

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА
Геологический факультет

СТЕНОГРАММА
заседания диссертационного совета Д 501.002.06
при Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова

9 декабря 2016 года, протокол № 130

Защита диссертации Сидориной Юлией Николаевной на тему:

«Геохимические критерии выявления и оценки медно-порфирового оруденения в
Баимской меднорудной зоне (Западная Чукотка)»

на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук
по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных
ископаемых

Москва — 2016 год

ПРЕДСЕДАТЕЛЬСТВУЮЩИЙ — председатель диссертационного совета, доктор геолого-минералогических наук, профессор Борисов М.В.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ диссертационного совета — доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Киселева И.А.

На заседании присутствовали:

1. Борисов М.В. д.г.-м.н., 25.00.09, геол.-мин. науки
2. Киселева И.А. д.г.-м.н., 25.00.05, хим. науки
3. Акинфиев Н.Н. д.х.н., 25.00.09, хим. науки
4. Балицкий В.С. д.г.-м.н., 25.00.05, хим. науки
5. Белоконова Е.Л. д.х.н., 25.00.05, хим. науки
6. Борущкий Б.Е. д.г.-м.н., 25.00.05, геол.-мин. науки
7. Гаранин В.К. д.г.-м.н., 25.00.09, геол.-мин. науки
8. Гричук Д.В. д.г.-м.н., 25.00.09, геол.-мин. науки
9. Гурский Ю.Н. д.г.-м.н., 25.00.09, геол.-мин. науки
10. Еремин Н.Н. д.х.н., 25.00.05, хим. науки
11. Костицын Ю.А. д.г.-м.н., 25.00.09, геол.-мин. науки
12. Кошуг Д.Г. д.г.-м.н., 25.00.05, геол.-мин. науки
13. Леонюк Н.И. д.х.н., 25.00.05, хим. науки
14. Матвеев А.А. д.г.-м.н., 25.00.09, геол.-мин. науки
15. Пеков И.В. д.г.-м.н., 25.00.05, геол.-мин. науки
16. Пушаровский Д.Ю. д.г.-м.н., 25.00.05, геол.-мин. науки
17. Рыженко Б.Н. д.х.н., 25.00.09, геол.-мин. науки
18. Спиридонов Э.М. д.г.-м.н., 25.00.05, геол.-мин. науки
19. Ульянов А.А. д.г.-м.н., 25.00.05, геол.-мин. науки
20. Якубович О.В. д.г.-м.н., 25.00.05, геол.-мин. науки

Борисов М.В.: Уважаемые коллеги, можем приступить к работе диссертационного совета. Кворум у нас имеется, поэтому есть предложение начать. Сегодня мы рассмотрим защиту кандидатской диссертации на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 Сидориной Юлией Николаевной на тему «Геохимические критерии выявления и оценки медно-порфирового оруденения в Баимской меднорудной зоне (Западная Чукотка)».

Научный руководитель — Николаев Юрий Николаевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геохимии.

Оппоненты официальные — Волков Александр Владимирович, доктор геолого-минералогических наук, зав. лабораторией геологии рудных месторождений ИГЕМ РАН, Москва, и Соколов Сергей Валерьевич, доктор геолого-минералогических наук, зав. отделом региональной геохимии ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург.

Ведущее предприятие — Федеральное государственное унитарное предприятие «Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов».

Такова наша повестка. У нас сегодня одна защита, так что постараемся уложиться в конкретное время, и я представляю слово ученому секретарю для оглашения материалов личного дела. Ирина Александровна, садитесь, садитесь.

Киселева И.А.: Сидорина Юлия Николаевна — выпускница геологического факультета МГУ: в 2006 году она поступила, потом в 10-м году поступает в магистратуру и с 12-го по 15-й год в аспирантуре. Училась на «отлично». Дважды была номинирована на стипендию имени Александра Петровича Соловова за успехи в области геохимических методов поисков. Она получила также стипендию Московского университета для талантливых молодых преподавателей и ученых. Ею представлены в Совет все необходимые документы, оформленные в соответствии с правилами ВАК. Если вопросов нет...

Борисов М.В.: Есть ли вопросы к ученому секретарю? Вопросов нет. Теперь переходим к основному, а именно — к докладу нашего соискателя. 20 минут, постараюсь уложиться.

Сидорина Ю.Н.: Добрый день. Моя работа посвящена порфирово-эпитермальным системам Баимской меднорудной зоны и разработке на их примере критериев выявления и оценки медно-порфирового и сопутствующего оруденения по вторичным ореолам рассеяния.

Для начала несколько слов о порфирово-эпитермальных системах (сокращенно ПЭС). ПЭС ассоциируют с магматическими зонами, сформированными над активными зонами субдукции. Часто ПЭС группируются в линейные тренды или изометричные кластеры. В зависимости от условий формирования, в составе ПЭС выделяется несколько типов оруденения. На глубинных горизонтах локализуются медно-порфировые штокверки с золотом и молибденом. Если в породах рамы присутствует карбонатный горизонт, то образуются скарны, с золотом, медью, цинком. Верхние горизонты ПЭС обычно содержат эпитермальные месторождения типа high sulfidation (HS), а по периферии системы на разных уровнях глубинности могут присутствовать эпитермальные месторождения типа IS — intermediate sulfidation — и субэпитермальные жилы с полиметаллами. В

зависимости от того, какой эрозионный срез имеет порфирово-эпитеpмальная система, на поверхности мы будем видеть различные сочетания этих типов минерализации.

