



## ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2016

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,  
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,  
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ  
**«ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2016»**,  
ПОСВЯЩЁННОЙ ГОДУ ОБРАЗОВАНИЯ  
В СОДРУЖЕСТВЕ НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

15-25 АПРЕЛЯ 2016 Г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Сборник материалов  
Международной конференции студентов,  
аспирантов и молодых учёных  
«Перспектив Свободный-2016»,  
посвящённой Году образования  
в Содружестве Независимых Государств

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля  
2016 г.

Красноярск, 2016



ПЕРСПЕКТИВ СВОБОДНЫЙ-2016

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля 2016 г.

## «Геология и разведка месторождений»



## ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗМЕИНОЕ

Волгин А.Р.

научный руководитель канд. геол.-минерал. наук Михеев В.Г.

*Сибирский федеральный университет*

Месторождение Змеиное расположено в Мотыгинском районе Красноярского края, в 1,2 км к юго-востоку от Центрального участка Боголюбовского месторождения, протягиваясь в субширотном направлении вдоль левого склона ручья Сорочий, правого притока р. Рыбная. Открыто в результате поисковых работ Центральной партии Ангарской ГРЭ на рудное золото в пределах Боголюбовского рудного поля.

Оруденение локализовано в кварц-серицитовых, кварц-серицит-хлоритовых, кварц-сланцевых сланцах, подвергшихся в разной степени гидротермально-метасоматическим преобразованиям. Это сильно прокварцованные по всей массе с многочисленными кварцевыми прожилками сланцы светло-серого иногда с зеленоватым оттенком цвета полосчато-пятнистой текстуры. Породы обильно сульфидизированы (15-30%), участками рассланцованы, обохрены. На западном фланге минерализованная зона приурочена к темно-серым до черных кварц-серицитовым сланцам без видимого проявления метасоматоза. С поверхности породы кавернозные с ржаво-коричневыми охрами гидроокислов железа. Полосами сланцы интенсивно лимонитизированы.

Рудовмещающие породы (метасоматиты) наиболее детально изучены на восточном и западном флангах месторождения. *Метасоматиты*, вмещающие рудные тела, по сути, являются бластомилонитами с реликтами неизмененных пород и интенсивной сульфидизацией. Среди них выделяются серицитолиты и кварцевые серицитолиты.

*Серицитолиты* - это светло-серые породы с характерным бледно-зеленоватым оттенком и шелковистым блеском. Основная масса породы сложена тонкими листоватыми и чешуйчатыми выделениями серицит-мусковита, образующими сплошные параллельно-ориентированные агрегаты. Местами среди слюды встречаются линзовидные агрегаты кварца. *Кварцевые серицитолиты* - это светло-серые с бледно-зеленоватым оттенком, часто линзовидно-полосчатые тонкозернистые породы. Неоднородная текстура обусловлена наличием «скиалитов» вмещающих пород, в линзовидных прожилках (до 15,0 мм) - кварц, сульфиды, хлорит.

Основными текстурами пород и руд являются сланцеватые, полосчатые, вкрапленные (гнездово-вкрапленная, редковкрапленная, мелковкрапленная), прожилковые, прожилково-вкрапленные, коррозийные, пористые и другие.

Наиболее распространенными структурами рудных минералов являются: зернистые (аллотриоморфнозернистая, гипидиоморфнометазернистая), структуры дробления (кластическая, порфиорокластическая), эмульсионная, структуры перекристаллизации (гранобластовая), реликтовая, каемочная, сетчатая, распада твердого раствора и другие. В целом, относительная распространенность обнаруженных минералов представлена в таблице 1:

Таблица 1 - Минеральный состав сульфидных руд месторождения Змеиное

	Породообразующие минералы	Жильные минералы	Рудные минералы
Главные	кварц, мусковит-серицит, хлорит, карбонаты	кварц, мусковит, анкерит	пирит, пирротин, арсенопирит
Распространенные	рутил, лейкоксен, углеродистое вещество	альбит	антимонит, халькопирит, галенит, сфалерит, самородное золото, самородная сурьма, бертьерит, джемсонит, ульманнит, ильменит, графит, рутил
Мало распространенные	апатит, турмалин, циркон, монацит	-	марказит, блеклая руда, герсдорфит, бурнонит, пентландит, виоларит
Редкие	-	-	брейтгауптит

Одним из главных рудных минералов является *пирит*. Он представлен несколькими морфологическими типами: один из них размещается в серицитовой массе кварц-серицитовых метасоматитов, второй характерен для ранних обособленных кварцевых линз. Пирит в составе типичных серицитолитов, где он ассоциирует с игольчатым арсенопиритом, имеет хорошую огранку и часто содержит включения мелких зерен самородного золота.

*Пирротин* совместно с пиритом и арсенопиритом относится к основным рудным минералам месторождения. Содержание минерала на отдельных интервалах некоторых скважин достигает 10%. В первую очередь, пирротин характерен для кварц-серицитовых метасоматитов, где создает более или менее равномерную густую вкрапленность удлиненно-линзовидных субпараллельных сланцеватости агрегатов и цепочки мелких ксеноморфных зерен.

*Арсенопирит* достаточно распространенный (второстепенный) рудный минерал. Его содержание в отдельных интервалах разведочных скважин достигает 25%. Арсенопирит характерен в первую очередь для интенсивно серицитизированных (до серицитолитов) кварц-серицитовых метасоматитов, где образует густую вкрапленность игольчатых, призматических и ромбовидных кристаллов, а также их многочисленные сростки (агрегаты).

*Халькопирит* является достаточно распространенным минералом месторождения, но крупных выделений не образует. Содержание его не достигает 1%, за редким исключением. Халькопирит в большом количестве, но в мелких размерах встречается в виде реликтов в пиритовых, в арсенопиритовых метакристаллах и метазернах.

*Самородное золото* на месторождении Змеиное достаточно распространенный минерал. Очень часто самородное золото встречается в составе метакристаллов пирита в количестве от единичных до десятка зерен и приурочено, как правило, к реликтам

пирротина, галенита и других рудных минералов. Форма реликтов разнообразная: линзообразная, гантелеобразная, прожилковидная и т.п. Размеры выделений золота варьируют в пределах 0,0002х0,0005 – 0,0023х0,0015 мм.

На месторождении Змеиное выделено три этапа минералообразования, три стадии и три соответствующих минеральных ассоциации: раннеметаморфогенный, позднеметаморфогенный и гипергенный этапы. *Минералы раннеметаморфогенного (осадочно-диагенетического) этапа* образуют наиболее раннюю ассоциацию, которую можно еще выделить на месторождении. В этом этапе образовались (перекристаллизованы первично осадочные) практически все породообразующие минералы рудовмещающих сланцев: кварц, хлорит, серицит, альбит, железистый карбонат (анкерит), сфен, углеродистое вещество, апатит, турмалин, КППШ. Из рудных минералов на этом этапе предполагается кристаллизация только ильменита и раннего пирита, не относящихся к рудному процессу.

*Ассоциации минералов динамометаморфического (позднеметаморфогенного) этапа* изучены не достаточно и предположительно подразделяются на две части. К первому парагенезису этого этапа относятся стебельчатый (метаморфогенный) кварц, развитый вокруг метакристаллов пирита, а также интенсивно изогнутые кварцевые, кварц-карбонатные и карбонатно-кварцевые прожилки. К этой ассоциации отнесены следующие минералы: стебельчатый кварц, альбит, биотит, серицит, графит, рутил, пирит второй генерации, предположительно прекристаллизованный из ранней генерации, а также ранние генерации пирротина, галенита, сфалерита, халькопирита и арсенопирита. Основную ценность данной ассоциации придает самородное золото ранней генерации.

В *гипергенный этап* в зоне окисления месторождения Змеиное развивались разнообразные гидроокислы железа (гетит, гидрогетит и другие), замещающие основные сульфиды: пирит, сфалерит, галенит. В значительно меньших количествах образовался ковеллин, замещающий халькопирит и, меньше, сфалерит, а также скородит, образующий тонкую корку вокруг кристаллов арсенопирита.

Технологические свойства сульфидных руд месторождения Змеиное изучались в ФГУП ЦНИГРИ (г. Москва) на основе лабораторной пробы ТП-1 массой 306 кг, отобранной из вторых половинок керна следующих разведочных скважин: с-260, с-262, с-280, с-300, с-301, с-303, с-329. Среднее расчетное содержание золота в пробе по данным рядовых керновых проб составило 5.6 г/т, фактическое, по данным лабораторных исследований, - 6.0 г/т. Минералогический состав пробы ТП-1 изучался на основе 100-граммовой навески, отквартованной из основной пробы. Материал навески был подвергнут мокрому рассеву для получения различных гранулометрических классов, далее все классы были разделены в тяжелых жидкостях. В дальнейшем была проведена диагностика минералов под бинолупой с использованием микрохимических реакций и иммерсионных жидкостей, при этом определялось количественное содержание минералов в каждой фракции, и производился перерасчет их содержаний в целом на всю пробу.

Вещественный состав руд месторождения Змеиное изучен довольно хорошо. Все материалы, полученные в результате изучения, дали большой толчок для освоения месторождения и дальнейшей его разработки, в будущем.

### Список литературы

1. Шедько К.П., Ломаева Г.Р. и др. Поисковые и оценочные работы в пределах Раздолинского рудного узла в 2005-2009гг. Красноярск оф., 2009. - 272 с.
2. Исаенко М.П., Афанасьева Е.Л. Лабораторные методы исследования руд. - М.:Недра, 1992г. – 254с.



**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ БРИЛЛИАНТОВ****Галимзянова Д.Р.****научный руководитель канд. хим. наук Исмагилова А.И.***Казанский национальный исследовательский технологический университет*

Создатели ювелирных изделий, дизайнеры и технологи всегда стремятся предложить интересные, прорывные технологические процессы и конструкционные приемы, которые смогли бы сказать новое слово в ювелирной промышленности, создать определенные предпочтения конкретным фирмам-производителям. Из-за своей высокой стоимости, алмаз подлежит целому ряду процедур улучшения его внешнего вида. Они включают в себя облучение, нагревание, а также методы заполнения трещин и другие открытые пространства пустоты камня.

Облучение используется для изменения цвета алмаза. Как правило, добывают драгоценные камни с оттенками синего, зеленого, коричневого, оранжевого, темно-зеленого, желтого цветов. Чтобы повлиять на изменение цвета используют следующие методы обработки: бомбардировка  $\beta$  - частицами (высокая энергия электронов), нейтронов, протонов и альфа-частиц. Большинство облученных алмазов были обработаны путем воздействия либо  $\beta$  - частицы или нейтронов. Оба процесса вызывают окраску синего, сине-зеленого цвета в зависимости от материала. Эти формы излучения глубоко проникают в камень и камень равномерно окрашивается. Цвета, полученные таким образом, глубокие и насыщенные, вполне подходят для использования в украшениях. Не все камни точно таким же образом реагируют и порой появляются неожиданно новые цвета.

За последнее время облагораживание дефектных камней был усовершенствовано. Существует несколько способов, один из известных – методика японского изобретателя обработки алмазов Цви Иегуды. Использование лазеров для детализации включений после того, как камень был огранен и отполирован. Через лазерное отверстие, кислоты или другие химикаты используются для растворения включений, оставляя за собой пустоты. Отверстия в камне очень маленькие, меньше чем тысячная дюйма в диаметре. Затем кладут стеклообразные материалы в камень через лазерное отверстие, чтобы заполнить все пустоты, трещины или другие отверстия в камне. Эти виды обработки могут значительно улучшить внешний вид камня. В результате, человек получает возможность приобрести драгоценный камень алмаз, который, по-видимому, очень хорошего качества за меньшую цену, чем обычно платят за такой камень. Это очень важное экономическое преимущество. К сожалению, стекло - материалы, используемые для заполнения пустот не так сильны или устойчивы как алмаз. Однако наличие трещин у слабых камней, после процесса заполнения трещин стеклом, изъяны не заметны. Наметанный глаз человека может увидеть радужные блики, отличающиеся от наполнения стеклянного материала, когда он повернут под конкретным углом от зрителя. Как известно, заметные дефекты удешевляют камень. Подвергать такой обработке стоит только более крупные камни (от 0,5 карат), иначе он будет не рентабелен. Был ли подвержен обработке камень или нет, можно увидеть по обозначениям «clarity enhanced» или «filled».

Существует несколько способов изменения цвета бриллианта: иррадиация (термообработка), НРНТ (высокое давление и высокая температура), нанесение пленки на поверхность бриллианта. Третий способ в основном не применяется из-за своего недолговременного эффекта (возможно повреждение пленки). Другие два способа окрашивают алмазы в популярные, востребованные на рынке цвета. Особенность способа обработки НТНР - применим так и не к обработанным алмазам, условие применения - бриллиант с высокой чистотой, чтобы не повредить поверхность камня. Эти два процесса

обработки необратимы, в отличие от нанесения пленок и покрытия специальной краской. Камни после НТТР стоят дороже камней после облучения из-за своего большого риска процесса. Все эти процессы основываются на физическом изменении кристаллической решетки алмаза за счет выбивания атомов углерода с образованием центра света. Благодаря чему алмазы приобретают оттенки синего, зеленого и черного цвета. При дальнейшем отжиге появляется оттенок желтого, оранжевого, коричневого или красного цвета. Благодаря отжигу скорость отдельных атомов углерода увеличивается, и дефекты решетки сглаживаются. Структуры, температуры и время отжига влияют на цвет камня.

При циклотронной обработке поверхностный слой алмаза приобретает оттенки зеленого и синего цвета. Отжиг до 800 °С обеспечивает желтый и оранжевый цвет. При воздействии циклотрона через павильон, через верхнюю часть алмаза виден характерный след более темного цвета. Если бриллиант обрабатывали циклотроном через верхнюю его часть, темное пятно появится вокруг пояса. В третьем случае, при обработке сбоку камня, одна половина окажется темнее другой. Самым безопасным и экономичным методом обработки являются  $\gamma$  - лучи длительности процедура используется очень редко. После обработки алмазы не подвергаются отжигу.

Самым популярным способом иррадиации является бомбардирование бриллианта нейтронами и электронами. Бомбардирование нейтронами проводится при температуре 500-900 °С, способствует окраске от зеленого до черного цвета, когда с электронами при температуре 500-1200 °С окрашивается только верхний слой глубиной 1 мм, поэтому цвет драгоценного камня синий или сине-зеленый. После отжига цвет получается оранжевый и красный, коричневый. Цена бриллианты зависит от сертификата, а именно качество огранки бриллианты, его полировка, симметрия, и, важный момент, флюоресценция. При высоком уровне флюоресценции, цена снижается на 5-10%.

Ценовые показатели алмазов растут с каждым годом потому, что камни высокого качества обнаруживаются всё реже, а спрос только повышается. Таким образом, происходит актуализация методов облагораживания драгоценных камней: после того или иного вида обработки природных камней низкого качества вместе с художественно-декоративными свойствами растёт и цена. Природные драгоценные камни высокого качества ценятся значительно выше своих облагороженных аналогов.

### Список литературы

1. Р.Р.Васенина, А.И.Исмаилова, И.В.Васенин. Методы облагораживания ювелирных камней // Вестник КНИТУ. – 2015, т. 18, № 2. –С. 263-267.
2. А.И.Исмаилова, С.Н.Хисматова, В.А.Рязанова. Влияние происхождения и метода облагораживания на рыночную цену натуральных рубинов. // Вестник КНИТУ. – 2014, т. 17, № 20. –С. 50-52.
3. А.В.Васякин, А.И.Исмаилова. Влияние происхождения и метода облагораживания на рыночную цену натуральных сапфиров. // Вестник КНИТУ. – 2014, т. 17, № 21. –С.407-408.
4. Г.Смит. Драгоценные камни. Мир 1980. – С. 485-489.
5. Richard W.Wise. Secrets of the Gem Trade: The connoisseur's Guide to Precious Gemstones. – Brunswick House Press, 2006. –С. 276.
6. Горыня А.С. Время не стоит на месте / А.С. Горыня // «Русский Ювелир», 2006, №6. –С.66-67.





## **ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИИ ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ НАТУРАЛЬНЫХ ИЗУМРУДОВ НА СТОИМОСТЬ**

**Галимзянова Д.Р.**

**научный руководитель канд. хим. наук Исмагилова А.И.**

*Казанский национальный исследовательский технологический университет*

Изумруд считается уникальным и единственным в своем роде драгоценным камнем, благодаря яркому сиянию своего зеленого цвета. Образцы действительно хорошего качества довольно редки, ровности цвета часто мешают включения - свидетели живой истории возникновения камня. Изумруд яркого глубокого зеленого цвета, даже с включениями, ценится больше, чем самый чистый изумруд бледного зеленого цвета и самые дорогие кольца с бриллиантами, топазами.

Самым драгоценным минералом, наряду с рубином, алмазом и сапфиром из группы берилла является изумруд. По статистическим данным после переработки 50-250 тонн породы можно добыть 1 кг сырья.

