	7847,2	9906,0	26,2	1118,0
Золотая							
Руда т.т	237,1	176,0	-25,8	1,2	0,0	-100,0	176,0
AU, г/т	6,2	16,7	170,0	4,9	0,0	-100,0	16,7
AU, кг	1470,3	2947,0	100,4	5,8	0,0	-100,0	2947,0
Юбилейная-6							
Руда т.т	951,4	663,1	-30,3	535,9	406,3	-24,2	256,8
AU, г/т	15,3	15,8	3,4	9,1	21,6	137,0	6,7
AU, кг	14580,5	10490,0	-28,1	4885,9	8779,0	79,7	1711,0
Пологая-1							
Руда т.т	849,2	1029,6	21,3	528,4	514,4	-2,6	515,2
AU, г/т	13,0	10,7	-18,0	10,5	12,2	15,8	9,1
AU, кг	11075,7	10976,0	-0,9	5564,2	6271,0	12,7	4705,0
Пологая-6							
Руда т.т	1153,3	1703,1	47,7	280,0	203,9	-27,2	1499,2
AU, г/т	7,8	6,3	-19,0	8,6	5,5	-36,1	6,4
AU, кг	9053,0	10764,0	18,9	2399,7	1117,0	-53,5	9647,0

Таблица 4.7 - Таблица оценки минеральных ресурсов жилы Главная (метод Ординарного Кригинга)

Борт	Тонны	Au огранич	Au огр кг	Категория
5	495255	11.04	5468	3
4	546018	10.43	5695	3
3	597789	9.83	5876	3
2	640887	9.34	5986	3
1	656986	9.15	6011	3
0	658333	9.13	6011	3
5	75287	14.71	1107	2
4	89445	13.10	1172	2
3	102964	11.83	1218	2
2	118630	10.60	1257	2
1	130482	9.78	1276	2
0	134483	9.51	1279	2
5	165245	20.58	3401	1
4	191662	18.36	3519	1
3	226424	16.08	3641	1
2	257436	14.44	3717	1
1	285342	13.18	3761	1
0	293414	12.84	3767	1
5	735788	13.56	9977	ВСЕГО
4	827126	12.56	10389	ВСЕГО
3	927177	11.58	10737	ВСЕГО
2	1016954	10.78	10963	ВСЕГО
1	1072809	10.30	11050	ВСЕГО
0	1086229	10.18	11058	ВСЕГО

Таблица 4.8 - Сравнение содержаний и запасов золота по жиле Главная, полученных методом Кригинга и IDW

Бортовые содержания, г/т	Метод Кригинга		Метод IDW		Разница, %	
	Au огр, г/т	Au огр, кг	Au огр, г/т	Au огр, кг	Au, огр г/т	Au огр, кг
5	13.56	9977	15.01	10262	10.7	2.9
4	12.56	10389	13.77	10668	9.6	2.7
3	11.58	10737	12.56	11024	8.5	2.7
2	10.78	10963	11.48	11295	6.5	3.0
1	10.30	11050	10.72	11426	4.1	3.4
0	10.18	11058	10.53	11438	3.4	3.4