Медно-порфиpовое оруденение имеет вложенную зональность, рудную и метасоматическую. В центре имеется безрудное малосульфидное ядро; по периферии — богатая зона с молибденитом, халькопиритом, пиритом; по оторочке располагается пиритовая зона; и, наконец, на удалении могут присутствовать те самые субэпитеpмальные и эпитеpмальные жилы с полиметаллами.

Эпитеpмальная минерализация ПЭС относится к одному из трех типов: HS, IS или LS, которые характеризуются определенным набором ключевых сульфидов, жильных минералов, пробностью золота и другими признаками.

На территории России месторождения медно-порфиpового геолого-промышленного типа известны на Урале, на Камчатке, в Магаданской области, но крупнейшие запасы располагаются в Баимской меднорудной зоне Западной Чукотки. Здесь разведаны месторождения Песчанка и Находка, которые относятся к крупным медно-порфиpовым месторождениям мирового класса.

В геологическом строении территории принимают участие туфогенно-терригенные отложения верхней юры – нижнего мела, которые прорваны субвулканическими и интрузивными породами позднемезозойского возраста. Становление порфиpовых систем связано с раннемеловым этапом магматизма, а конкретно с внедрением егдыгкычского комплекса: это многофазный комплекс габбро-монцонит-сиенитового состава.

На участках Баимской зоны проводилось литохимическое опробование, но прежде чем переходить к результатам опробования и их интерпретации, я хотела бы рассказать о той технологической схеме, которую мы отработали при проведении поисковых работ в Баимской зоне.

Во-первых, мы определились с оптимальной сетью опробования. На данном слайде я хотела бы продемонстрировать, как меняется очертание изоконцентрации меди 500 г/т при различных масштабах съемки. За основу я взяла съемку 100×50 м (ей соответствуют заштрихованные аномалии) и искусственно разрядила ее до вариантов 100×100, 200×100 и 500×100 м (этим съемкам соответствуют аномалии, выделенные жирными зелеными линиями).

Итак, при переходе к сети 100×100 визуальнo контуры аномалий не изменяются, площади практически сохраняются, но пробоотбор сокращается в 2 раза.

Когда мы переходим к сети 200×100 детальность картирования заметно падает, но при этом очертания выделенных аномалий сохраняется. Пробоотбор сокращается в 4 раза.

Переход к сети 500×100 демонстрируют существенное упрощение аномалий, к тому же появляются вытянутые аномалии, подвешенные на одну точку. Несмотря на то, что даже с этой сетью с вероятностью 95% мы подсечем тело с площадью 0,15 км², что соответствует совсем небольшому штокверку, несмотря на это придется проводить более подробную детализацию в области интенсивных аномалий и пробоотбор придется увеличить.

Поэтому наш выбор – это сеть 200×100 м: она достаточно детальная, при этом не излишне детальная, при этом можно покрыть достаточно большие площади в течение полевого сезона, и на Баимской площади по этой сети было проведено опробование 220 квадратов из 270.

Во-вторых, состав литохимических проб мы предлагаем проводить при помощи полевого рентгенофлуоресцентного анализа.

Производители спектрометров Niton обещают определение широкого спектра элементов — от магния до урана — в течение короткого времени: буквально в течение 2 минут анализируется одна проба. Но мы решили проверить метрологические характеристики анализа, для того чтобы ответить на вопрос: возможно ли при помощи этих спектрометров определять в почвах аномалии тех металлов, которые характерны для медно-порфирового и сопутствующего эпитептермального оруденения, а также картировать металлы, маркирующие зоны метасоматоза?

Для этого по ряду стандартов я оценивала правильность и воспроизводимость анализа. Видно, что на графиках, где представлены измеренные концентрации и паспортные концентрации точки укладываются вдоль линии равных значений, что говорит о низкой систематической ошибке. Случайная ошибка составляет менее 10% для тех проб, в которых содержания на уровне или выше минимально-аномального, известного для вторичных ореолов Баимской зоны. Исключение составляет серебро: для этого элемента мы с низкой ошибкой сможем с уверенностью измерять содержания, только начиная от 10 г/т.

Также воспроизводимость удалось оценить для большой выборки проб. Это те пробы, которые были отобраны на соседней с Баимской площади, с похожим набором рудопроявлений, я имею в виду по типу, и для этих проб были известны результаты как XRF-анализа, так и ICP-AES. И для тех элементов, которые нас интересуют, коэффициенты корреляции были близки к 1.

Также важным результатом этого исследования стало определение пределов обнаружения элементов для природной матрицы.

Если сравнивать их с фоновыми и минимальными аномальными значениями, которые известны для вторичных ореолов Баимской зоны, то можно утверждать, что, да, при помощи спектрометров Niton мы можем выделять даже слабые аномалии интересующих нас элементов, за исключением серебра и золота; можем выделять аномалии макроэлементов. При этом качество анализа не уступает традиционно применяемому приближенно-количественному спектральному.

Таким образом, предлагаемая схема опробования следующая: это отбор по сети 200×100, просушка проб и просеивание материала проб через сито с диаметром окна 1 мм, собственно анализ, полевой на спектрометрах Niton, и затем по результатам анализа оконтуривание аномалий следующих элементов. Если использовать эту схему, то в тот же полевой сезон можно оконтурить аномальные зоны и под них провести разведочное бурение или проходку канав, что значительно повышает эффективность работ.

Таким образом на Баимской зоне были оконтурены аномалии во вторичных ореолах. Интенсивные аномалии имеют: медь, золото, молибден, свинец, цинк, сурьма, мышьяк. Золото было отстроено по результатам химико-спектрального анализа, проведенного в Александровской лаборатории.