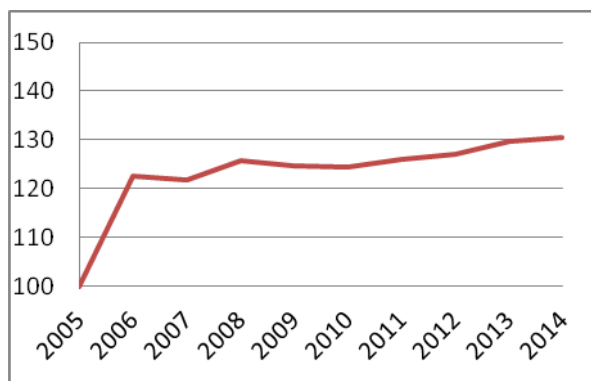
Каждое месторождение по добыче изумрудов уникально, что связано, прежде всего, с разными геологическими процессами образования. В мировом центре по добыче изумрудов Колумбии, начиная от северо-запада (Боготы) производство качественных камней насыщенного зеленого цвета, желтоватого тона. Следующий значимый источник изумруда - месторождение Chivor. В целом, изумруды из Колумбии составляют 55% от мировой добычи. Стоимость драгоценных камней держатся в пределах от 10 000 долларов до 50 000 долларов за карат, в зависимости от уникальности камня.

Чистые изумруды встречаются также в Бразилии, однако они легче и отличны своим светлым желто-зеленым цветом. Откуда же и идет поставка всемирно известного камня с эффектом «кошачий глаз» и редчайшие камни со звездой с 6 лучами. Следующие месторождения изумрудов высокого класса: Южная Африка, Зимбабве, где в основном у камней имеются примеси ванадия. Замбийские камни чаще всего средне насыщенные или насыщенные. GIA и MIA расценили темно-зеленые бериллы из Африки изумрудами, что привело к высокому росту спроса и цен на них. Современный мировой рынок изумрудов высшей категории на 85% состоит из замбийских находок. В России Урал - один из известных месторождений, но на данный момент не активный, из-за своей экономической нецелесообразности. После диагностики, т. е. химического анализа, часть изумрудов перешли в группу зеленых бериллов, так как в их составе были обнаружены хромофоры - железо. Цвет изумруда является главным параметром оценки, поэтому в основном камни обрабатывают бесцветным маслом для проникновения в мельчайшие трещины. Облагораживание – это процесс обработки помимо огранки и полировки.

Цель облагораживания улучшить внешний вид камня, его характеристики – цвет, чистоту, прозрачность и, конечно же, стоимость. Начиная с древних времен и заканчивая нашим используют природное масло ливанских кедровых орешков, благодаря своей высокой текучести, низкой летучести и низкой плотности быстро проникает вглубь камня, заполняя все трещины и пустоты, не испаряясь ещё долгое время. Конопляное масло, смола и клеевая масса, диффузия пластика, неметаллические красители также может использоваться для пропитки минерала.

Цена на камень хорошего качества размером 8 каратов начинается с 8000 долларов за карат и возрастает с увеличением веса кристалла. Именно с этого рубежа (при условии хорошего цветового оттенка и отсутствия включений) начинаются

действительно эксклюзивные камни. Сейчас крупные изумруды высокого качества весьма редки и могут продаваться по цене, превышающей цену алмаза того же веса, что говорит о большом спросе на них. В целом можно сказать так: изумруд много дешевле рубина, но существенно дороже синего сапфира. Классы качества в низкой и высокой розничной цене в диапазоне 5,0 карат изумруд подразделяются: торговые (от \$30.00 до \$525.00), хорошие (от \$525.00 до \$1,125.00), качественные (от \$1,125.00 до \$2,900.00) и высококачественные (от \$2,900.00 до \$9,800.00).



**Рис.1. - Статистика изменения цен на изумруд**

Ценовые показатели изумрудов растут с каждым годом, что, в первую очередь, связано с истощением разведанных месторождений. Камни высокого качества обнаруживаются всё реже, а спрос в виду растущей популярности только повышается. Таким образом, происходит актуализация методов облагораживания драгоценных камней: после того или иного вида обработки природных камней низкого качества вместе с художественно-декоративными свойствами растёт и цена. Но не стоит забывать о том, что природные драгоценные камни высокого качества ценятся значительно выше своих облагороженных аналогов. Месторождения, где могут быть обнаружены такие камни, можно сосчитать по пальцам, а с учётом того, что и их залежи не бесконечны, можно с уверенностью прогнозировать дальнейший рост цен на рынке драгоценных камней

#### **Список литературы**

1. Г.А. Аминова, А.И. Кузнецов, А.И. Исмагилова. Металлическая пена на основе благородных металлов // Вестник КНИТУ.- 2013, т.16, №.10. - С.226-228.
2. Г.А. Аминова, А.М. Гузаеров, И.В. Васенин, Г.В. Мануйко, В.В. Бронская, Э.В. Гарифуллина, А.И. Исмагилова. Влияние технологических параметров процесса полимеризации изопренового каучука на характеристики разветвленности полимера// Вестник КНИТУ. - 2013.,т.16, №.8. - С.80-83.
3. Г. Смит. Драгоценные камни. Мир 1980. - С.485-489.
4. Б. Андерсон. Определение драгоценных камней. Мир, 1983. - С.362.
5. Richard W. Wise. Secrets of the Gem Trade: The Connoisseur's Guide to Precious Gemstones. — Brunswick House Press, 2006. — С. 276.
6. Здорик Т.Б. Изумруд // Природа. — 1990. — № 5. — С. 36-40.

## **СТРУКТУРА МАРОКСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ОБЪЕКТА**

**Головин Д.В.**

**научный руководитель канд. геол.-минерал. наук Прусская С.Н.**

*Сибирский федеральный университет*

Целью доклада, по теме «Структура Марокского золоторудного объекта», является изучение тектонического строения объекта и проведение вероятностного анализа на основе карты 10 000 масштаба «Карта прогноза объектов рудного золота Марокского рудного поля» и структурно-тектонической схеме к данной карте, по данным Москалева В.А.; Приходько А.Н. (2015 г.).

Исходными данными для выполнения работы послужили фондовые и отчетные материалы АО «Красноярскгеолсъемка» (Москалев В.А. и др., 2012 г.), (Стороженко А.А., Васильев Н.Ф. и др., 2003 г.), вероятностный анализ выполнялся по методическим указаниям (Круглов Г.П., Пузырева Л.Н., 2005 г.). Было произведено изучение графических, проектных и отчетных данных по исследуемому рудному объекту, учет интерпретации геофизических данных.

При изучении структуры Марокского золоторудного объекта была разработана градация разрывных нарушений по характеру их перемещения и по влиянию их на рудообразование. Рудоконтролирующие структурообразующие разрывные нарушения были выделены с учетом анализа структурно-тектонической схемы Москалева В.А.; Приходько А.Н. (2015 г.) и влияния их на размещение рудных зон. Далее была выделена группа разрывных нарушений со смещением и без смещений, отражающие относительное время их заложения, и направление сдвиговых процессов.

Разрывные нарушения определяют блоковое строение современного структурного плана рудного объекта. В пределах Марокского объекта выделяются шесть дизъюнктивов контролирующих золотоносные зоны: певунский, западный, центральный, геофизический, восточный и диагональный разломы.

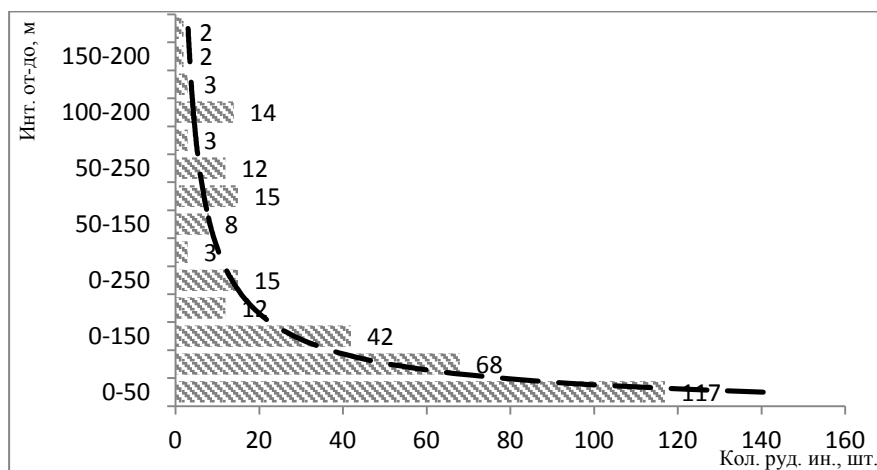
В пределах объекта выделяются золотоносные зоны, установленные горно-буровыми работами и прогнозируемые по комплексу геологических, геохимических и геофизических признаков, зоны протягиваются так же как и разломы в субмеридианальном направлении. Золотоносные зоны представляют собой системы разреженных линейных штокверков, образующих маломощные золоторудные интервалы 1-10, редко до 25 м, приуроченные к разрывным нарушениям и субпараллельным им зонам трещиноватости.

Для выделения структурных рудоконтролирующих факторов (поисковых критериев) использовался вероятностный анализ (Круглов Г.П., Пузырева Л.Н., 2005 г.). Анализ основан на признании причинной связи между степенью удаленности от разрывного нарушения и количеством рудных зон. Суть метода состоит в том, что вдоль анализируемого разрывного нарушения проводятся зоны равного удаления, шириной по 50 м (Круглов Г.П., Пузырева Л.Н., 2005 г.). Далее в каждой зоне производится подсчет количество рудных зон, попавших в данный интервал. Рудные интервалы по зонам представлены жильными, прожилковыми и вкрапленными рудными телами. Линейные штокверки сложены разноориентированными, линейными и извилистыми, иногда ветвящимися прожилками и единичными жилами. В зонах тектонических разломов, проявленных зонами брекчирования и милонитизации, формируются зоны шириной до 50 м кварцевых, альбит-кварцевых метасоматитов.

Вероятностный анализ по Марокскому объекту производился с помощью компьютерной обработки цифровой модели рудного объекта в программной среде

ArcGis. В результате обработки данных анализа была выявлена приуроченность рудных зон к разрывным нарушениям и выделены разноранговые разрывные нарушения, в том числе осуществляющие контроль золоторудного оруденения.

Выделенные зоны удаленности, а именно интервалы 0-50 и 0-100 м., на которые приходится 60% (185 шт.) всех рудных зон (рисунок 1), были приняты как прогнозные критерии для составления структурно-прогнозной карты Марокского объекта. Так же был проведен прогноз рудных зон, который основывался на ранее выявленных зонах (Москалев В.А.; Приходько А.Н. 2015 г.) и использовании вероятностного анализа.



**Рис.1 – Диаграмма удаленности рудных зон от разрывных нарушений**

Целью доклада, по теме «Структура Марокского золоторудного объекта», являлось изучение тектонического строения рудного объекта и проведение вероятностного анализа.

В пределах Марокского объекта были охарактеризованы основные дизъюнктивные элементы, контролируемые золоторудные зоны. Выделены рудоконтролирующие разрывные нарушения на основе вероятностного анализа и контроля главных структурообразующих элементов.

Проведенный вероятностный анализ и использование материалов предшествующих работ (Москалев В.А. и др. 2012г.) позволили составить структурно-прогнозную карту Марокского объекта.

### Список литературы

1. Вольфсон Ф. И., Яковлев П. Д. Структуры рудных полей и месторождений. Учеб. пособ. М.: Недра, 1975 г. – 271 с.
2. Круглов Г.П., Пузырева Л.Н. Структуры рудных полей и месторождений: методические указания к выполнению курсовой работы, ГУЦМиЗ: Красноярск, 2005.– 44с.
3. Москалев В.А. Поисковые работы на золото в пределах Нижне-Чиримбинского золоторудно-россыпного узла (Красноярский край). Фонды Красноярского филиала ФГУ «ТФГИ по СФО». Красноярск, 2012 г. – 218 с.
5. Стороженко А.А., Васильев Н.Ф., Динер А.Э., и др. Геологическое доизучение масштаба 1:200 000 листа О-46-IV в 1994-1999 гг. Рабочие материалы. Фонды ФГУГП «Красноярскгеолсъёмка». Красноярск, 2003 г. – 408 с.

## **ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОЛОТОНОСНОЙ ЗОНЫ МАРОККОСКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ**

**Ильин Д.А.**

**научный руководитель канд. геол.-минерал. наук Михеев В.Г.**

*Сибирский федеральный университет*

Основной задачей является - изучить вещественный состав центральной золотоносной зоны Мароккского рудопроявления, описать вмещающие, околорудные и рудные породы и минералы.

Для Центральной золотоносной зоны для минерализованных зон с повышенными содержаниями золота и рудных интервалов характерны линейные разреженные штокверки сближенных прожилков мощностью от первых миллиметров до первых сантиметров с единичными маломощными жилами. По морфологии наряду с линейными прожилками, выполняющими трещины скола, присутствуют и волнисто-ломанные, вероятно, выполняющие трещины отрыва.

На основании анализа фактического материала установлено следующее, что основным жильным минералом является кварц, слагающий жилы на 80-98%. Он ассоциирует с карбонатом, плагиоклазом, серицитом, хлоритом, мусковитом, биотитом, сульфидами. В некоторых кварцевых жилах до 20% составляют включения лапчатых образований хлорита. Остальные минералы присутствуют в единичных процентах от объема кварца. Золотоносные жилы в призальбандовых частях содержат выделения арсенопирита, плагиоклаза, биотита, хлорита, реже мусковита и гнезд причудливых морфологий гидроокислов железа развитых на поверхности по пириту, пирротину и железистому карбонату.

Кварц жильных образований пятнистый от светло-серого, до серого и темно-серого, полупрозрачный до матового. В более крупных жилах кварц более крупнокристаллический и более светлый, с уменьшением мощности уменьшается степень кристалличности и кварц становится более темным и полупрозрачным. Кроме кварца в жильных образованиях присутствуют арсенопирит, хлорит, биотит, серицит, лимонит. Распределены в жилах они неравномерно и тяготеют к призальбандовой части, а также выполняют трещины и гнезда в жилах и прожилках. Часто жилы интенсивно трещиноваты с выполнением трещин лимонитом и перекристаллизацией дробленого кварца, вероятно с привнесом новых порций гидротерм, несущих сульфидную и золотую минерализацию.

Вмещающие породы – метасоматически измененные, прокварцованные, участками брекчированные сланцы с многочисленными, различно ориентированными кварцевыми, единичными кварц-карбонатными прожилками.

Березитизированные сланцы – породы с переменным количеством кварца и серицита от 20 до 60%, которые в сумме составляют 70-80% состава породы.

Альбит-кварцевые метасоматиты представляют собой породы на 60-70% состоящие из кварца с примесью от 5 до 15% альбита и с незначительным количеством серицита, хлорита и биотита, последний, в основном, в виде порфиробласт.

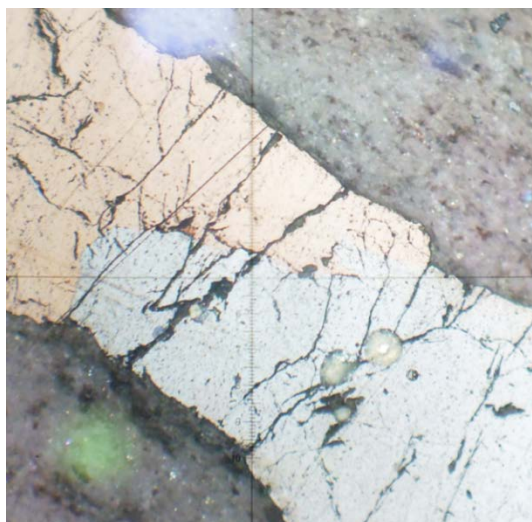
Серицитизированные сланцы на 60-70 % состоят из серицита с незначительной примесью кварца и хлорита. В рудных зонах, также как и в Западной зоне, они несут округлые кварц-биотитовые с сульфидами новообразования и линзовидные более крупные кварцевые и кварц-биотитовые выделения, с которыми тесно связаны сульфидные, чаще арсенопиритовые скопления кристаллов или единичные кристаллы.

Во время прохождения преддипломной практики на Марокском объекте для изучения вещественного состава был отобран необходимый каменный материал. Оптический анализ позволил более детально охарактеризовать минералы руд месторождения. Всего было изготовлено шлифов 7, аншлифов 8, ниже приводится описание минералов.

Рудные минералы Центральной золотоносной зоны развиты в виде единичных вкраплений, гнездовых скоплений, прожилков во вмещающих породах, кварцевых жилах и прожилках и вдоль контактов прожилков с вмещающей породой. Общее количество сульфидов в зоне по визуальной оценке составляет 1-3% (содержание арсенопирита в отдельных маломощных березитизированных и окварцованных прослоях вмещающих пород и кварцевых жилах и прожилках до 10-15%, в отдельном случае до 40%. Среди сульфидов в аншлифах наиболее распространены арсенопирит - ед.з. - 12%, пирротин – ед.з. – 3%, пирит – ед.з. – 3%, халькопирит – ед.з., лимонит – ед.з. – 7% и скородит – ед.з. – 1%, редко наблюдаются – сфалерит – ед.з., галенит – ед.з., в единичных случаях отмечаются пирит-мельниковит, марказит – ед.з., ковеллин, графит – ед.з.

Арсенопирит наиболее распространенный минерал Центральной золотоносной зоны (рисунок 1). Встречается в сланцах, кварцевых жилах и прожилках, и имеет некоторые морфологические различия. Более густая вкрапленность арсенопирита в сланцах обычно тяготеет к контактам с кварцевыми жилами и прожилками, а также к измененным березитизированным и прокварцованным участкам и прослоям вмещающих пород. Чем дальше от контактов, тем реже становится густота вкрапленности и уменьшается размерность зерен арсенопирита. Арсенопирит образует равномернорассеянные, вкрапления идиоморфных зерен, зерен с элементами идиоморфизма.