По характеру корреляционных связей между элементами можно сказать, что в аномальном геохимическом поле существуют структуры двух типов — медно-порфировый и золото-серебряный. В пределах вторичных ореолов можно выделить ядерные зоны, которые соответствуют медно-молибден-порфировым штокверкам или жильно-прожилковым зонам с золото-серебряной минерализацией; промежуточные зоны, соответствующие непромышленному, либо слепому оруденению; и внешние зоны с рассеянной минерализацией в пропилитизированных породах. Критерии выделения приведены в таблице.

Оценка рудного потенциала Баимской зоны велась по ядерным частям АГХП. Но помимо того, что мы рассчитывали ресурсы, важно прогнозировать содержание металла в первичных рудах. Поэтому я решала задачу, как же это сделать по содержаниям во вторичных ореолах.

Известно, что вторичные ореолы, формирующиеся над «мощными» рудными телами, с точки зрения геохимических поисков, содержание в этих ореолах прямо пропорционально содержаниям в рудах, и связывает их коэффициент остаточной продуктивности. Осталось определить местные значения этого коэффициента.

Для этого проводились опытно-методические работы на месторождении Песчанка и Находкинском рудном поле по 15 канавам, которые пройдены в различных ландшафтных обстановках. Вдоль канав велся пробоотбор рыхлых отложений — это

синяя линия на данном графике, и сравнения содержания в центральной части аномалии с содержаниями в полотно канав по соответствующему рудному пересечению, мы получаем коэффициент остаточной продуктивности.

По значениям этих коэффициентов видно, что формирование вторичных ореолов меди и серебра ведется с обеднением вторичных ореолов, и только для крутых склонов мы видим незначительное перераспределение, которое связано, видимо, с тем, что вторичный ореол быстро обновляется в результате эрозии. Для элементов-спутников перераспределение незначительное, либо имеется слабое накопление.

Для золото-серебряного оруденения характерно следующее: вторичные ореолы существенно обогащаются золотом, в частности в подножии склона коэффициент достигает 2,5, что связано с тем, что в нижних частях склона перемещение материала замедляется, золото высвобождается из кварца и образуются делювиальные россыпи.

Я также изучила распределение меди по скважинам на глубину, и здесь можно отметить, что развивается зона окисления по медно-порфировым рудам, которая выражена в образовании зоны выщелачивания, в которой содержания значительно ниже, чем содержание в первичных рудах, и зона вторичного сульфидного обогащения, где идет накопление металла. Я использовала также полевое описание керна, проведенное компанией «Сибгеоконсалтинг»: здесь можно отметить, что в верхних горизонтах накапливаются вторичные минералы, соответствующие медной сини и зелени, купрум-вад, и мы видим вторичные сульфиды, соответствующие зоне вторичного сульфидного обогащения: халькозин и другие.

Но несмотря на то, что зона окисления развита фрагментарно, перераспределение элементов существенно: в частности, вынос в зоне выщелачивания происходит практически в 2 раза, а в зоне вторичного сульфидного обогащения накопление идет двукратное и даже пятикратное. Поэтому я предлагаю дополнительный коэффициент k_0 , который позволил бы перейти от содержаний в измененных рудах, которые мы можем опробовать с поверхности, к содержаниям в первичных неизмененных рудах.

Если использовать этот коэффициент k_0 совместно с классическим коэффициентом остаточной продуктивности, то видно, что вторичные ореолы рассеяния меди обедняются в среднем в 2 раза, по золоту — на четверть, по молибдену перераспределение незначительное.

Таким образом, защищаемое положение № 1 посвящено параметрам и особенностям формирования вторичных ореолов в Баимской зоне; установлен фрагментарный характер развития зоны окисления; предложен коэффициент, дополнительный к коэффициенту остаточной продуктивности, позволяющий учесть

перераспределение меди в зоне окисления при оценке содержаний в рудах по концентрациям во вторичных ореолах.

Для того, чтобы описать пространственное расположение двух типов минерализации в Баимской зоне на примере Находкинской порфирово-эпитеpмальной системы, я изучала вопросы зональности.

Входными данными у меня были результаты опробования керна 175 скважин: я использовала данные ICP-AES анализа на 40 элементов и пробирного анализа на золото и также привлекала полевое минералогическое описание керна.

В программе STATISTICA я получила шесть факторов, которые отражают корреляционные связи между 14 элементами, которые накапливаются в соответствующих рудах порфирово-эпитеpмальной системы. И видно, например, что первый фактор объединяет в себя серебро, полиметаллы, марганец — это те элементы, которые характеризуют полиметаллическое-благороднометальное оруденение. Но чтобы подтвердить эту связь, я проделала следующее.

Я рассчитала коэффициенты корреляции между собственными значениями факторов и содержаниями сульфидов по соответствующим интервалам. И возвращаясь к тому же первому фактору, видно, что он коррелирует с содержаниями сфалерита и галенита.

Таким образом я смогла сопоставить найденные геохимические ассоциации со стадиями рудоотложения в Находкинской ПЭС.

Фактор FeMnAu значимо коррелирует с распространением пирита и соответствует золото-порфировой пиритовой ассоциации.

Ассоциация MoCu отвечает составу медно-порфинового парагенезиса и коррелирует значимо с распространением халькопирита и молибденита.

Фактор BiCuSe отвечает борнитовым ядрам в составе медно-порфириковых штокверков.

Фактор SbAsCuSe соответствует блекловорудной минерализации, которая развивается как на порфириновом, так и на эпитеpмальном этапе.