Пирротин встречается чаще других сульфидов, после арсенопирита в Центральной золотоносной зоне. Пирротин отмечается в виде единичных вкраплений зерен удлиненно-неправильной формы. Часто вкрапления пирротина приурочены к прокварцованным участкам породы. Пирротин также часто отмечается в сростании с арсенопиритом.



**Рис.1 - Идиоморфнобластическая и катакlastическая структура арсенопирита (белое). Форма зерна удлиненно-призматическая. Аншлиф Р 1003; ник II; Ув. 60<sup>x</sup>**

Пирит распространен в зоне почти так же как пирротин. Образует единичные вкрапления идиоморфных зерен и зерен неправильной формы, Пирит образует вкрапления зерен по плоскостям расщепления вмещающих пород.

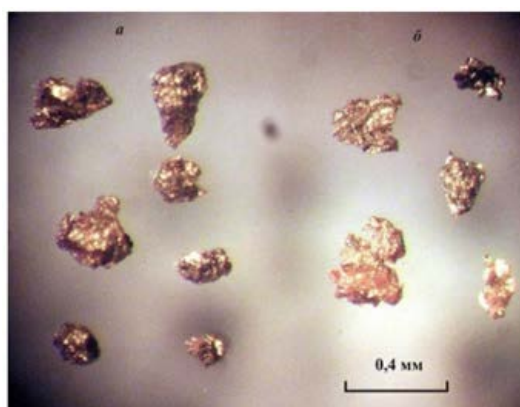
Халькопирит встречается редко, и всегда в сростании с пирротином, галенитом, сфалеритом, пиритом. Формы зерен неправильные, редко отмечаются зерна халькопирита округлой, округло-таблитчатой формы. Халькопирит образует самостоятельные вкрапления в сланце, тонкие единичные вкрапления в кварцевых и кварц-карбонатных прожилках, а также на границе кварц-карбонатных прожилков и сланца.

Сфалерит отмечается очень редко, в сростании с пирротином, халькопиритом, формы зерен неправильные.

Галенит встречается очень редко в виде вкраплений неправильной, удлиненной, изометричной, близкой к квадратной формы. Вкрапления галенита отмечаются в кварцевых, кварц-карбонатных прожилках, реже в прокварцованных участках сланцев. Образует сростания с халькопиритом, сфалеритом и золотом.

Оптический анализ позволил выделить главные рудные минералы: арсенопирит, пирротин и пирит, которые являются элементами спутниками коренного золота. В виде единичных зерен присутствуют галенит, сфалерит присутствие которые подтверждает спектральный анализ.

В канавах и скважинах Центральной золотоносной зоны визуально редко отмечалось видимое золото в кварцевых жилах и прожилках, которое располагается гнездобразно, формируя скопления в сотни мелких знаков ( $\ll 1$  мм) и образуя пылевидные пленки, редко встречаются единичные знаки (до 1 мм). Золото отмечается в виде зерен округло-овальной неправильной, удлиненной, пластинчатой форм в виде короткой тонкой проволоочки с плавно извилистыми краями, размером от 0,005 до 0,15 мм (рисунок 2). Золото отмечено в прожилке, выполненном гидроокислами железа, в скородите с гидроокислами железа, замещающими арсенопирит, в арсенопирите, в галените, в кварцевом прожилке, и в кварцевом прожилке на границе с крупночешуйчатым хлоритом. Цвет золотин светло-желтый (вероятно, низкопробное золото), желтый, ярко-желтый, пробность золота 875. Количество золотин на аншлиф от 1 до 23 знаков. Описание золота приводится по работам Москалев В.А. 2015 г.



**Рис.2 - Кристаллы (а) и трещинные (б) формы самородного золота**

По результатам проведенного атомно-эмиссионного спектрального анализа были выделены элементы Hg, Bi, Mn, Ti, Zn, содержания которых превышают фоновые в тысячи и сотни раз, и были представлены в виде коэффициентов концентрации соответствующих элементов.

## ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НАРЫНСКОЙ ВПАДИНЫ

Ильясов К.С.

научный руководитель канд. геол.-минерал. наук Прокатень Е.В.

*Сибирский федеральный университет*

Нефтегазоносность Нарынской впадины изучалась научно-исследовательским коллективом палеонтологов Геологического агентства природных ресурсов Кыргызской Республики в 2001-2010 гг. В качестве исходной информации по геологической изученности Нарынской впадины нами использованы материалы вышедшей в свет монографии [1]. Результаты исследований палеозойских отложений горных обрамлений Нарынской впадины основаны на люминесцентно-битуминологическом анализе образцов органогенных и глинистых известняков, алевролитов и сланцев, которые были отобраны с поверхности магистральных профилей.

Актуальность темы заключается в изучении источников формирования нефтематеринских пород, содержащих достаточное количество  $C_{орг}$ . В связи с этим рассмотрены условия осадконакопления в период верхнего девона – верхней перми представляющие интерес с точки зрения прогнозирования нефтегазоносности палеозойских отложений всего Нарынского бассейна.

Начиная с фаменского века до раннетурнейского шло осадконакопление в условиях трансгрессивно-регрессивного цикла, т.е., по схеме внутренняя (замкнутая) лагуна – внешняя лагуна внутреннего шельфа – внутренняя (замкнутая) лагуна. Фации нижней части развиты практически повсеместно на территории Срединного Тянь-Шаня и образованы чередованием алевролитов, известковистых песчаников, мергелей, выше – биокластовыми пакстоунами, вакстоунами и баундстоунами (джалбаканская свита). В верхней части разреза фации известняков и доломитов (сонкульская свита) произошли в среде ограниченной циркуляции (отшнурованные лагуны). Они распространены, в основном в западной и центральной частях территории.

В раннетурнейско-позднебашкирское время из-за начавшейся трансгрессии на всей территории Срединного Тянь-Шаня наступает режим образования шельфовых фаций южной пассивной окраины Кыргызско-Казахского континента.

Позднепалеозойские коллизионные процессы, начавшиеся в этом регионе в позднемосковское время (средний карбон), стали причиной закрытия Туркестанского палеоокеана. Кыргызско-Казахский и Таримский континенты сомкнулись и вошли в состав единого суперконтинента Лавразия.

Фации этого временного интервала развиты главным образом в юго-западной и центральной частях Срединного Тянь-Шаня. В целом, седиментация проходила, видимо, в нескольких изолированных мелководных бассейнах, разделенных поднятиями, на которых формировались биогермные постройки [1].

Теперь перейдем к потенциально являющимся нефтематеринским породам коджагульской и арпинской свит. Первая из них распространена в хр. Джаман-Тоо и Байбиче-Тоо, а вторая в дополнение охватывает северный склон хр. Ат-Баши.

Коджагульская свита представлена темными известняками биокластово-фораминиферовыми, переслаивающимися с алевролитами, песчаниками и конгломератами, обогащенными органическим веществом. Все разновидности пород содержат фораминиферы и водоросли хорошей сохранности, многочисленный углефицированный детрит пеллеципод, гастропод, брахиопод.

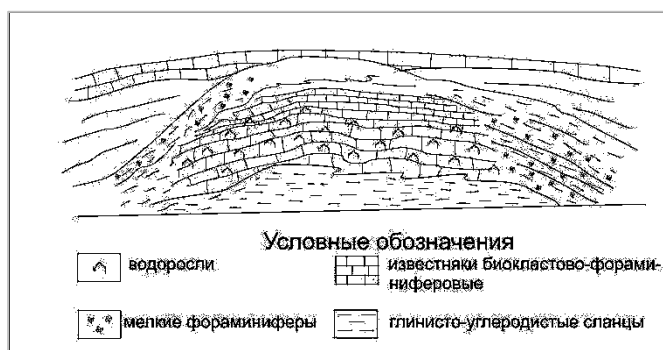


Арпинскую свиту составляют мелко-среднегалечные бурые туфоконгломераты с прослоями вулканомиктовых гравийных песчаников на глинисто-карбонатном цементе, выше по разрезу следуют переслаивания глинистых и известковистых алевролитов и известковистых песчаников, содержащих редкие прослои гравелитов. В верхней части разреза преобладают слюдисто-известковистые и полимиктовые тонко-среднеслоистые песчаники с частыми прослоями гравелитов.

После краткого представления продуктивных нефтематеринских свит верхнего палеозоя обратим внимание на предполагаемые источники формирования, т.е. рифогенные карбонатные постройки. Последние, широко развиты в Нарынской впадине. Рифогенные отложения откартированы в пределах дневной поверхности и выделены в результате палеорекопструкций в виде шельфовой зоны, протягивающейся вглубь вдоль бортов впадины, но погребенной под мощной толщей молассы мезозойско-кайнозойского возраста.

Возникли эти постройки, предположительно, как карбонатные наносы солей, которые затем зарастали водорослями и, впоследствии преобразовались в куполообразную форму, ориентированную своей длинной осью параллельно шельфовой впадине и простирающую слоистых пород впадины. Рост подобных образований контролировался разрывными нарушениями. Пример постройки изображен на рисунке 1.

При любом типе происхождения многие купола или холмы, образовавшиеся на шельфах, обнаруживают вертикальную последовательность фаций, выделяемых по структурным и палеонтологическим признакам [1].



**Рис.1 - Схематическая зарисовка верхнепалеозойской рифогенной карбонатной постройки**

Дальнейшее изучение Нарынского бассейна необходимо для выявления неучтенных фактов, касающихся генезиса нефтесодержащих интервалов, уточнения литологической, палинологической, палеонтологической и другой представляющей интерес информации. Решение этих и других задач возможно лишь с постановкой геолого-геофизических работ, основанных на бурении скважин с отбором кернового материала, использовании комплекса геофизических исследований скважин (ГИС).

#### Список литературы

1. А.В. Дженчураева, А.В. Неевин, Р.А. Максумова, О.Ф. Гетман, Л.П. Ногаева Атлас фаций и ископаемых остатков палеозоя Среднего Тянь-Шаня. – Б.: ГОУВПО КРСУ, 2013.
2. Е.М. Максимов Литология природных резервуаров нефти и газа. Учебное пособие. – М.: ЦентрЛитНефтегаз, 2008. – 63-64 с.

## ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ МЕЖГОРНЫХ ВПАДИН КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Искандаров Т.К.

научный руководитель канд. геол.-минерал. наук Прокатень Е.В.

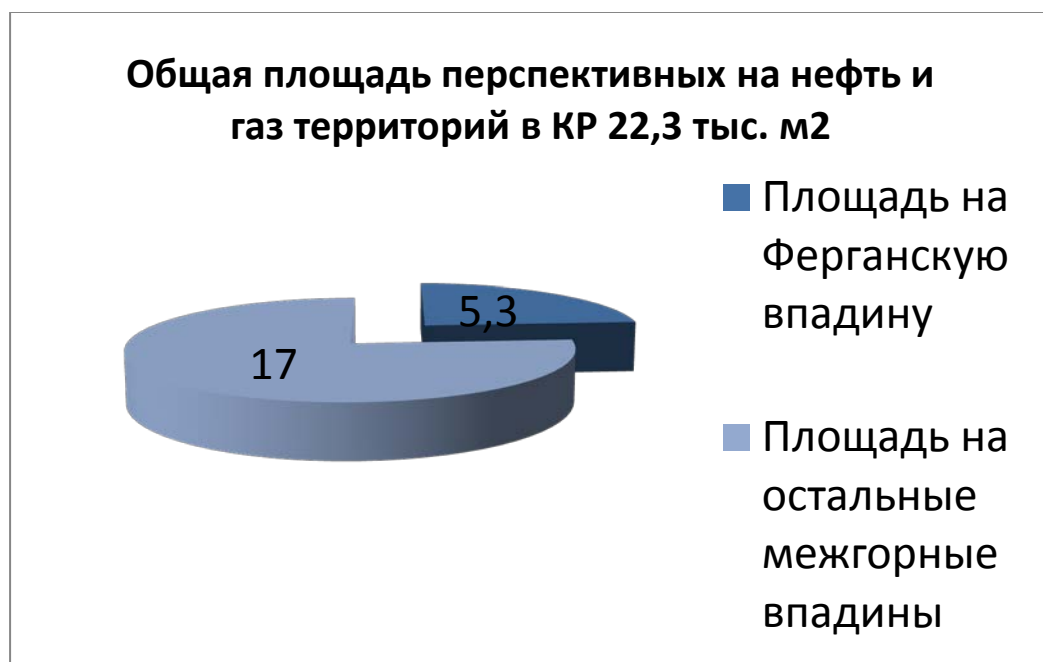
*Сибирский федеральный университет*

В настоящее время вопрос обеспечения углеводородами является наиболее актуальным, определяющим эффективность экономического развития Кыргызстана. Как известно, одной из проблем возобновления работ, связанных с нефтепромыслом является недостаточное финансирование геологоразведочных работ.

В советское время на территории Киргизии ежегодно добывалось до 1 млн. т нефти. В начале 90-х нефтегазопроисковые работы были свернуты по известным причинам. ОАО «Кыргызнефтегаз» (основано в 1999 году) начало добывать в среднем по 70-80 тыс. т. нефти в год.

Промышленные (т.е. разведанные и осваиваемые) запасы нефти по категории А, В и С<sub>1</sub> составляют 88 млн. т. нефти.

В целом, общая площадь перспективных на нефть и газ территорий в КР по данным Госгеолагенства минеральных ресурсов составляет 22,3 тыс. м<sup>2</sup>. Ниже приведена диаграмма их распределения (см. рисунок 1).



**Рис.1 - Диаграмма распределения перспективных на нефть и газ площадей Кыргызской Республики**

Геологоразведочные работы (ГРП) в остальных межгорных впадинах в настоящее время находятся на региональном этапе, в лучшем случае на стадии оценки зон нефтегазонакопления. В большинстве впадин уже проведены геологические и геохимические исследования с определенными результатами работ. Но для полного комплекса ГРП не хватает проведения геофизических работ, которые включают в себя:

- сейсморазведку по системе опорных профильных пересечений;

- сейсморазведочные работы по методу общей глубинной точки (МОГТ)
- сейсмические работы метода отраженных волн (МОВ)
- сейсмические исследования по корреляционному методу преломленных волн (КМПВ).

Геолого-геофизическая изученность межгорных впадин, в целом, слабая и неравнозначная. В разной степени и масштабы впадины изучены геофизическими методами: электроразведкой, сейсморазведкой - МОВ, КМПВ, МОВЗ и отдельные участки - методом общей глубинной точки (МОГТ).

В качестве примера рассмотрим Кочкор-Атинскую зону нефтегазоаккумуляции, а именно месторождение Майлису IV, расположенного в северной части Ферганского бассейна.

Майлису IV является крупным месторождением нефти и газа в республике. Проводились геологоразведочные работы (ГРП) на региональном и поисково-оценочных этапах. В связи с прекращением ассигнований со стороны Госгеолагента минеральных ресурсов в начале 90-х гг. работы были временно свернуты. Начиная с 1999 года они возобновились единичными нефтегазовыми предприятиями. В 2011 году в мае на месторождении Майлису IV был получен приток нефти 100 т. в сутки.

В заключение необходимо отметить, что перспективы нефтегазоносности межгорных впадин Кыргызстана во многом зависят от качественных результатов применяемого комплекса геологоразведочных работ (ГРП). Успех, которого напрямую связан с применением новых технологий поисков, разведки нефтяных и газовых месторождений.

Выводы:

1. Для повышения эффективности проведения нефтегазопромысловых работ на неизученных участках Кочкор-Атинской зоны нефтегазоаккумуляции предлагается провести палеогидрогеологические исследования с определением органического вещества в воде, в породах и с анализом углеводородных газов (выбор данного метода продиктован с точки зрения эффективности и удешевления работ).

2. Применение новой технологии разработки месторождения с отмыванием и добычей нефти через одни и те же скважины создает условия для роста производительности в 1,5 раза. При разработке нефтяного месторождения с поддержанием пластового давления путем закачки водного раствора создаются условия для роста производительности нефтяного месторождения.

3. Разработка инвестиционного бизнес-плана по привлечению нефтяных компаний из Российской Федерации.

### Список литературы

1. Хаимов Р.Н., Педдер Ю.Г., Ходжаев Р.А. и др. Геологоразведочные работы на нефть и газ в Киргизской ССР в одиннадцатой пятилетке. Геология нефти и газа. №2, 1981.

2. Доленко Г.Н. Закономерности формирования и размещения нефтегазоносных провинций в свете минеральной теории происхождения нефти. Журнал Всесоюзного химического общества им Д.И. Менделеева. Том 31, №5, 1986, с.578-581.

3. Жумашов Ж.Н. Геориски в нефтегазовых районах Кыргызстана. Сборник материалов Международной Конференции «Дистанционные и наземные исследования Земли и Центральной Азии». Бишкек, Кыргызстан, Сентябрь 8-9, Издательство «Коллаж» 2014. с. 149-151.



## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

**Коробейников П.А.**

**научный руководитель канд. техн. наук Молокова Н.В.**

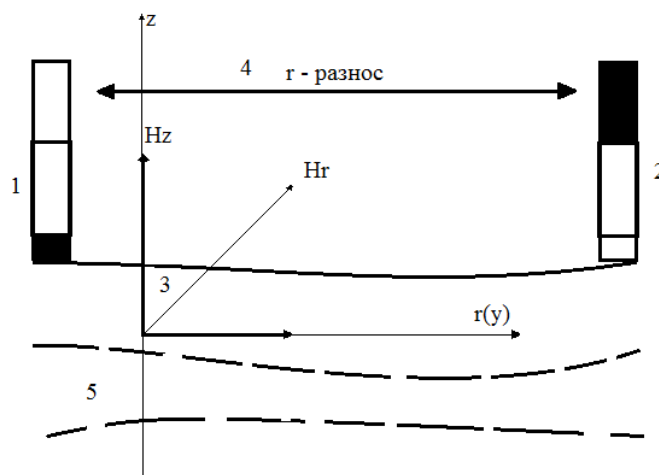
*Сибирский федеральный университет*

Работа посвящена разработке программного обеспечения в области геофизических методов изучения геологической среды, рассматривается частный случай электроразведки - метод электромагнитного зондирования.

Электромагнитное зондирование (ЭМЗ) – метод электроразведки, основанный на изучении зависимости электрической и магнитной компонент переменного электромагнитного поля от его частоты и связи этой зависимости с изменением геоэлектрического разреза с глубиной.

Электромагнитные зондирования в настоящее время используются для решения обширного круга задач, связанных с расчленением по электромагнитным свойствам различных геологических разрезов. ЭМЗ применяются для глубинных, структурных исследований, поисков и разведки полезных ископаемых, детальных инженерно-геологических, мерзлотно-гляциологических, гидрогеологических, почвенно-мелиоративных и экологических исследований.

Существуют несколько методов электромагнитного зондирования, которые проводятся на постоянном или на переменном токе, с фиксированной частотой или постоянным временем становления поля, во всех из них постепенно увеличивается расстояние между питающими и приемными линиями (разнос -  $r$ ). Для зондирований применяются одноканальные и многоканальные приборы или электроразведочные станции. Определяемые в результате зондирований амплитуды и фазы электрических ( $E$ ) или магнитных ( $H$ ) компонент характеризуют изменение геоэлектрического разреза с глубиной. В результате ЭМЗ строятся кривые зондирования, т.е. графики зависимостей кажущихся сопротивлений от параметров глубинности (рисунок 1).



**Рис.1 – Схема установки ЭМЗ на переменном токе с фиксированной частотой: 1,2 – питающие электроды; 3 – электромагнитное поле, с магнитными компонентами  $H_z$  и  $H_r$ ; 4 – расстояние между электродами (разнос)  $r$ ; 5 – геологическая слоистая среда**

В настоящее время существует множество аппаратных комплексов для проведения электромагнитного зондирования, как отечественного, так и зарубежного производства. Каждый из них может приводить геофизические параметры исследуемой геологической среды, но интерпретация этих данных становится отдельной задачей – некоторые из предлагаемых на рынке комплексов имеют свои программные модули, позволяющие обрабатывать полученные данные, например – наземный переносной аппаратно-программный комплекс «NEMFIS» (рисунок 2). Но все они имеют свои недостатки – лишены универсальности, не работают с другими методами электромагнитного зондирования, исследуют не все параметры среды, стоимость таких модулей может быть достаточно высока, так как цену устанавливает производитель.

Поэтому разработка универсального программного комплекса, позволяющего интерпретировать данные с различных приборов, является актуальной задачей.



**Рис.2 – Наземный переносной аппаратно-программный комплекс «NEMFIS»**

В геофизике, для интерпретации электромагнитных параметров среды используются три различных типа методов. Графоаналитические методы - расчет обобщенных параметров разреза по асимптотическим или экстремальным значениям сопротивлений на кривых ЭМЗ. Палеточные методы – основаны на использовании альбомов для кривых трехслойных разрезов (палеток), процесс интерпретации сводится к совмещению экспериментальной (полевой) кривой, вычерченной на прозрачном бланке, с одной или несколькими теоретическими кривыми из альбома палеток. Машинные методы – интерпретация ЭМЗ с помощью современных компьютеров.

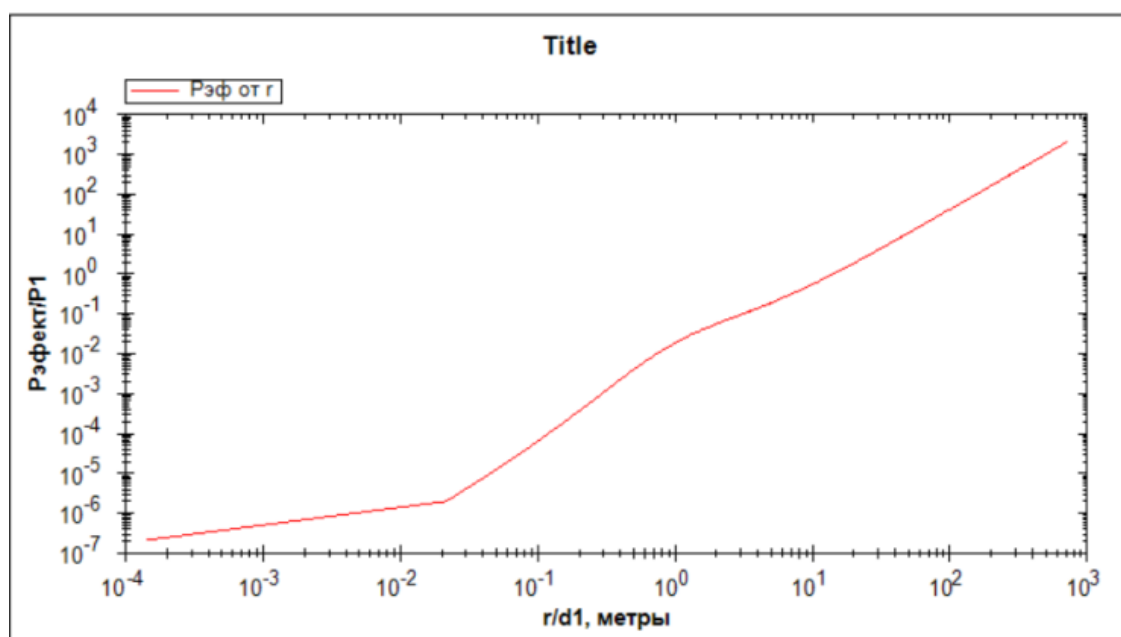
#### **Разработка программного обеспечения**

Данное программное обеспечение разрабатывается в программной среде Microsoft Visual Studio 2015 Express на языке C#.

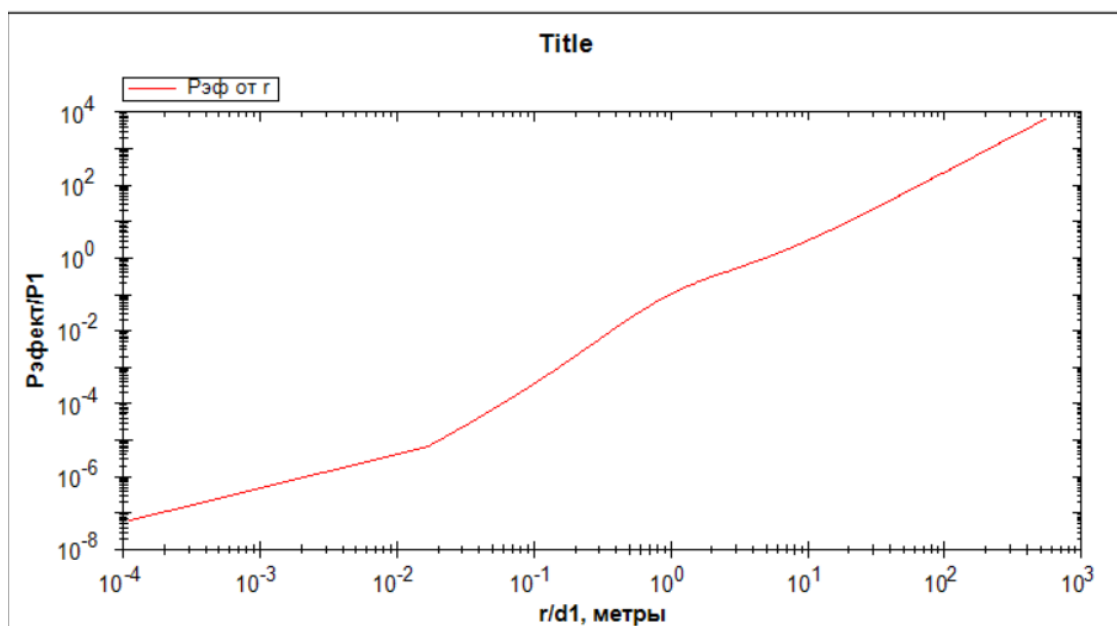
Программа должна выполнять следующие функции:

1. Построение теоритических кривых ЭМЗ для исходных данных (рисунок 3);
2. Построение полевых кривых ЭМЗ, по данным полученным в ходе электроразведки, с помощью геофизического оборудования (рисунок 4);

3. Сопоставление теоритических и полевых кривых, для интерпретации полученных результатов, с помощью знаний, которыми обладает эксперт;
4. Автоматизация интерпретации результатов.



*Рис.3 – Пример теоритической кривой*



*Рис.4 – Пример полевой кривой*

Реализация каждой функции программы требует решения большого количества подзадач.

На первоначальном этапе строится теоритическая кривая, для чего задаются параметры:  $r$  – разноса,  $f$  – частоты зондирования;  $\rho_1$  и  $\rho_2$  – сопротивления,  $d_1$  и  $d_2$  – мощности пластов среды, а так же  $\epsilon$  и  $\mu$  – электрическая и магнитная проницаемость среды.

На рисунке 3 представлен результат расчета теоритической кривой, расчет производится по предварительным данным геологоразведки, когда известны приблизительные значения мощностей пластов и их удельные сопротивления. На основе этих данных, вычисляются магнитные компоненты электрического поля (Н), по которым строится теоритическая кривая. Параметры разноса и частоты могут изменяться, у каждой группы значений  $\gamma$  и  $f$  свои теоритические кривые.

На рисунке 4 представлен результат расчета полевой кривой, когда уже имеются данные проведенного метода электромагнитного зондирования, известны значения магнитных компонент и известные значения разноса и частоты, выбранных в ходе полевых работ. На этом этапе возможен анализ полученной кривой, которая сопоставляется экспертом с рассчитанной ранее теоритической кривой или палетками, которые соответствуют данному профилю.

Как видно на рисунках 3 и 4 теоритическая и полевая кривые имеют похожее строение, но небольшую разницу в значениях, что является допустимой погрешностью при расчетах. Коэффициент погрешности, составляет 3-9%, что гораздо ниже, чем при ручной обработке данных.

Дальнейшая разработка приведет к автоматической интерпретации полученных кривых, программа сама будет сопоставлять, теоритические и полевые кривые, строить зависимости параметров среды, и предоставлять информацию о строении изучаемого пласта.

#### **Вывод**

Для построения теоритических кривых были разработаны дополнительные программные модули, позволяющие работать с десятичными и комплексными числами.

Автоматизация расчетов теоритических и полевых кривых значительно сокращает время анализа геологической среды, помимо этого возможно строить более точные кривые, за счет уменьшения шага параметра  $\gamma$  – разноса.

Для построения графиков использован модуль «ZedGraph», позволяющий изображать кривые графически, и дающий возможность масштабирования.

В настоящее время разработаны несколько модулей программы, позволяющие строить графики теоритических и полевых кривых, соответствующие методу электромагнитного зондирования, задавая различные параметры среды, устанавливая величину разноса и рабочую частоту.

#### **Список литературы**

1. Аппаратура электромагнитных методов переменного гармонического тока и эффективность ее применения в рудной и инженерной геологии / В. И. Иголкин, М.Ф. Хохлов, О. А. Тронин, А. М. Алешечкин – Красноярск, 2014. – 138 с.
2. Геофизические методы исследования земной коры [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1161636&uri=page26.html>
3. Беляков, В. И. Дистанционно-частотные зондирования / В. И. Беляков – Санкт-Петербург, 1995. – 25 с.
4. Иголкин, В. И. Теоретические основы интерпретации результатов электромагнитного зондирования / В. И. Иголкин – Красноярск, 2010. – 50 с.
5. Жданов, М. С. Электроразведка / М. С. Жданов – Недра, 2006. – 316 с.



## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРУКТУРНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ РУДНЫХ ТЕЛ РАЗДОЛИНСКОГО РУДНОГО УЗЛА**

**Люфт С.К.**

**научный руководитель канд. геол.-минерал. наук Лабушев М.М.**

*Сибирский федеральный университет*

В процессе прохождения производственной практики (Мотыгинский район), мною были получены, графические и текстовые данные результатов бороздowego опробования траншей, рентгенофлуоресцентный анализ керна, месторождения Змеиный и рудопоявления Светлое, которые располагаются в одном рудном поле. Объем опробования по рудным подсечениям составил около 100 проб.

Структурные условия локализации рудных тел показали различия только в связи с распределением содержаний золота и мощностей рудных подсечений. Раздельно изучались пробы по участкам Змеиный и Светлый, определялись статистические законы распределения мощностей и содержаний золота, рассчитывались выборочные статистики и коэффициенты корреляции мощностей рудных подсечений и содержаний золота.[3]

Способ проверки нормальности распределения выборки основан на том, что асимметрия и эксцесс нормального распределения равны нулю. Степень отклонения соответствующих выборочных показателей от нуля оценивалась с помощью критерия Стьюдента. При помощи данного критерия также оценивалась значимость отклонения коэффициентов корреляции от нуля. [2]

Закон распределения содержаний золота и мощностей подсечений на участке Змеиный был определен как логнормальный, но для содержаний золота распределение оказалось слабо асимметричное, близкое и к нормальному закону. Расчет коэффициента корреляции нам при этом показал незначимое отклонение от нуля, но после логарифмирования данных был получен значимый коэффициент корреляции 0,26 с доверительной вероятностью 0,9. [1]

Полученные данные позволяют предположить, что при рудообразовании происходило слабое направленное движение гидротермальных растворов, что сохраняло корреляционные связи мощностей рудных тел и содержаний золота в них, а там где движение было более значительным, корреляционные связи пропадали.

При дальнейшем моделировании из корреляционных расчетов удалялась информация по отдельным скважинам и траншеям и фиксировалось изменение коэффициента корреляции. При понижении коэффициента корреляции предполагалось, что в исключенной области проходило направленное движение растворов. Результаты были вынесены на геологоразведочный план участка Змеиный.

По данному показателю западная и восточная части участка Змеиный резко различаются. В Западной части наблюдается результат возможного «рудоподведения» по локальной области в центральной части рудного тела, а в Восточной части наблюдается частое локальное проявление возможных обстановок «рудоподведения».

При разделении проб участка Змеиный по принадлежности к западной или восточной части по поисковой линии бз примерно в центре участка, одновременно подтвердилось то, что в западной части эффект «рудоподведения» подтвердился, при этом коэффициент корреляции резко увеличился до 0,51, для содержаний восточной части коэффициент корреляции стал незначимым и при извлечении из расчетов содержаний золота по отдельным скважинам или траншеям этой части вариативность не проявляется.



Важно то, что при анализе участка Змеиногo без разделения на части мы получили дополнительную информацию, которая не проявилась при разбиении данного участка на Западнoй и Восточнoй. Но разбиение этого участка на части позволило уточнить данные по корреляции мощностей рудных подсечений и содержаний золота.

На участке Светлoй корреляция мощностей и содержаний не значимая, и при удалении из расчѐтов отдельных проб, вариативности коэффициента корреляции не наблюдается, что косвенно подтверждает его незначимость. По этим данным, используя информацию полученную на участке Змеинoм, можно предположить существенное направленное движение рудообразующих растворов без областей рудоконцентрации, как это наблюдается в западной части участка Змеинoй.

В качестве общего вывода можно предположить, что установлено три разных обстановки условий рудообразования. На участке Светлoй и в западной части Змеиногo происходило направленное движение рудообразующих растворов. Вероятно они являются двумя зонами, которые ограничивают область где проявились площадные гидротермальные процессы, которая представлена восточной частью Змеиногo участка. Предположительно прогрев пород и формирование гидротермальной системы можно связать с процессами формирования Попутнинскoгo массива ультраосновных пород.

Условия формирования рассматриваемoгo оруденения можно сопоставить с условиями формирования месторождений золота Казахстана [4]. Там отмечается два максимума количества рудных тел на расстояниях 0-2 и 4-6 км от контакта с интрузивами. При этом запасы золота более удалѐнных от массива областей существенно превышают запасы прилегающих.

Говоря о дальнейших перспективах Змеиногo и Светлoгo участков, можно прогнозировать, что основное оруденение будет связано со Змеинoм участком. Это согласуется со средними содержаниями золота рудных подсечений на участках Змеинoй и Светлoй, которые составляют соответственно 5,36 г/т и 2, 7г/т.[3].