Про первый фактор — полиметаллический — я уже говорила.

И наконец эпитеpмальный фактор TeAuSeAg. Его состав согласуется с данными о тесном парагенезисе золота с гесситом. Но поскольку эти минералы не могли быть диагностированы при полевом описании, в коррелирующих мы видим те сульфиды, с которыми эта минерализация связана пространственно.

В качестве второго защищаемого положения я выношу выделенные геохимические ассоциации и соответствующие им стадии развития Находкинской ПЭС.

Я изучила распределение выделенных факторов в плане для того, чтобы описать латеральную зональность Находкинской ПЭС. Я буду показывать последовательно отрисованные контуры:

Геохимическая ассоциация медно-порфировых руд и, соответственно, борнитовые ядра в их составе образуют кольцевую структуру. На периферии располагается классическая пиритовая оторочка. Полиметаллический фактор максимально распространен на западе Находкинской ПЭС, но также присутствует на периферии медных штокверков. Эпитермальный фактор тоже характеризуется максимальным развитием в юго-западной части системы — на месторождении Весеннее, но также эпитермальные руды накладываются и локально на медно-порфировые штокверки. Блекловорудный фактор хронологически должен быть между двумя этапами, медно-порфировым и эпитермальным, но я покажу его последним, поскольку картинка сейчас забьется. Блеклые руды в основном присутствуют в восточной части медно-порфировых штокверков. Вот, например, по сравнению со штокверком участка III Весенний: здесь минимальное развитие блеклых руд, к этому я еще вернусь. И также присутствуют в составе эпитермальной минерализации месторождения Весеннее.

Видно, что эпитермальная и медно-порфировая минерализация распространены неравномерно, и чтобы описать это, я предлагаю мультипликативное соотношение: в числителе мы имеем элементы эпитермальных руд, а в знаменателе — элементы, характеризующие состав медно-порфировых руд. Высокие значения этого показателя характерны для южной части системы («эпитермальные»), которые затухают к северу, где преобладают борнитовые руды.

Третье защищаемое положение посвящено распределению геохимических ассоциаций в первичных ореолах и описана зональность Находкинской ПЭС; предложен мультипликат, позволяющий разделить области развития эпитермальной и медно-молибден-порфировой минерализации.

Также я изучала распределение элементов и основных факторов по разрезам. Я разделила месторождение на блоки мощностью 50 м, посчитала средневзвешенные содержания на эти блоки и в программе «Нью-2» получила ряд вертикальной геохимической зональности.

Также я предлагаю два показателя вертикальной геохимической зональности, которые изменяются с глубиной.

Первый коэффициент — это отношение $AgPbZn/CuBiMo$. Здесь мы имеем элементы полиметаллической минерализации, которая приурочена к верхним частям системы и к флангам, и собственно медно-порфировых руд, которые расположены

гипсометрически ниже. И, соответственно, этот показатель зональности можно использовать для оценки эрозионного среза порфирово-эпитеpmальной системы в целом.

Второй показатель зональности в числителе имеет элементы блеклорудной ассоциации. Согласно изучению распределения факторов на глубину я установила, что блеклорудная минерализация тяготеет к верхним горизонтам медно-порфиновых руд. Поэтому этот показатель может быть использован для оценки среза собственно штокверков.

Используя эти коэффициенты, оценен эрозионный срез объектов. Здесь самым эродированным считается штокверк участка III Весенний, а максимально сохранившийся — месторождение Весеннее, для которого характерна минерализация типа IS, а на глубине бурением были установлены верхние части медно-порфинового штокверка.

По значениям первого показателя я оценила эрозионный срез слабоизученных ПЭС. Значения до $2 \cdot 10^{-2}$ характеризуют сильно срезанные ПЭС — Егдыгкычскую и Топь. Юряхская и Кустовская ПЭС со значениями $3-5 \cdot 10^{-2}$ имеют средний срез. И наиболее сохранившимися являются ПЭС Песчанкинская и Находкинская. И, собственно, для Находкинской системы, где представлена IS минерализация месторождения Весеннее, характерно максимальное значение этого показателя — -1 степень.

Аналогично используя второй показатель я оценила срез медно-порфиновых штокверков, которые входят в состав ПЭС. Примечательно, что для медно-порфиновых штокверков, для которых прогнозируется нижнерудный срез, для этих участков характерно развитие россыпей с максимальной пробностью золота: сравните пробность по реке Егдыгкыч (здесь покажу, что штокверки Егдыгкыч наиболее срезаны) с пробностью от 800 до 900 и, например, пробность по реки Баимка — около 700. Это тот самый штокверк, верхние горизонты которого были вскрыты бурением. На самом деле в данном случае источником золота являлось IS месторождение Весеннее, поэтому и пробность такая низкая.

Защищаемое положение четыре: определены геохимические показатели, характеризующие вертикальную зональность Находкинской ПЭС и медно-порфиновых штокверков, позволяющие проводить оценку их эрозионного среза.

В заключение я хотела бы показать результаты оценки ресурсов Баимской зоны. Суммарно медно-порфиновые руды Баимской зоны содержат в себе 26 млн т Cu, 450 тыс. т Mo и около 1000 т Au. Наиболее перспективными являются порфирово-эпитеpmальные системы месторождения Песчанка, Находкинская ПЭС, Юряхская и Таллахская. В составе ПЭС выделяются штокверки, которые обладают ресурсами > 1 млн т — это как минимум средние штокверки. Золото-серебряные эпитеpmальные

руды Баимской зоны содержат 580 т Au. Месторождение Весеннее остается единственным промышленно значимым объектом в этой зоне.