### Список литературы

- 1.Основные законы распределения [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mathtask.ru/0032-principal-laws-of-distribution.php>.
- 2.Корреляционный анализ [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://chemstat.com.ru/node/12>.
- 3.Шедько К.П. Проект «Разведка золоторудных объектов Раздолинскoгo рудногo узла», с.185
- 4.Коробейников А.Ф.; Масленников В.В. «Закономерности формирования и размещения месторождений благородных металлов Северо-Восточного Казахстана», с.335



**ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ИСКОПАЕМЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОСТАТКОВ  
И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД «АНЦИФИРОВСКОГО» УЧАСТКА, И ИХ  
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА С ЛИГНИТАМИ БАССЕЙНА Р. КАС  
(УЧАСТОК «КАСОВСКИЙ»)**

**Наидко В.И., Козьмин Д.Г.**

**научный руководитель д-р геол.-минерал. наук Макаров В.А.**

*Сибирский федеральный университет*

Ископаемые древесные остатки (лигниты) на территории участка «Анцифировский» были выявлены в ходе геологоразведочных работ, проводимых компанией ОАО «Красноярскгеология» в 2003 г. В настоящее время, на данном участке проводятся ревизионные работы компанией ООО «Кас», начатые в 2015 г., с целью апробации ранее выполненных исследований и изучения германиеносности ископаемых лигнитов.

Участок «Анцифировский» располагается на сочленении двух крупных геоструктур: Западно-Сибирской плиты и Енисейского кряжа.

В ходе ревизионных работ пробурен ряд скважин, вскрывших продуктивные горизонты - слабосцементированные песчаники с обломками лигнитов (рисунок 1).



*Рис.1 - Фрагменты лигнитов в песчанике*

Лигниты, как предполагаемый источник германия, представлены фрагментами ископаемой углифицированной древесины различных размеров, от первых миллиметров и более. Цвет лигнитов черный и черно-бурый, все обломки характеризуются стекляннным блеском и раковистым изломом.

Элементный состав лигнитов «Анцифировского» участка определялся по одному испытываемому образцу атомно-эмиссионным спектральным методом. Результаты анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1 - результаты атомо-эмиссионного спектрального анализа

Химический элемент	Содержание, $n \cdot 10^{-3} \%$	Химический элемент	Содержание, $n \cdot 10^{-3} \%$
As	2,4	Mn	54
B	220	Nb	3,5
Ba	4700	Ni	11
Be	35	Sr	1000
Co	1,7	Ti	530
Cr	1	V	18
Cu	3,4	Y	160
La	68	Zr	44

При обработке полученных результатов и сравнении их с аналогичными данными по лигнитам бассейна р. Кас можно сделать следующие выводы:

- содержания бора, бария и стронция в лигнитах участка «Анцифировский» в десятки раз превышают таковые в лигнитах «Касовского» участка;
- в исследуемом образце, отобранном на участке «Анцифировском» не превысили пороги обнаружения такие элементы, как цинк, свинец, молибден, вольфрам и олово, в то время как в лигнитах участка «Касовский» отмечаются, хоть и не значительно, повышенные их содержания.

Во вмещающих породах, представленных песчаниками аптско-альбского яруса мелового возраста, предположительно олигомиктового состава, отличительной особенностью участка «Анцифировского» является присутствие рудной минерализации - пиритовых стяжений. Данные стяжения более повсеместно проявлены, имеют большие размеры и ярко выраженную рудную минерализацию, чем на участке «Касовском».

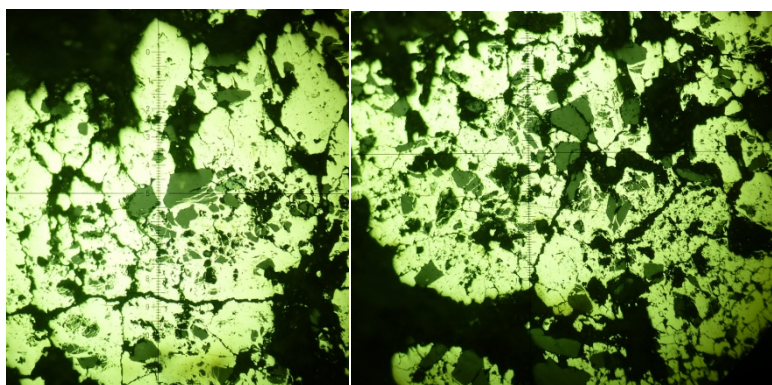
Для изучения вмещающих пород и пиритовых стяжений была отобрана небольшая выборка состоящая из трех образцов для различных лабораторных исследований: рентгенофазовый и атомно-эмиссионный спектральный анализы, оптические исследования.

Рентгенофазовым методом было определено, что среди породообразующих минералов преобладает кварц, в небольших количествах присутствует мусковит. Из рудных на данный момент достоверно определен пирит.

Элементный состав песчаников и пиритовых стяжений практически идентичен таковым участка «Касовский», но имеет следующие отличия:

- несколько повышены содержания бора, ниобия и никеля;
- концентрации свинца, цинка и титана значительно превышают таковые в породах «Касовского» участка.

Авторами также были проведены оптические исследования препаратов (аншлифов) изготовленных из образцов пиритовых стяжений участка «Анцифировского». Исследуемые препараты большей частью (около 60-70 %) состоят из пирита, который корродирует и замещает породообразующие минералы, в данном случае кварц. Другие рудные минералы не выявлены (рис. 2).



**Рис.2 - Зерна пирита (желтое), корродирующие и замещающие обломки кварца (серое). Полированный шлиф А-2. Ув.120<sup>x</sup> Ник. I**

По предварительным данным можно заключить о схожести участков «Касовского» и «Анцифировского» по элементному составу лигнитов и рудовмещающих толщ. Но как отмечено выше имеются существенные различия по

ряду элементов, таким как бор, барий и стронций в лигнитах, а также свинцу, цинку и титану в песчаниках.

Такие элементы, как Ba и Sr, накопившиеся в лигнитах в значительных концентрациях, могут служить геохимическим критерием и индикатором морских обстановок осадконакопления с широким развитием карбонатных пород. Повышенные концентрации полиметаллических элементов и титана в песчаниках участка «Анцифировского» может являться близость данного объекта к свинцово-цинковым месторождениям Енисейского кряжа, в частности уникального месторождения - Горевского, при выветривании которых описываемые элементы мигрировали в близлежащие депрессии, где и располагается исследуемый объект.

Полученные в результате исследований данные актуальны в настоящее время, так как комплексное изучение лигнитов, как потенциального источника германия, и вмещающих их песчаников необходимо для установления возможного источника германиеносности и прогнозирования объектов, схожих по продуктивности с участком «Касовским».



## МОРФОСТРУКТУРЫ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ РОССИИ

Овакимян В.В.

научный руководитель д-р геол.-минерал. наук Пасынков А.А.

*Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского*

Морфоструктурное районирование имеет как общенаучное, так и прикладное значение. Его общенаучное значение состоит в научно-обоснованной систематике таксонов морфоструктурного районирования северо-западного шельфа Черного моря. Прикладное значение состоит в повышении эффективности поисковых геологических исследований, изучении проблем устойчивости при народнохозяйственном освоении морского дна, геоэкологическом аспекте природопользования, в том числе минимизации негативного воздействия на природную среду и его последствий.

Основополагающим принципом морфоструктурного районирования Азово-Черноморского бассейна явилась принадлежность определенного морфоструктурного района к конкретной тектонической структуре с учетом ее ранжирования по значимости.

*Морфоструктуры* - сравнительно крупные формы рельефа, генетически и пространственно связанные с эндогенными процессами, взаимодействующими с экзогенными процессами.

Морфоструктурное районирование было произведено на основании эндоединамических (структурно-тектонических, сейсмических, газовой-грязевулканических, геоморфологических и литологических) и экзогеодинамических (подводно-флювиальных, аккумулятивных, литодинамических, абразионных, денудационно-гравитационных, геохимических) факторов. Критерии районирования связаны с морфометрическими характеристиками рельефа, интенсивностью и направленностью экзогенных геологических, гидrogenных и геохимических процессов.

Азово-Черноморский бассейн в геотектоническом плане является составной частью Средиземноморского складчатого пояса, т.е. морфоструктурой более высокого ранга – геотектурой. В составе геотектуры выделяется ряд морфоструктурных таксонов более низкого ранга.

Морфоструктуры Черного и Азовского морей объединяются в единую *морфоструктурную мегапровинцию Азово-Черноморского бассейна*.

Зональные закономерности распространения таксонов районирования Черного моря проявляются в *морфоструктурных провинциях шельфа, континентального склона, глубоководного ложа Черноморской впадины*.

В составе морфоструктурных провинций выделяются *морфоструктурные подпровинции*.

*Морфоструктурная подпровинция зоны активного волнового воздействия* охватывает относительно мелководную (глубиной до 30 - 40 м) и прилегающую к суше зону Черного моря, ширина которой составляет 5 км у западного побережья Крыма. Преобладающий процесс формирования морфоструктур: абразионно - аккумулятивный. В этой зоне скорости осадконакопления наносов зависят от глубин шельфа: наиболее высокие их значения (25-70 см/тыс. лет и более) приурочены к большим глубинам.

*Морфоструктурная подпровинция зоны пассивного волнового воздействия* мелководья Черного моря - обширная область внешнего шельфа, расположенная до

уступа континентального склона. Преобладающий процесс формирования морфоструктур - аккумулятивный.

В составе подпровинций выделяются *морфоструктурные области северо-западного шельфа Черного моря и, частично, Крымско-Южнобережная морфоструктурная область шельфа Черного моря* со специфическими зональными и азональными мезоформами рельефа: уступами террасовых уровней, распределением подводных погребенных орографических систем, проявлением определенных эндогеодинамических – и экзогеодинамических процессов.

*Морфоструктурная область северо-западного шельфа Черного моря* расположена на подводном продолжении Транс-Европейской шовной тектонической зоны на границе складчато-глыбовых сооружений Добруджи и Скифской плиты.

Морфоструктурные области включают в свой состав единицы районирования более низкого ранга – *морфоструктурные районы*. Для морфоструктурного района характерно развитие специфических морфоскульптур – форм рельефа, сформированных экзогеодинамическими процессами: гидрофизическими, биохимическими и гидрохимическими и др.

В состав морфоструктурной области северо-западной, примыкающей к Крымскому полуострову, части шельфа Черного моря входят следующие морфоструктурные районы: *затопленные аллювиально-аккумулятивная и аллювиальная равнины северо-западного шельфа; Западно-Крымский район шельфа*.

*Морфоструктурный район затопленной аллювиально-аккумулятивной равнины северо-западного шельфа Черного моря* - мелководная часть морского дна, представляющая собой полого сниженную аккумулятивную равнину со средним уклоном 1-3<sup>0</sup>. Является непосредственным продолжением прилегающей суши в области активного волнового воздействия.

*Морфоструктурный район затопленной аллювиальной равнины северо-западного шельфа Черного моря*. Центральная часть района - обширная поздненовоэвксинская террасовидная поверхность шельфа, расположенная в пределах глубин 45 – 60 м. Поверхность расчленена древними эрозионными врезам, заполненными аллювиальными отложениями, и широкими пологими валообразными аккумулятивными формами высотой до 5 м. Осадки, слагающие террасу, представлены озерными фациями прибрежного типа.

Крайняя южная поверхность внешнего шельфа от изобаты 65 м до изобаты 90 м примыкает к бровке континентального склона. В этой зоне сектор внешнего шельфа подвержен наиболее интенсивным процессам подводного оползнеобразования, подводной эрозии и подводной абразии. Формы морского генезиса представлены участками абразионных террас, небольшими банками и подводными береговыми валами, сложенными морскими песчано-ракушечными отложениями. В области перехода внешнего шельфа к континентальному склону широкое развитие получили газовые факелы, образующие обширные поля газовыделений.

*Морфоструктурный Западно-Крымский район шельфа* представляет собой предголоценовую субаэральную поверхность выравнивания приморской равнины, затопленной водами голоценовой трансгрессии. К современным аккумулятивным морфоскульптурам прибрежной зоны относятся косы, бары, пересыпи, вдольбереговые валы и банки, сложенные более древними речными наносами. Эта погребенная эрозионно-аккумулятивная равнина шириной от 100 до 190 км, полого наклоненная к северу, является морфоскульптурой, сформировавшейся на палеоаллювии Пра-Днепра, Палеокаланчака, Палеодонузлава и Палеоальмы.

Северная часть района принадлежит морфоструктуре Каркинитского прогиба и приурочена к области современного мелководного Каркинитского залива.



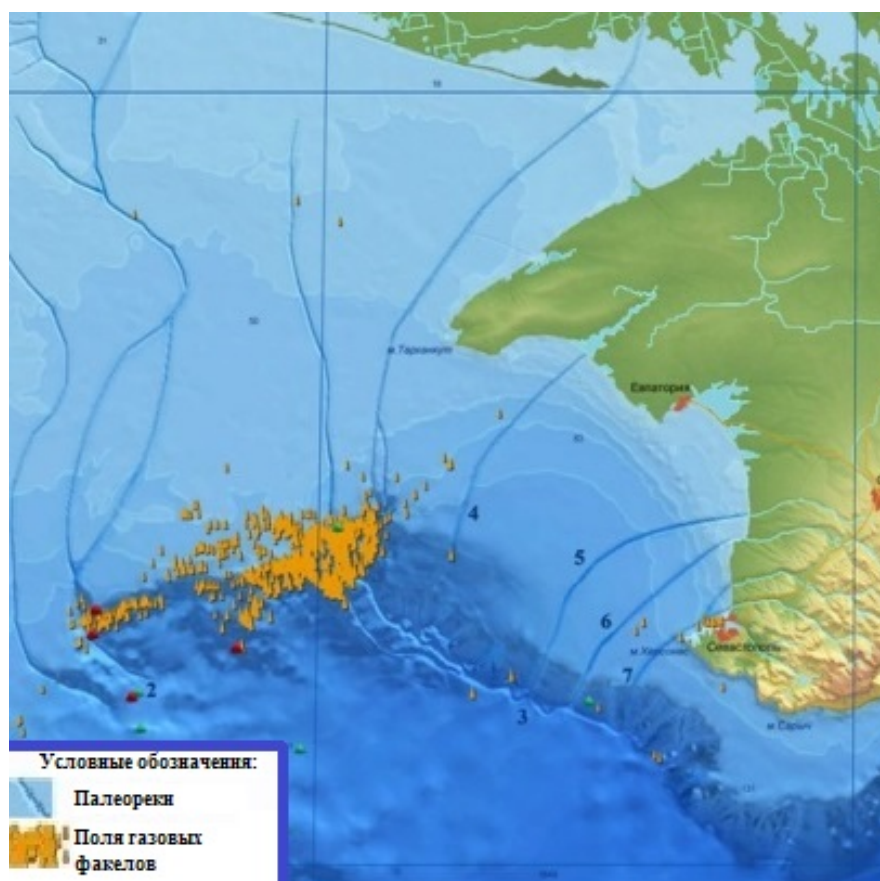
Расположенная южнее Тарханкутско-Новоселовская структурно-денудационная возвышенность соответствует Тарханкутско-Новоселовскому поднятию, сформировавшемуся в результате плиоцен-четвертичных восходящих движений.

Морфоструктуры современных низменных равнин Каркинитско-Присивашской, Альминской, Центрально-Крымской приурочены к отрицательным тектоническим элементам, испытывающим нисходящие неотектонические движения - Каркинитской, Альминской впадинам и одноименным заливам. Эта часть шельфа носит совершенно обособленный характер как по своим морфометрическим параметрам, так и по геоморфологическим особенностям: отчетливым проявлением в рельефе морского дна палеодолин рек Донузлав, Сасык, Альма, Кача; резким сужением шельфа по мере нарастания абсолютных отметок поверхности суши в зоне перехода от Равнинного Крыма к Горному Крыму.

#### *Морфоструктуры и нетрадиционные источники углеводородов*

Критерием перспективности выделенных морфоструктурных районов является наличие установленных прямых и косвенных геологических, геохимических и др. поисковых признаков.

Установлено, что проявления миграционных (глубинных) газов связаны, прежде всего, с неотектоническими и современными тектоническими зонами разрыва плотности донных осадков и проявлениями криптодиапиризма, а газы биогеохимического происхождения формируются в мощных толщах палеодельтовых и палеоруловых накоплений (рис.1).



***Рис.1 - Карта рельефа дна северо-западного шельфа Черного моря [5]***

Результаты исследований газовых факелов приводят к следующим выводам:

-основная масса газовых факелов приурочена к перегибам рельефа морского дна и связана как с положительными (подводные хребты, сопки), так и с отрицательными формами (желоба, каньоны, лощины);

-увеличение количества газовых факелов по мере приближения к палеодолинам рек Палеоднепр и Палеокаланчак обусловлено первичными тектоническими факторами; заложение палеорек по зонам активизации глубинных разломов носило вторичный характер;

-локальный геологический контроль газовых факелов заключается в приуроченности очагов к зонам перемятости, дробления и разрыву сплошности пород, слагающих верхние горизонты разреза.

Наиболее перспективна *морфоструктурная область северо-западного шельфа Черного моря*, и, конкретно, *морфоструктурный район затопленной аллювиальной равнины*. Здесь расположены основные газоносные структуры северо-западного шельфа: Праднепровская, Каркинитская, Межводненская, Южноголицынская, Голицынская и множество других. По перспективности большая площадь района отнесена к категории 5 - 20-30 тыс тонн извлекаемых ресурсов (ИР) на 1 км<sup>2</sup> площади. Здесь сосредоточены значительные по площади и масштабам газовыделений поля газовых факелов, дугообразно охватывающие зону внутреннего шельфа Черного моря.

*Морфоструктурный Западно-Крымский район шельфа*. Здесь расположены участки площадного развития газовых струй и газоносные структуры Западно-Меловая, Южно-Бортовая, Тарханкутская, Евпаторийская, Форум, Севастопольская, Виктория. По перспективности район относится к 8 категории - плотность ресурсов составляет менее 5 тыс т (ИР) на 1 км<sup>2</sup> площади.

### Список литературы

1. Газовый вулканизм Азово-Черноморского региона: монография / Е. Ф. Шнюков, В. П. Коболев, А. А. Пасынков. – К.: АТАСОВ, 2013. – 146-149, 153-160 с.

2. Пасынков А. А. Морфоструктурные особенности морского дна на участках газопроявлений в северо-западной части Черного моря / А. А. Пасынков, С. А. Воронов, В. С. Блинцов, С. В. Кадурич // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2012. – № 4. – С. 82–87.

3. Пасынков А. А. Формы рельефа дна Черного моря как возможные проявления современной геодинамической активности / Е. Ф. Шнюков, А. А. Пасынков, А. А. Любицкий [и др.] // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2012. – № 2. – С. 99–103.

4. Пасынков А. А. Теоретико-методологические основы выделения морфоструктур Азово-Черноморского бассейна / А. А. Пасынков // Геополитика и экогеодинамика регионов. – Симферополь, 2013. – Том 9. Вып. 2. – С. 31–41.

5. Карта рельефа дна Черного и Азовского морей м-ба 1:1250000. / Н. В. Багров, Е. Ф. Шнюков, Н. А. Маслаков, Е. Е. Шнюкова, А. А. Пасынков, И. В. Глуценко, С. А. Карпенко, Б. А. Вахрушев; ГНУ «Отделение морской геологии и осадочного рудообразования» НАН Украины, Таврический национальный университет МОН Украины, НИЦ «Технологии устойчивого развития» ТНУ. – Симферополь, 2012.





## АНАЛИЗ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ГРИГОРЬЕВСКОЙ ПЛОЩАДИ Рогалев А.Ю.

научный руководитель канд. геол.-минерал. наук Стримжа Т.П.  
*Сибирский федеральный университет*

Григорьевская площадь расположена между Советским рудным полем и верховьем р. Оллонокон. Вдоль юго-западной рамки участка геохимических работ тянется Григорьевская тектоническая зона, которая опойсковывалась различными исследователями в предшествующие годы и считается потенциально золотоносной. На остальной части Григорьевской площади тяжелые горно-буровые работы не производились, хотя многими исследователями она так же считается перспективной на золотое оруденение.

В 2012 г. ЦГИ «Прогноз» выполнил литогеохимическое опробование масштаба 1:50 000 всего Советско-Перевальнинского рудного узла, в том числе и Григорьевской площади. Полученные литогеохимические аномалии золота, мышьяка, меди, свинца и ряда других элементов подтвердили перспективность площади и легли в основу для постановки отчетных работ.

В геологическом строении участка принимают участие породы орловской серии, верхнего рифея.

Орловская серия. Иончихинская толща ( $R_3in$ ) сложена темно-серыми и зеленовато-серыми сланцами кварц-хлорит-серицитовыми, гидрослюдистыми, хлоритоидными, иногда карбонатными и углеродистыми с прослоями (0,1-20 мм) серых метаалевролитов, иногда линзами (1-5 м) прозрачно-белых кварцитов и горизонтами (30-100 м) желтоватых, белых, серых, темно-серых, розоватых мраморизованных слюдистых, иногда кремнистых известняков и доломитов.

Анализируя литогеохимические карты можно отметить следующее:

- В пределах Григорьевской площади выделяется три аномальные (As, Pb, Zn) геохимические зоны, которым соответствуют повышенные концентрации золота в пробах.

- Первая линейная зона соответствует Григорьевской тектонической зоне и протягивается от устья руч. Васильевский до истоков руч. Безымянка (вдоль юго-западной рамки площади). Местами она вскрыта отдельными канавами и единичными скважинами, пройденными в 70-е и начале 2000-х годы. По интенсивности аномалий As, Pb, Zn она наиболее слабая и маломощная (ширина от 200 до 400 м). По результатам последних незавершенных поисковых работ прогнозные ресурсы Григорьевской зоны оценены в 193 т металла. Зона представляет интерес и нуждается в заверке горно-буровыми работами.

- Вторая линейная зона тянется параллельно первой от устья руч. Григорьевский до истоков руч. Татьянинский. По своему геологическому строению она сходна с Григорьевской тектонической зоной (интенсивные дислокации, сульфидно-кварцевый метасоматоз, кора выветривания и др.). Зона характеризуется наиболее интенсивными аномалиями As, Pb, Zn и имеет ширину от 300 до 800 м. Максимальной интенсивности геохимическая зона достигает в своем южном окончании, где в верховьях руч. Татьянинский выявлена высококонтрастная и высокоинтенсивная комплексная аномалия As, Pb, Zn. Размеры аномалии 1500 x 400 м. Рекогносцировочным маршрутом в эпицентре аномалии обнаружены обломки кварцевых жил с сульфидной минерализацией. Предположительно аномалия вызвана кварцево-жильным золоторудным объектом. В пределах Второй аномальной зоны (верховья руч.

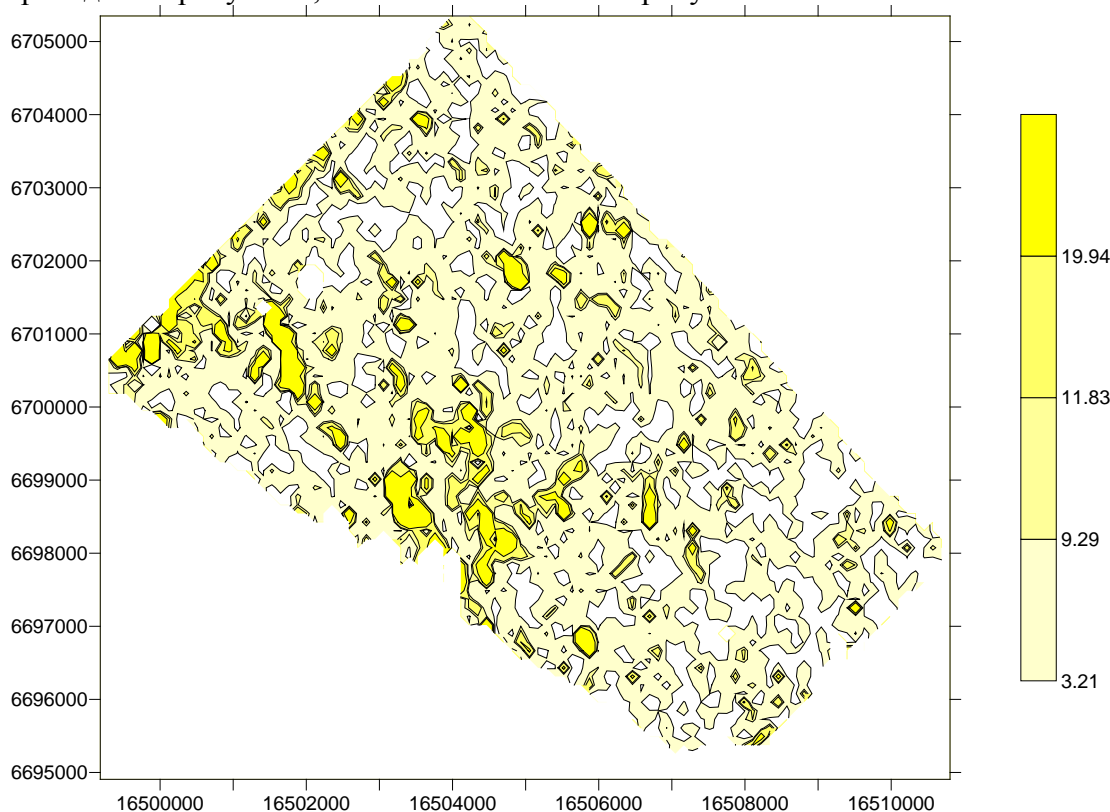
Григорьевский) ОАО Красноярскгеолсъемка в 2012 г проводила маршрутные и профильные литогеохимические работы. Было выявлено несколько небольших зон метасоматоза сопровождаемые повышенными значениями золота (до 150 мг/т) во вторичных ореолах. Тяжелых горно-буровых работ в пределах зоны не проводилось. Зона представляет поисковый интерес и нуждается в заверке.

- Третья аномальная геохимическая зона имеет дугообразную форму и приурочена к контакту вулканитов основного состава орловского комплекса и терригенно-карбонатных пород иончихинской толщи. В пределах зоны (в истоках руч. Гороховый и Григорьевский) выявлена дугообразная комплексная аномалия As, Pb, Zn высокой интенсивности (до 50-100 г/т мышьяка). Аномалия имеет размеры 2000 м протяженности (по дуге) и до 500 м по ширине. В пределах Третьей зоны так же не проводилось тяжелых горно-буровых работ. Зона является перспективной и нуждается в заверке.

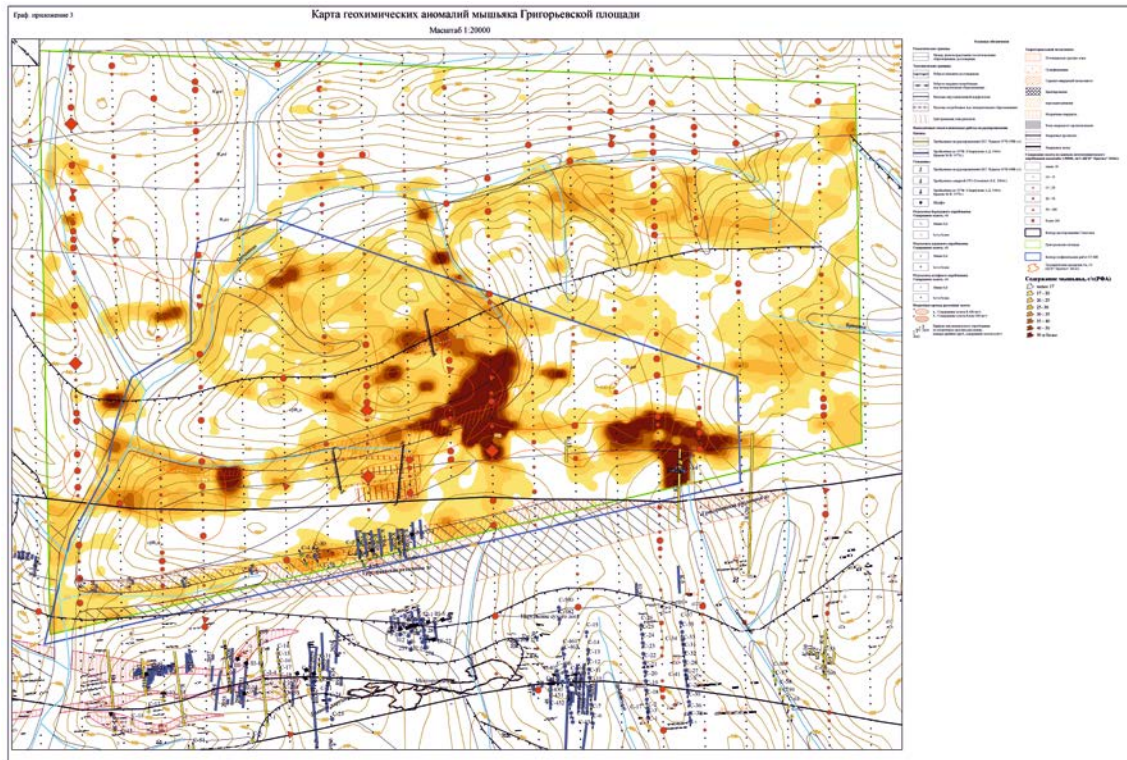
Таким образом, на Григорьевской площади основные перспективы выявления промышленно значимого золоторудного объекта связаны с линейными тектоническими зонами (Григорьевская I и II) и контактами крупных интрузивов основного состава с вмещающими их породами, особенно карбонатного состава.

Исходными данными являются результаты металлотрического опробования масштаба 1:25000 проведенного ЦГИ «Прогноз» в 2015 году.

В результате статистической обработки 13415 спектрохимического и рентгенофлуоресцентный анализ литохимических проб для золота и мышьяка, как основного спутника золота, были рассчитаны фоновые и аномальные содержания, по которым в программе Surfer 8 и ArcGis построены карты распределения геохимических полей в пределах Григорьевской площади. Характер распространенности аномалий золота приведен на рисунке 1, аномалии мышьяка на рисунке 2.



**Рис.1 – Карта геохимических аномалий золота Григорьевской площади  
Масштаб 1:25000**



**Рис.2 – Карта геохимических аномалий мышьяка Григорьевской площади  
Масштаб 1:25000**

В пределах Григорьевской площади литогеохимическими работами установлено три перспективных на золотое оруденение литогеохимических аномальных зоны (As-Pb-Zn). Выделение внутри этих зон участков под горно-буровые работы возможно только после получения результатов золотометрии.

#### Список литературы

1. Межубовский В.В. Проект на выполнение работы по объекту «Поиски и оценка рудного золота на Советской площади. В.В. Межубовский, Л.Н. Пузырева, А.В. Шнайдер. Красноярск, 2015 г.

**МИНЕРАЛОГИЯ СПЕРРИЛИТА ВОСТОЧНОГО СКЛОНА КУЗНЕЦКОГО  
АЛАТАУ (Р. ИЗАС И Р. БЕЙКА)****Силкин В.А.****научный руководитель д-р геол.-минерал. наук Макаров В.А.***Сибирский федеральный университет*

Минералы платиновой группы в различных количествах установлены во многих разведанных золотоносных россыпях Алтае-Саянской области. Минералы платиновой группы отмечались здесь при отработке и разведке золотоносных россыпей в бассейнах рек Амыла, Уса, Ургуна – Западного Саяна, рек Мана, Караган, Сисим, Кувай – Восточного Саяна, рек Кельбес, Тисуль – Кузнецкого Алатау и других. В их составе обычно присутствуют Fe-Pt, Ir-Os-Ru -соединения и сперриллит. В зависимости от приуроченности к различным геологическим структурам предшественниками выделены сперрилитовая, иридосминовая, рутениридосминовая и ферроплатиновая ассоциации [2]. Следует отметить, что независимо от наличия или отсутствия в концентрате минералов платиновой группы, во многих из них в разных количествах отмечается сперриллит. Источниками иридосминовой, рутениридосминовой и ферроплатиновой ассоциаций платиноидов являются, как правило, основные и ультраосновные породы [3], а источники сперрилита в большинстве случаев недостаточно ясны.

В пределах Кузнецкого Алатау самостоятельная сперрилитовая минерализация без примесей других минералов платиновой группы (иридосминов, рутениридосминов и т.д.) отмечалась значительно реже [1], чем в Восточном и Западном Саянах.

Нами проанализирован сперриллит из золотоносных россыпей рр. Изас и Бейка восточного склона Кузнецкого Алатау. Сперриллит россыпей Уйбат-Немирского (верховья р. Бейка) и Балыксинского золотоносных районов (среднее течение р. Изас) представлен в разной степени окатанными монокристаллическими зернами и их обломками и в меньшей степени слабоокатанными зернами с кристаллографическими очертаниями, близкими к кубу. Также встречаются зерна с комбинацией других габитусов. По материалам из обеих рек отмечается, что наиболее крупные зерна сперрилита менее окатаны, чем мелкие, в составе которых преобладают зерна, имеющие близкую к сфероиду форму. Также следует отметить несколько крупную размерность сперрилитов р. Бейка – размерностью от 90 до 390 мкм при размерности зерен р. Изас от 64 до 210 мкм.

Анализы выполнены в Объединенном институте геологии, геофизики и минералогии СО РАН на микроанализаторе "Camebax", аналитик Л.Н.Поспелова. Напряжение при анализе составляло 20 кВ, сила тока 60 нА, время определения – 10 с. В качестве эталонов для Pt, Ir, Pd использовались чистые металлы, для мышьяка - арсенопирит (FeAsS), для железа – халькопирит (CuFeS<sub>2</sub>), для сурьмы – халькостибит (CuSbS<sub>2</sub>).

Химический состав сперрилитов характеризуется стехиометричностью, однако, следует отметить в некоторых зернах присутствие сурьмы (до 0,134 мас. %), никеля (до 0,060 мас. %), приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав сперрилитов рр. Изас и Бейка

№ п/п	Pt	Ir	As	Pd	Fe	Ni	Sb	Total
<b>Изас</b>								
1-3	54,86 0	0,000	43,850	0,000	0,000	0,000	0,000	98,71 0
1-4	55,71 0	0,000	43,900	0,000	0,000	0,000	0,000	99,61 4
1-9	55,84 0	0,000	43,950	0,000	0,000	0,000	0,000	99,79 0
1-13	55,56 0	0,000	43,920	0,000	0,000	0,006	0,000	99,49 0
<b>Бейка</b>								
3-1	55,45 0	0,000	43,910	0,000	0,000	0,000	0,060	99,42 0
3-2	55,19 0	0,000	44,320	0,000	0,000	0,060	0,000	99,55 9
3-5	55,69 0	0,000	43,900	0,000	0,000	0,000	0,113	99,70 7
3-6	55,73 0	0,000	43,600	0,000	0,000	0,000	0,000	99,32 8
3-9	55,10 0	0,000	44,080	0,000	0,000	0,000	0,131	99,31 0
3-10	55,41 0	0,000	44,060	0,000	0,000	0,000	0,077	99,55 0
3-13	55,77 0	0,000	44,010	0,000	0,000	0,000	0,073	99,85 0
Предел обнаружения, вес. %	0,167	0,153	0,038	0,066	0,028	0,039	0,046	-

Согласно приведенным выше результатам, сперрилиты р. Изас более стерильны в отношении примесей в сравнении со сперрилитами р. Бейка. Элементы-примеси сперрилитов р. Изас определены на уровне чувствительности прибора. В свою очередь для сперрилитов р. Бейка характерно практически постоянное присутствие сурьмы и незначительные содержания в единичных зернах никеля и иридия.