Спасибо за внимание.

Борисов М.В.: Спасибо. Какие есть вопросы к докладчику? Давайте. Да, пожалуйста, Юрий Александрович.

Костицын Ю.А.: На одном из первых слайдов карта была показана, где вы выбирали шаг опробования. Почему такой артефакт возникает, что при частом шаге аномалия к северу от Весеннего компактная, кругленькая, а когда вы шаг сделали через 500 м, она вытянулась совершенно неожиданным образом? От Находки к северу.

Сидорина Ю.Н.: Мы говорим про вот это и вот это? Дело в том, что в данном случае расстояние между профилями увеличилось и.. Вообще это достаточно субъективная вещь — оконтуривание вторичных ореолов, в том плане, что мы можем использовать различные методы интерполяции. Неизбежно, при большом расстоянии между профилями будут возникать бóльшие аномалии.

Костицын Ю.А.: Если это один и тот же принцип выделения границ, как тут написано — > 500 г/т Cu, то значит там появляются значения, где > 500 г/т, а здесь их нет.

Сидорина Ю.Н.: Здесь они есть. Это, видимо, подвешено на точки, которые располагаются в этом контуре. Эта точка здесь же тоже есть, просто вокруг нее проведен более обширный ореол. Здесь на подложке точками показана сеть 100×50 м.

Костицын Ю.А.: То есть аномальная точка там одна всего?

Сидорина Ю.Н.: Да. Или две. И, соответственно, две вошли сюда и одна попала при разрядке до сети 500×100.

Костицын Ю.А.: И второй, можно? При определении зональности, уровней эрозионного среза, в самом конце это у вас было по множеству участков. В чем причина такого большого различия: это тектоника играла роль или это просто действительно разные уровни действия гидротермальных систем?

Сидорина Ю.Н.: Тут наверняка оба фактора сыграли свою роль, могли сыграть свою роль.

Костицын Ю.А.: Спасибо.

Борисов М.В.: Ясно. Так, есть ли еще вопросы? Да, пожалуйста, Эрнст Максович.

Спиридонов Э.М.: Поясните термин «субэпитермальный». Эпитермальный этап — это и так очень низко по температуре, а «суб» — это куда, до нуля?

Сидорина Ю.Н.: Нет, «суб» тут приставка имеет значение не по температурам, а по пространственному положению. То есть эпитермальные руды, как правило,

приповерхностные, а субэпитермальные располагаются глубже. А по температурам они располагаются между мезотермальными — порфировыми — и эпипермальными.

Спиридонов Э.М.: Согласитесь, что невкусный термин.

Сидорина Ю.Н.: Им пользуются и привыкли.

Спиридонов Э.М.: Надо придумать что-нибудь поинтереснее.

Сидорина Ю.Н.: Можно остановиться на «переходная минерализация».

Спиридонов Э.М.: Во всяком случае он режет слух. Еще, пожалуйста, поясните на вашей великолепной схеме, вертикальной, распределения минерализации.

Сидорина Ю.Н.: Эта?

Спиридонов Э.М.: Да. Объясните, почему борнит вот здесь, а не в другом месте.

Сидорина Ю.Н.: Это эмпирические наблюдения.

Спиридонов Э.М.: А можно его объяснить?

Сидорина Ю.Н.: Наверняка.

Спиридонов Э.М.: Попробуйте.

Сидорина Ю.Н.: Борнит — наверняка это переотложившийся халькопирит, грубо говоря. То есть при действии гидротермальных растворов первичный халькопирит переотлагается с обогащением и появлением борнита.

Спиридонов Э.М.: То есть вы хотите сказать, что это все гипергенное?

Сидорина Ю.Н.: Это может быть другая волна гидротермального раствора, и тогда это все еще первичное.

Спиридонов Э.М.: А почему не халькопирит, а борнит? Понять-то можно или как? В чем дело?

Сидорина Ю.Н.: Я сейчас не готова на это ответить.

Спиридонов Э.М.: Жаль, потому что борнит — характернейший минерал для этого типа месторождений.

Сидорина Ю.Н.: Так и есть, да.

Борисов М.В.: Есть ли еще вопросы? Не вижу. Вопросов нет, значит, аудитории все ясно. Поэтому мы переходим к следующему пункту нашей повестки — это выступление научного руководителя. Николаев Юрий Николаевич расскажет нам.

Николаев Ю.Н.: Как нас инструктирует Михаил Васильевич, нам не надо останавливаться на научных аспектах и повторять защиту, а надо говорить о том, как аспирантка работала. Вот я и буду говорить о том, как она работала, а работала она на протяжении 10 лет. Я сегодня ужаснулся, какой огромный кусок жизни тратится на обучение. Если прибавить школу, то получается 20 лет. Юлия Николаевна 6 лет училась, была студенткой, и 3 года аспирантуры, она уложила в срок, честь ей и хвала. И год она