Большое количество изученных зерен сперрилита (р. Бейка -55 зерен, Изас – 35 зерен) содержат в себе включения рудных и породообразующих минералов, по составу которых можно предполагать о коренных источниках платиноидов. Среди проанализированных минералов-включений выявлены: пирротин, ильменит, графит, кварц. Количество включений в зернах отмечается в примерно равных соотношениях по обеим россыпям. Более точный анализ включений позволит предположить наиболее перспективные источники сперрилита и определить условия его формирования.

Для выявления источников сперрилита необходим анализ геологического строения бассейна сноса этих рек. Так, источником сперрилитовой ассоциации россыпи р. Кувай (Восточный Саян), например, считается пироксенит-габбровый массив бильчирского (кулибинского?) комплекса [1].

Наиболее перспективным в этом отношении для сперрилита р. Изас является позднекембрийский тебинский габбро-диоритовый комплекс, представленный высокоглиноземистыми лейкогабброноритами, лейкогаббро, норитами часто

огнейсованными, редко меланогаббро, меланогабброноритами, пироксенитами, горнблендитами. Для р. Бейка – когтахский комплекс кембрийского возраста, представленный монцодиоритами, монцонитами, габбро, реже габбропироксенитами, габбродиоритами, сиенитами, редко анортозитами.

Вопрос источников сперрилита в данных россыпях остается открытым и требует достоверного подтверждения.

#### **Список литературы**

1. Платиноносность ультрабазит-базитовых комплексов Юга Сибири. /под ред. Г.В. Полякова, В.И. Богнибова. – Новосибирск: СО РАН, Объед. институт геологии, геофизики и минералогии, 1995. – 86 с.

2. Гринев О.М. Рифтовые системы Сибири: методология изучения, морфотектоника, минерагения. – Томск: STT, 2007 – 331 с.

3. Кривенко А.П., Глотов А.И., Толстых Н.Д.. Состав платиновых минералов и вопросы платиноносности Алтае-Саянской складчатой области. – Новосибирск: Институт геологии и геофизики СО АН СССР, 1990. – 24 с.



**СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ПОИСКОВОЙ МОДЕЛИ УЧАСТКА  
"ПРАВО-БУЯНОВСКИЙ" (ЕНИСЕЙСКИЙ КРЯЖ) НА ОСНОВАНИИ  
ИНТЕРПРЕТАЦИИ**

**ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

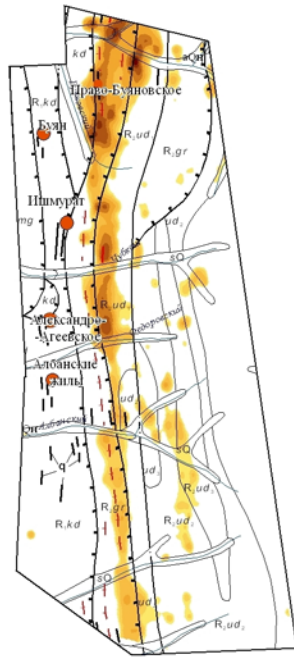
**Соколов В.А., Шнайдер А.В., Внуков Д.А.,  
научный руководитель д-р геол.-минерал. наук Макаров В.А.**

*Сибирский федеральный университет*

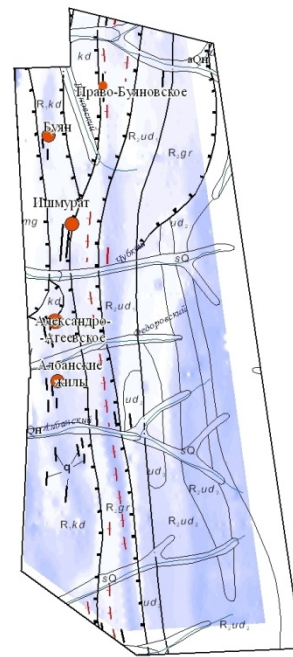
В последнее время на Енисейском кряже наблюдается активизация геологоразведочных работ на золото. Это, отчасти, связано со значительным ростом стоимости благородного металла в рублях, а следовательно и появлением возможностей для вовлечения в отработку небольших объектов. Их оперативное выявление и оценка промышленных перспектив является весьма актуальной. В этой связи, летом 2015 года компанией ООО ЦГИ "Прогноз" по заказу ООО "Соврудник" были проведены комплексные поисковые работы на ряде площадей Советско-Перевальнинского рудного узла, одна из которых – участок Право-Буяновский.

Право-Буяновский участок имеет протяженную в юго-восточном направлении форму от верховьев р. Дюбкош до руч. Камаргахта. В северной части находится выявленное ранее рудопроявление Право-Буяновское. Остальная часть участка являлась довольно слабоизученной. По результатам проведенных ЦГИ «Прогноз» в 2012 г. (по договору с ООО «Соврудник») литогеохимических поисковых работ масштаба 1:50 000 Советско-Перевальнинского рудного узла, в пределах Право-Буяновского участка был выявлен ряд небольших слабоконтрастных ореолов золота, тяготеющих к мощной линейной аномальной геохимической зоне As, Ag, Mo, Pb и ряда других спутников золота. В 2013 г на небольшой площади (18 км<sup>2</sup>), охватывающей также примыкающее к Право-Буяновскому участку месторождение Ишмурат, были выполнено изучение вызванной поляризации методом срединного градиента (ВП-СГ). Полученные геофизические аномалии довольно хорошо совпали с золоторудными зонами месторождения Ишмурат. Восточнее него было выделено еще несколько сходных геофизических аномалий, нуждающихся в заверке. В связи с этим было принято решение продолжить площадные геофизические и геохимические работы масштаба 1:25 000 (сеть 200×20 м) на всей Право-Буяновской площади.

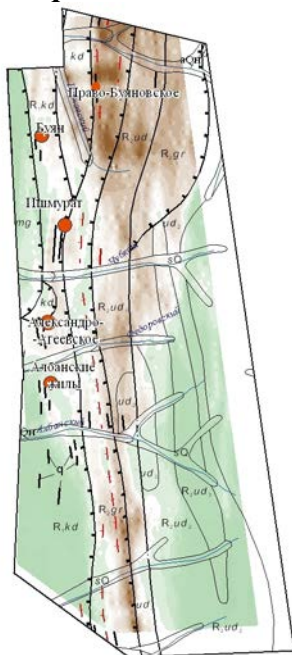
На Право-Буяновском участке в полевой сезон 2015 г. было проведено литогеохимическое опробование на площади 48 км<sup>2</sup>, а также геофизические исследования (электроразведка и магнитометрия) на площади 30 км<sup>2</sup>. Ниже схематически представлено несколько полученных карт аномалий различной природы. На первых двух рисунках изменение цвета в сторону более темного отражает соответственно увеличение содержания мышьяка по данным рентгенофлуоресцентного анализа и параметра спада при изучении вызванной поляризации в % от 0 до 50.



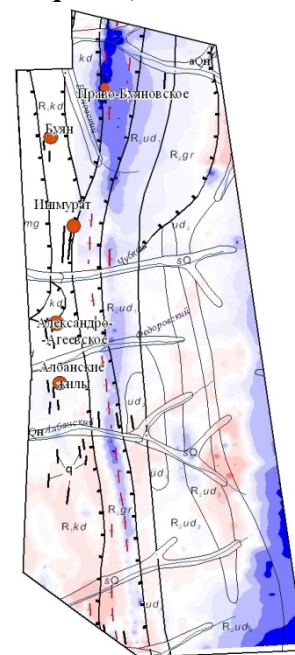
**Рис.1 - Содержание As во вторичных ореолах**



**Рис.2. Параметры спада вызванной поляризации**



**Рис.3 - Контрастность показателей кажущегося удельного сопротивления, Ом·м (зеленый - отриц. знач., коричневый - положит.)**



**Рис.4 - Аномалии индукция магнитного поля, нТл (Розовый - отриц. знач., синий - положит.)**

Исходя из распределения мышьяка можно отметить, что аномальное геохимическое поле мышьяка отчетливо коррелирует с зонами сопряжения аномалий вызванной поляризации и кажущегося удельного сопротивления. Анализируя геофизические карты можно отметить, что в пределах Правобуяновского участка азимутальная структура аномалий вызванной поляризации и кажущегося удельного электрического сопротивления, в целом, совпадает с направлением достоверно установленных позднерифейских рудоконтролирующих взбросо-надвигов. При этом



фронтальная зона надвигов трассируется высокоомными аномалиями УЭС (до 9 000 Ом·м), в обрамлении которых располагаются аномалии вызванной поляризации интенсивностью 4-8%. Природа этих электроразведочных аномалий аналогична природе аномалий Огне-Потеряевского участка с тем лишь отличием, что их протяженность существенно больше. Высокоомные аномалии отражают блоки более плотных, массивных, консолидированных пород взброшенных с глубоких горизонтов на поверхность. Аномалии вызванной поляризации обусловлены развитием процессов сероуглеродного метасоматоза, в обрамлении этих блоков.

Особенностью Право-Буяновского участка является выявленная в северо-восточной части участка, в близи рудопроявления Право-Буяновское, высококонтрастная площадная аномалия удельного электрического сопротивления (3 000-7 000 Ом·м). Практический интерес представляет локальная составляющая этой аномалии, которая, вероятно, связана с зонами окварцевания в пределах жесткого блока горных пород.

Предварительный анализ геофизических полей указывает на то, что в пределах Право-Буяновского участка поисковый интерес представляют зоны сопряжения аномалий вызванной поляризации и кажущегося удельного сопротивления, которые сопровождаются аномалиями мышьяка (главного элемента-спутника золота).

Так же значительный поисковый интерес представляет локальная составляющая высококонтрастной площадной аномалии удельного электрического сопротивления в районе Право-Буяновского рудопроявления, которая, вероятно, связана с зонами окварцевания в пределах жесткого блока горных пород.

На Право-Буяновском участке перспективными на золотое оруденение являются зоны сопряжения аномалий ВП и сопротивления, которые сопровождаются геохимическими аномалиями мышьяка и золота. Главным разбраковочным признаком, конечно, являются ореолы золота.

Геолого-поисковая модель рудного объекта представляется в следующем виде:

- Аномалии вызванной поляризации вызваны повышенной углеродизацией сланцев.
- Аномалии сопротивления говорят о наличии внутри этих сланцев кварцевых жил.
- Аномалии мышьяка и золота указывают на степень золотоносности этих жил.

На обоих этих участках мы имеем дело с кварцево-жильным, или жильно-прожилковым типом золоторудных объектов. Это было подтверждено и пройденными геологическими маршрутами.



## ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗОЛОТОИЗВЛЕКАЮЩИХ ФАБРИК ОЛИМПИАДИНСКОГО ГОКА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РЕВИЗИОННО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ

Тарасов С.С.

научный руководитель д-р геол.-минерал. наук Макаров В.А.

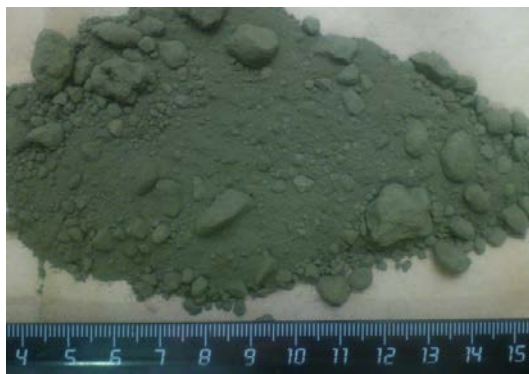
Сибирский федеральный университет

Отходы золотоизвлекающих фабрик Олимпиадинского ГОКа представлены хранилищами сухих хвостов (кеков), двумя действующими хранилищами хвостов мокрого складирования от ЗИФ 1,2 и ЗИФ 3. По объему хвостов и уровню содержания металла первоочередной интерес для повторной переработки могут представлять сухие хвосты и хвосты из хранилища ЗИФ 1,2.

Сухие хвосты в виде двух уступов складированы в правом борту лога, вмещающего основное хвостохранилище фабрик. Они слабо сцементированы, неустойчивы и в настоящий момент интенсивно размываются временными водотоками в период обильных осадков и снеготаяния. Содержание золота в данных техногенных продуктах 5-6 г/т, позволяет рассматривать их как первоочередное сырье, подлежащее переработке. Визуально хвосты нижнего и верхнего уступов различаются по цвету (рыжевато-коричневые и зеленовато-серые соответственно), что определяется различием их состава и, возможно, степенью окисления сульфидных минералов (рисунок 1 и рисунок 2).



*Рис.1 - Окисленный материал сухих хвостов.*



*Рис.2 - Текущий материал сухих хвостов.*

Для определения форм нахождения золота в пробе был выполнен фазовый анализ изучаемого вещества. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты фазового анализа золота ТП-52

Форма нахождения золота и характер его связи с рудными компонентами	Содержание золота, г/т	Извлечение золота, %
Свободное и в сростках (извлекаемое цианированием)	2,50	42,37
Ассоциированное с оксидами и гидроксидами железа, карбонатами (извлекаемое цианированием, после обработки солянокислым раствором двуххлористого олова)	0,58	9,75
Ассоциированное в породообразующие минералы	0,51	8,64
Ассоциированное с сульфидами	2,31	39,24
Итого в исходной пробе:	5,90	100,00

Результаты фазового анализа показали, что золото, находящееся в свободном виде и в сростках (извлекаемое цианированием), составляет 42,37%. Золото, ассоциированное с сульфидами, составило 39,24%.

Минералогический анализ показал, в составе лежалых хвостов ОГОКа преобладают окси-гидроксидные формы Fe, As и комплексные оксиды (Sb-As-Fe-S-O), в сумме составляющие ~48%, а также кварц (~32%).

В резко подчиненном количестве присутствуют карбонаты (~10-11%), слюды (~4%), темноцветные минералы (~3%). Содержание неизменных сульфидов, представленных, в основном пиритом и минералами сурьмы, а также подчиненным количеством арсенопирита, в сумме составляет ~2%.

Степень раскрытия минералов весьма высока: от 94 до 100%. Срастания представлены агрегатами нерудных минералов (кварц, слюды) и различных форм оксидов, а также арсенопирита с оксидами Fe и As. Полезный компонент представлен высокопробным золотом. Основная масса золота (96,3%) сосредоточена в материале крупностью -0,071+0мм.

Специалистами компании была предпринята попытка повторной переработки данных отходов, однако, удовлетворительных показателей извлечения золота достичь не удалось. Можно предположить, что сырьё в данном виде является упорным для последующей переработки традиционными методами без соответствующей подготовки.

Так же были попытки внедрение технологии гравитационного извлечения золота на хвостах сорбционного выщелачивания. Во время испытаний использовался гравиконцентратор Knelson CVD 42-1. Технологические показатели работы концентратора Knelson CVD 42-1, полученные при проведении проверочных опытов в оптимальных режимах в течение четырех смен. Извлечение золота от операции в гравиоконцентрат составляет в среднем от 30 до 32%, что дает прирост извлечения в среднем на 1,0-1,2% сквозного золота, а содержание золота в хвостах сорбции снижается на 0,5 – 0,7г/т.

Из хвостов мокрого складирования наиболее масштабным является хранилище текущих хвостов ЗИФ 1,2 ОГОКа. Мощность линзы хвостов в центральной части хранилища достигает 80 м. В настоящее время текущие хвосты содержат 0,7 г/т золота. Более ранние, очевидно, имели более высокие концентрации остаточного металла, особенно в период отладки технологии и переходе от переработки окисленных руд к смешанным и сульфидным разностям. По грубым экспертным оценкам запасы металла

в хранилище могут составлять 40-50 т, с содержанием от 0,7 до 2 и более граммов на тонну. Не исключено, что песковая (пляж около дамбы) часть хвостов более обогащена тяжелыми минералами и золотом.

Вместе с тем, илистая часть хранилища может быть обогащена легким перетертым сорбентом, который будет концентрировать остаточное золото из оборотной воды. Месячный расход сорбента на фабрике и его поступление в хранилище составляет 25 т. Обратные воды несут в себе остаточные реагенты, которые, несомненно, продолжают реагировать с материалом хвостов. Со слов технологов компании, вода в пульпе поступающих хвостов содержит золото в количестве 0,05 мг/л, а водах забираемых на фабрику содержание металла колеблется от 0,1 до 0,22 мг/л. Данное обстоятельство указывает на то, что часть золота находится в хвостохранилище в растворимой форме и может быть извлечено методом выщелачивания. На сегодня можно констатировать, что хранилище мокрых хвостов представляет собой химический реактор, состав растворов в котором и направленность процессов: растворение – миграция – сорбция, полностью не ясны. Понимание этих процессов позволит предлагать технологии повторной отработки данного объекта, в том числе оценить возможности скважинной гидродобычи и подземного выщелачивания. Кроме золота, из полезных компонентов в хвостах концентрируются сурьма и вольфрам, содержание которых в исходных рудах были близки промышленным и данные металлы учитывались государственным балансом.