уже является сотрудницей кафедры и доделывает свою диссертацию. За это время 6 полевых сезонов — мало кто из нынешних геологов может похвастаться тем же, она непосредственно участвовала в полевых работах и она приложила свои усилия в становление полевой лаборатории, которая у нас там действовала на Баймке на протяжении этих 6 лет: она проводила определение химических элементов, разрабатывала методику и так далее. Кроме того она участвовала непосредственно в полевых работах с отбором проб. И вот эти все результаты, связанные с перераспределением химических элементов в зоне гипергенеза — это дело ее рук. Юлия Николаевна за это время освоила... В геохимических поисках 4 основных направления: поиски по потокам рассеяния, вторичным ореолам, первичным ореолам и, собственно, база аналитического обеспечения и картография, которая к ней прилагается. Обычно в аспирантских работах 1-2 направления затрагивается. Здесь 3. Она вполне владеет методами не только полевых исследований, но и обработки результатов; умение оперировать с этими массивами в десятки тысяч проб и сотни тысяч элемент-определений, и, как говорится, ни в чем не запутывается и не ошибается. С точки зрения картографии: прекрасный ГИС-специалист, который владеет всеми современными методами. Здесь, наверное, ей удалось донести многообразие приемов и методов, которыми она владеет. И есть еще один аспект: это аспект, связанный с публикациями и докладами своих результатов. Я уж не помню, но за это время она участвовала, наверное, не менее чем в 20 конференциях, у нее огромное количество публикаций для аспирантки. Я себя молодого сравниваю: у меня и пятой части того не было. Она великолепно излагает материал, она последовательна. Она в ближайшем будущем, я так думаю, будет участвовать в учебном процессе, и блестящий лектор, преподаватель из нее вырастет впоследствии, безусловно. Эти все ее качества, то, чем она владеет, позволяет говорить о том, что ее квалификация вполне достаточна для искомой степени кандидата геолого-минералогических наук. Потому у меня нет никаких сомнений, и я рекомендую ученому совету поддержать эту работу. Спасибо.

Борисов М.В.: Спасибо. Я думаю, сейчас еще нет смысла устраивать технический перерыв, поэтому перейдем... Или есть необходимость? Я у членов совета спрашиваю. Явно никто не высказывается. Хорошо, тогда слово предоставляется ученому секретарю для оглашения материалов предварительной защиты, заключения кафедры и отзыва ведущего предприятия и отзывов, поступивших на автореферат диссертации. Ирина Александровна, садитесь, садись, будет нормально.

Киселева И.А.: Предварительная защита проходила на кафедре геохимии, и эта кафедра рекомендует нам принять эту работу и высоко ее оценивает.

В своем отзыве они отмечают личный вклад автора, который был решающим на всех этапах работы, начиная от постановки задач, обработки фактического материала, интерпретации полученных данных и формулировании выводов.

Кафедра отмечает, что Сидориной выявлены закономерности в строении и составе аномальных геохимических полей, в том числе пространственного распределения основных ассоциаций рудных элементов во вторичных ореолах и их связь с оруденением разных стадий развития порфирово-эпитермальных систем.

Разработаны критерии выделения ядерных частей аномальных геохимических полей, соответствующих промышленному и перспективному медно-порфировому и эпитермальному золото-серебряному оруденению.

В заключении кафедры отмечается практическая значимость исследования и указано, что разработана и внедрена в практику современная технология поисков медно-порфирового и сопутствующего оруденения с применением экспрессного рентгенофлуоресцентного анализа. Работа направлена на совершенствование методики геохимических поисков и повышение их информативности и экономической эффективности.

Кафедра рекомендует принять к защите эту работу и считает, что она отвечает специальности 09 – геохимия, геохимические методы поисков и основное содержание защищаемых положений в рассмотренной работе соответствует требованиям ВАК. Это документация кафедры.

Теперь мы имеем отзыв ведущей организации. Ведущей организацией был «ИМГРЭ». Отзыв подписан кандидатом геолого-минералогических наук Виктором Алексеевичем Килипко и заверен руководителем. *(Отзыв положительный, прилагается.)*

В отзыве отмечается, что диссертация Сидориной посвящена решению важной научной проблемы — разработке геохимических критериев выявления и оценки медно-порфирового и сопутствующего оруденения по вторичным ореолам рассеяния применительно к ландшафтно-геохимическим условиям Западной Чукотки и прогноза его распространения на глубину на основе исследования эндогенной зональности оруденения.

Актуальность темы определяется привлекательностью медно-порфировых месторождений, являющихся основным источником меди в мире.

Решение вопроса связано с критериями выявления, оценки и прогноза медно-порфировых месторождений, позволит значительно увеличить минерально-сырьевую базу не только по меди и молибдену, но также по золоту, серебру, элементам платиновой группы, полиметаллам. Геохимические методы — один из прямых методов поисков

полезных ископаемых, что объясняет его результативность и универсальность по отношению к различным геологическим обстановкам.

В работе определена типоморфная геохимическая ассоциация для аномалий, выявленных в рыхлых отложениях на объекте медно-порфирового и золото-серебряного оруденения. Создана модель аномального геохимического поля во вторичных ореолах Находкинской и других порфирово-эпитеpмальных систем и разработаны критерии выделения ядерных частей, соответствующих промышленному и перспективному медно-порфировому и эпитеpмальному золото-серебряному оруденению. Автором установлены геохимические ассоциации в составе первичных ореолов, соответствующих основным парагенезисам рудоносных образований порфирово-эпитеpмальной системы.

Практическое значение результатов работы определяется тем, что автором предложен современный технологический процесс геохимических поисков оруденения, заключающийся в выполнении работ в оптимальном масштабе, использовании портативных экспресс-анализаторов, использовании современных компьютерных технологий обработки результатов, позволяющий сократить временные и финансовые затраты, и возможности за время одно полевого сезона выявить и оконтурить потенциальные рудные тела.

Тут есть замечания небольшие, формальные замечания. В частности, неверно оформлены ссылки на литературу в тексте. Редакционных замечаний достаточно по плану. Не стоит сейчас на этом останавливаться.