Работы по определению способности извлечения золота из жидкой фазы хвостов сорбции также производились. Заключались они в следующем, запустили установку с зажатым слоем сорбента. Колонну, объемом 0,5 литра, заполнили активированным углем. Пустили проток оборотной воды через колонну снизу-вверх. Регулировали объем протока раствора к отношению объема угля. После окончания процесса устанавливали на выход содержание золота после насыщения на уголь. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Извлечение золота на уголь

Насыщенный уголь (масса, гр)	Содержание золота в питании сорбционной колонны, мг/л	Остаточное содержание золота в растворе, мг/л	Извлечение, %
Проток 10:1 (242,4)	0,23	0,19	17,39
Проток 20:1 (211,8)	0,23	0,20	13,04
Среднее значение	0,23	0,19	15,22

Из вышеперечисленного видно, что при расходе оборотной воды (фильтрата хвостов сорбции) 10 и 20 объемов на 1 объем сорбента извлечение золота из жидкой фазы хвостов сорбции ЗИФ-3 составляет 15,22% с содержанием золота на угле 0,15 – 0,20 г/кг.

Выполненные ранее работы по поиску технологий повторной переработки хвостов пока не дали удовлетворительных результатов. Остается открытым вопрос форм нахождения золота в техногенных минеральных объектах золотоизвлекающих фабрик Олимпиадинского ГОКа. Последний будет предметом исследования в ближайшее время.

**ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ РЕСУРСНОЙ БАЗЫ УВ НА ЛУ ОАО «НК «РОСНЕФТЬ» В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ С ЦЕЛЬЮ ОБОСНОВАНИЯ ПЕРЕОЦЕНКИ СУЩЕСТВУЮЩЕГО КИН**

**Шаталов И.И.**

**научный руководитель канд. техн. наук Квеско Н.Г.**

*Сибирский федеральный университет*

С целью наиболее эффективного и последовательного проведения геолого-разведочных работ на территории лицензионных участков ОАО «НК «Роснефть» в Иркутской области была проведена оценка достоверности ресурсной базы, а также была доказана необходимость корректировки коэффициентов извлечения углеводородов, на основе уточнения геологической модели 2-D территории и интегрирования современной методики вероятностной оценки ресурсов углеводородов. Для более качественной оценки коэффициента извлечения углеводородов и последующей оценки извлекаемых ресурсов, были построены секторные модели существующего фонда перспективных ловушек.

В настоящее время в связи с увеличением объема геолого-геофизической информации на территории геологоразведочных проектов лицензионных участков ОАО «НК «Роснефть» в Иркутской области, возникла необходимость в её комплексной переоценки. Работа выполнена для снижения технико-экономических рисков геолого-разведочных работ и определения оптимального пути развития углеводородного потенциала региона, что на сегодняшний день является для него актуальной задачей. В работе представлены результаты построения уточненной геологической модели 2-D, охватывающие все интересующие площади включая сопредельные. Основываясь на детальной региональной геологической модели 2-D по всем имеющимся продуктивным и перспективным горизонтам, были обоснованы объекты для дальнейшего геологического изучения при подготовке программы ГРП на лицензионных участках. Для подсчета ресурсного потенциала площади использована современная методика вероятностного расчета, позволяющая комплексно оценить неопределённости в подсчётных параметрах, присутствующие на этапе ГРП. Основываясь на полученных результатах, была предпринята попытка построения секторных моделей выделенных ловушек, для определения приближенного к реалиям коэффициента извлечения УВ. Апробация результатов будет представлена в дальнейших работах.

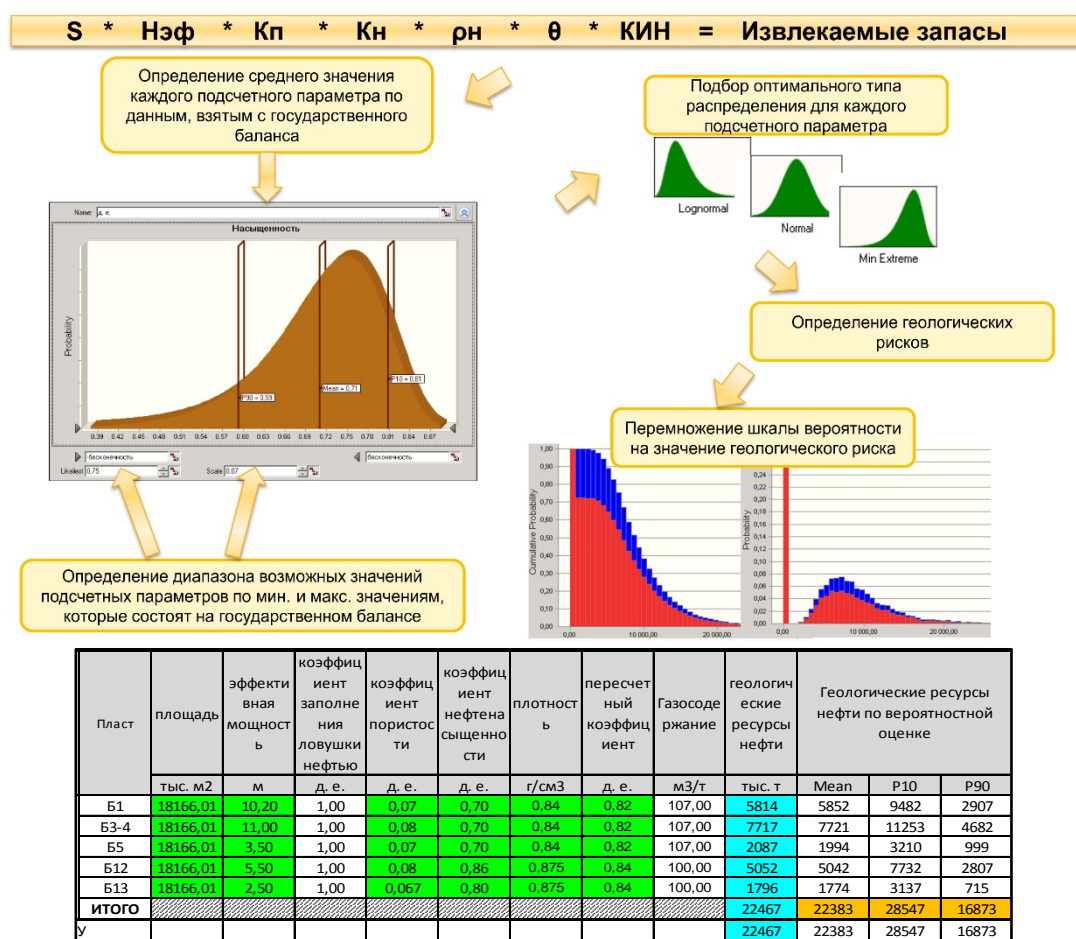
Уточнение комплексной геологической модели отражающих и продуктивных горизонтов выполнено на основании результатов геологоразведочных работ на территории Иркутской области за 2013-2015 год. В ходе выполнения работ, в первую очередь, были построены структурные карты по отражающим горизонтам: А – кровля осинского горизонта, Б – кровля тэтэрской свиты, отражающий горизонт М2 – кровля непской свиты, Ф – поверхность фундамента [1]. В качестве методики построения был принят метод «сплайн-аппроксимации с инвариативной моделью поля», являющийся на данный момент наилучшим методом для большинства типов карт: структурных, толщин и карт параметров. Наибольшую сложность вызвало построение структурной карты по отражающему горизонту М2 вследствие наличия выступов фундамента на площади некоторых участков. Данные выступы были выделены по результатам интерпретации сейсмического материала МОГТ-3D и встроены в структурную карту.

На завершающем этапе построений были составлены структурные карты по кровле и подошве коллекторов, построены карты эффективных толщин для пластов

коллекторов, по которым были выделены зоны отсутствия коллектора. Наибольшую сложность в построение пластов коллекторов составляли пласты Б13 и В10-13, ввиду небольшой мощности пласта Б13 и его локальным проявление в южной части территории, а также отсутствием пласта В10-13 в центральной части площади.

С учетом тренда поисковых работ в данном регионе, для оценки достоверности ресурсной базы в разработку взята концепция выделения подсчетных объектов «SA». Суть ее заключается в корреляции зон с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами с выступлениями архей-ране протерозойского фундамента.

Вероятностная оценка геологических и извлекаемых ресурсов нефти производится на основе объемного метода, некоторые подсчетные параметры которого представлены как независимые случайные величины. Итоговое значение запасов трактуется как функция этих случайных параметров. Ширина диапазона итоговых значений запасов отражает неопределенность оценки запасов и характеризуется неопределенностью каждого из подсчетных параметров. Для каждого подсчетного параметра на основе имеющейся априорной информации задаются минимальное, максимальное и наиболее вероятное значение параметра, а также тип распределения вероятностей (Рисунок 1).

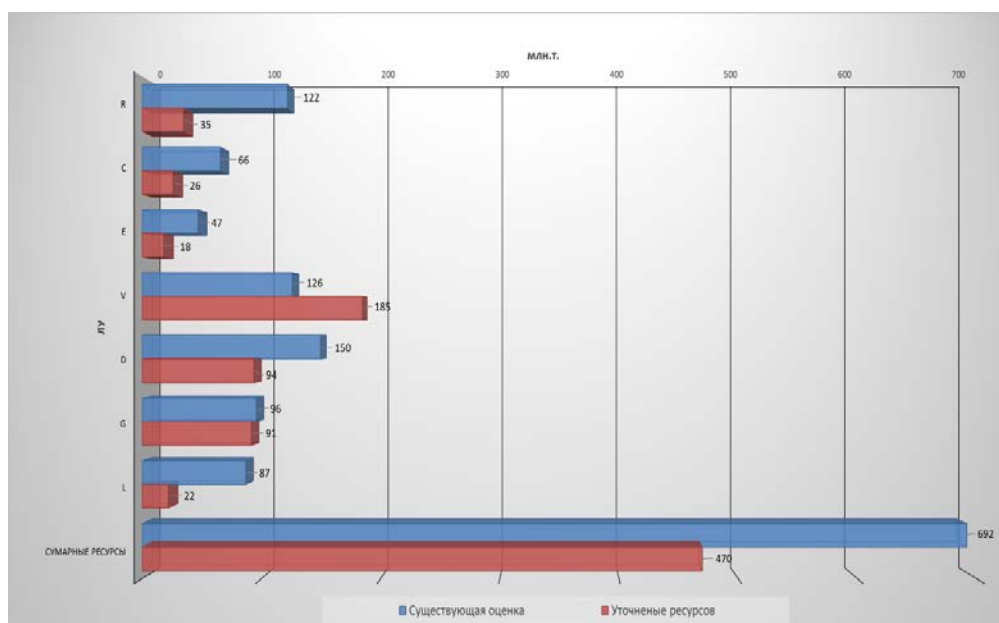


**Рис.1 - Алгоритм выполнения подсчета ресурсов вероятностным методом**

В качестве подсчетных параметров взяты данные государственного баланса ресурсов нефти, газа и газоконденсата месторождений сопредельных месторождений. Помимо этого проанализирован имеющийся фонд геолого-геофизической информации.

Достоверность распространения площади ловушки и эффективных нефтенасыщенных толщин подтверждены отстроеными картами кровли коллекторов и эффективных толщин, корректно задающими стохастическое распределение данных параметров по всей ловушке. Выборка продуктивных пластов произведена на основе анализа распространения коллекторов по площади участков по всем возможным горизонтам.

В результате, выявилось несоответствие полученных результатов с имеющимся ресурсным потенциалом. Рассчитанные по данной методике ресурсы, оказались ниже чем представленные ранее, следовательно, появилась необходимость корректировки намеченного плана ГРП на площади (Рисунок 2).

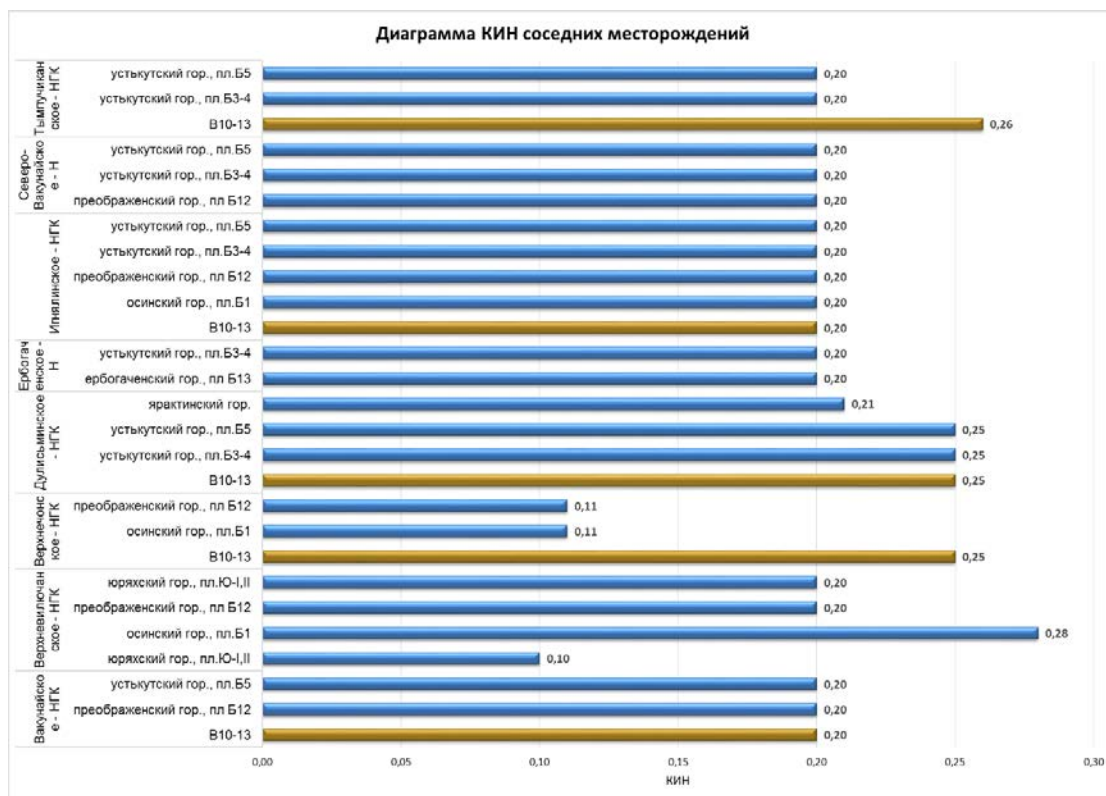


**Рис.2 - Сравнительная диаграмма предложенных и уточненных ресурсов нефти категории Rтеап**

В предложенном ресурсном потенциале за коэффициент извлечения нефти принято усредненное значение, равное 0,21, что не отражающее фактического значения разнообразных по геологическим и петрофизическим свойствам пластов-коллекторов. Анализ соседних месторождений показал похожую тенденцию (Рисунок 3), несмотря на то, что фактические данные по текущему КИН более оптимистичны.

На текущий момент в истории жизни месторождения КИН принимается на стадии ИМ (инвест-меморандум) по аналогии с соседними месторождениями, далее переходит в ОПЗ (оперативный подсчет запасов), в сопровождение ГРП и, в итоге, в проектный документ.

С точки зрения объективной оценки месторождения наиболее интересным представляется, так называемый, «исторический КИН», а точнее отношение извлеченных запасов нефти на этапе ликвидации месторождения к геологическим запасам, поскольку только он может дать наиболее приближенное значение к реалиям. На данный момент на территории исследования таких месторождений нет, практически все месторождения находятся на стадии пробной эксплуатации или на ранних этапах добычи. Именно поэтому целью дальнейшей работы будет поиск и комплексное изучение выработанных и действующих месторождений аналогов в других регионах России и мира, с целью установления не только КИН, но и других параметров для выбора оптимальных значений при построение комплексных моделей месторождений.



**Рис.3 – Диаграмма КИН соседних месторождений, разделённые по типу коллектора: синим цветом – карбонатные коллектора; коричневым – терригенные коллектора**

В процессе изучения участков ОАО «НК «Роснефть» в Иркутской области применена современная методика оценки ресурсного потенциала участков, на основе комплексного структурного построения, для выявления распространения пластов коллекторов, и вероятностного подхода к выбору подсчётных параметров. Уточнен ресурсный потенциал лицензионных участков по заданному направлению развития ГРП. Выдвинуто предположение о некорректной оценке КИН и поставлена проблема его переоценки с учетом опыта разработки схожих месторождений в других регионах.

### Список литературы

1. Шаталов И. И., «Мониторинг комплексной геологической модели продуктивных горизонтов и вмещающих образований на основе всей имеющейся и вновь поступающей информации, подготовка программ разведочных работ», «ООО "РН-КрасноярскНИПИнефть», Красноярск, 2015 г.
2. Дадакин Н. М., «Анализ участков и оценка ресурсов ув нераспределенного фонда недр и подготовка технико-экономического обоснования эффективности ГРП, ООО "РН-КрасноярскНИПИнефть, Красноярск, 2015 г.
3. Материалы сейсмических отчетов предыдущих лет, ООО "РН-КрасноярскНИПИнефть", ООО "РН-КрасноярскНИПИнефть, Красноярск, 2009-2015 гг.;
4. Перельгин А. И., «Анализ структурно-седиментологической модели Юрубчено-Тохоского месторождения», Материалы VI региональной НТК молодых специалистов, ООО "РН-КрасноярскНИПИнефть Красноярск, 2013 г