В отношении соответствия содержания диссертации указанной специальности авторы пишут, что в диссертационной работе Сидориной представлены научно-практические разработки для реализации фундаментальных и прикладных проблем прикладной геохимии применительно к геохимическим критериям выявления и оценки медно-порфирового оруденения в лесотундровых ландшафтах. Таким образом, диссертационная работа соответствует требованиям специальности 09 – геохимия, геохимические методы поисков. Соответствие автореферата содержанию диссертации: автореферат полностью соответствует содержанию.

И заключение авторов отзыва, что диссертационная работа является научно-квалификационной работой, в которой изложена усовершенствованная методика поисков и оценки медно-порфирового и сопутствующего эпитеpмального оруденения в лесотундровых ландшафтах, имеющая существенное значение для развития минерально-сырьевой базы страны. Работа выполнена автором самостоятельно, на актуальную тему. Для достижения поставленной цели сформулированы задачи исследования и выбрана методология их решения. Полученные результаты отличаются научной новизной и

практической ценностью. На основании изложенного можно утверждать, что диссертация отвечает требованиям Положения ВАК к кандидатским диссертациям, ее автор заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия. Кандидат геолого-минералогических наук Виктор Алексеевич Килипко.

Теперь на эту диссертацию мы получили 18 отзывов, **все отзывы положительные.**

Есть отзывы очень большие, очень заинтересованные в теме работы. Например, отзыв Питулько Виктора Михайловича, доктора геолого-минералогических наук, заместителя директора по научной работе, Научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук, город Санкт-Петербург.

В частности в этом отзыве — отзыв очень большой, но интересный... В настоящее время произошли удручающие изменения, пишет автор, в организации геологической службы федерального уровня, практически утрачена координация работ и отсутствуют разумные приоритеты для вложения скудеющих финансов. Изменившиеся условия диктуют необходимость перейти к интенсивным приемам сбора и обработки информации. Рассматриваемая диссертационная работа способна восполнить этот пробел. Появление ее свидетельствует, что существует еще не реализованный резерв в совершенствовании прогнозно-поискового алгоритма.

Цель своей работы Сидорина сформулировала как разработку геохимических критериев выявления и оценки медно-порфирового и сопутствующего оруденения по вторичным ореолам рассеяния применительно к ландшафтам Западной Чукотки. Знакомство с диссертационной работой показывает, что заявленная цель, в основном, достигнута, а задачи исследования решены.

В основу работы положен фактический материал, собранный и обработанный в соответствии с нормативами и процедурами геохимических работ. За 5 лет автором поставлено и решено 8 принципиальных задач, в сумме ответы на которые образуют эффективную поисково-разведочную технологию, соответствующую одной из критических технологий Российской Федерации из перечня, утвержденного указом Президента Российской Федерации в 2011 году. Как известно, этот перечень включает наиболее актуальные направления научно-технологических разработок. Применительно к обсуждаемой работе речь идет о рациональности природопользования.

Исследования диссертантки выглядят логическим продолжением усилий нескольких поколений чукотских геологов и геохимиков. Изученность рассматриваемой территории безусловно достигает значительных масштабов — сотни тысяч проб, но корректная оценка перспектив известных и прогнозных объектов стала возможна лишь на

основе полученных в последние годы репрезентативных данных, характеризующих не только распределение аномалий индикаторных элементов, но также и структуру аномальных геохимических полей. Отзыв очень интересный.

Борисов М.В.: Замечания-то есть?

Киселева И.А.: Да, замечания есть.

Борисов М.В.: У него, в этом отзыве?

Киселева И.А.: Да, конечно есть, да.

Не рассмотрен ряд экспрессных методов анализа, например: фотолюминесценция вторичных карбонатов, ртутная съемка, многоканальная гаммаспектрометрия, портативные рентгеновские анализаторы.

Второе: отсутствуют упоминания о результатах потоковых литохимических съемок.

Нельзя согласиться с тем, что диссертанткой изучены параметры зоны окисления. Детальное изучение параметров зоны окисления заменено формальным описанием по схеме Смирнова, требующей наличия растворов, а в последний миллион лет территория криолитозоны их лишена. За это время эродировано 10-30 м разреза палеозоны окисления. Таким образом, никакой подзоны вторичного сульфидного обогащения здесь нет.

Сомнение вызывает полезность использования программы «Ню-2» для исследования рядов геохимической зональности. Программа предназначена для изучения зональности элементарных актов рудоотложения.

Следующий отзыв представлен Савва Натальей Евгеньевной, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Северо-Восточного комплексного НИИ Дальневосточного отделения РАН, Магадан.

Отзыв положительный. Вообще все отзывы положительные. Недостаточно внимания уделено процессу вторичного обогащения, поведению ряда элементов в зоне окисления. Здесь можно получить не только разубоживание по сравнению с первичными ореолами, а совершенно обратную картину.

Отзыв Мессермана Исаака Залмановича. Кандидат геолого-минералогических наук, профессор кафедры методики поисков и разведки месторождений полезных ископаемых МГРИ.

В автореферате не приведены четкие количественные обоснования выделения групп элементов, определяющих специализацию вторичных ореолов. Критерии выделения зон аномальных геохимических полей основаны на статистических оценках ранжированного ряда элементов, оконтуривании аномальных точек, без использования методов тренд-анализа и геологической интерпретации положения выделяемых зон.

Второе: оценка остаточной продуктивности требует определения площади распространения вторичного ореола, о чем не сообщается в автореферате.

Отзыв Викентьева Ильи Владимировича, доктора геолого-минералогических наук, главного научного сотрудника ИГЕМ, и Ивановой Юлии Николаевны, младшего научного сотрудника.

Защищаемые положения написаны довольно пространно. Сложно оценить их доказанность, так как автореферат составлен по главам.

В реферате слишком велик вводный раздел.

Отзыв Лебедева Генриха Васильевича, Сунцева Анатолия Сергеевича, кандидатов геолого-минералогических наук, доцентов кафедры поисков и разведки полезных ископаемых Пермского государственного национального исследовательского университета.

В индексах магматических комплексов должен быть указан их состав.

Второе: для съемок по вторичным ореолам рассеяния следовало указать масштаб.

Третье: в автореферате отсутствует информация о методике формирования мультипликатов. Непонятно, как устанавливались ассоциации элементов, указанные в числителе и знаменателе. Использовалась ли операция нормирования элементов?

Отзыв Язикова Егора Григорьевича, доктора геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета. Автором приводятся четыре защищаемых положения. Построение автореферата сделано по главам, что вызывает неудобство при доказательстве защищаемых положений.

Отзыв Бочарова Виктора Львовича, доктора геолого-минералогических наук, ведущего научного сотрудника НИИ геологии Воронежского государственного университета. Защищаемые положения представлены не как положения, требующие защиты, а как результаты выполненного исследования.

Следующий отзыв Дьяконова Виктора Васильевича, доктора геолого-минералогических наук, заведующего кафедрой месторождений полезных ископаемых и их разведки инженерного факультета РУДН, и Котельникова Александра Евгеньевича, кандидата геолого-минералогических наук, доцента кафедры месторождений полезных ископаемых и их разведки инженерного факультета РУДН.

Автором предложен коэффициент пропорциональности для оценки содержаний металлов в первичных рудах по содержаниям в измененных приповерхностных рудах. Можно ли эти коэффициенты отнести к коэффициентам пропорциональности содержаний в рудах и вторичных ореолах, как это продекларировано в заголовке таблицы 3?

Необходимо было предоставить хотя бы схематическую геологическую карту района. Из текста не представляется возможным понять геологические и тектонические позиции различных типов минерализации Баимской зоны.

Следующий отзыв Марченко Алексея Григорьевича, доктора геолого-минералогических наук, генерального директора ООО «Теллур Северо-Восток», Санкт-Петербург.

Диссертантка определяет коэффициент остаточной продуктивности через соотношение концентраций C_{\max}/C_p . C_{\max} — надо полагать, это максимальное содержание? А C_p — это максимальное или среднее содержание в рудном пересечении по канаве? Указанное соотношение содержаний будет соответствовать соотношению продуктивностей в том случае, если C_{\max} — это устойчивое на значительном расстоянии аномальное содержание во вторичном ореоле. И тогда правильнее использовать среднее содержание во вторичном ореоле в пределах его центральной части.

Оценку прогнозных ресурсов считаю завышенной, поскольку автор не использовала при расчетах коэффициент α — предполагаемую долю промышленных ресурсов в общих геохимических.

Отзыв Юрченко Юрия Юльевича, кандидата геолого-минералогических наук, ведущего научного сотрудника Отдела региональной геологии и полезных ископаемых Восточных районов России «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург.

В тексте автореферата не отражены параметры и особенности формирования вторичных ореолов (первое защищаемое положение): крайне кратко дана характеристика морфологии ореолов, приуроченность их к тем или иным ландшафтно-геологическим обстановкам и другое.

В защищаемых положениях 3 и 4 говорится только о Находкинской порфирово-эпитермальную структуру, как одной из наиболее изученных структур. Но в структуре Баимской зоны присутствуют еще 9 таких порфирово-эпитермальных структур, упоминание о которых в защищаемых положениях отсутствует.

В автореферате приведен перечень методов определения химического состава, но не упоминается спектр элементов, на который проводился тот или иной анализ. Не ясно, какой из видов анализа на золото использован для определения содержаний в пробах рыхлых отложений или в штуфах и в какой степени использованы результаты рентгенофлуоресцентного анализа.

Отзыв Сазонова Анатолия Максимовича, доктора геолого-минералогических наук, профессора кафедры геологии, минералогии и петрографии Института горного дела Сибирского федерального университета, и Леонтьева Сергея Ивановича, кандидата

геолого-минералогических наук, профессора, заведующего кафедрой геологии, минералогии и петрографии Института горного дела, геологии и геотехнологий Сибирского федерального университета, город Красноярск. Требуют пояснения применяемые формулы расчета аномальных содержаний, в то время как в «Инструкции» при вычислении значений концентраций используются другие формулы.

Есть еще 7 отзывов, которые без замечаний. Все они, конечно, положительные.

От Брусницына Алексея Ильича, доктора геолого-минералогических наук, профессора кафедры минералогии Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета.

Отзыв Гусева Григория Степановича, доктора геолого-минералогических наук, главного научного сотрудника ИМГРЭ.

Миляев Сергей Анатольевич, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник ЦНИГРИ.

Полквой Александр Петрович, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой «Прикладная геология» Северо-Кавказского горно-металлургического института, Владикавказ.

Отзыв Рокова Андрея Николаевича, доктора геолого-минералогических наук, заведующего кафедрой «Методика поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» МГРИ.

Отзыв Руковича Александра Владимировича, кандидата геолого-минералогических наук, доцента кафедры «Горное дело» Технического института Северо-Восточного федерального университета.

Читалин Андрей Федорович, кандидат геолого-минералогических наук.

18 отзывов.

Борисов М.В.: Спасибо, Ирина Александровна. Юлия Николаевна, вам предоставляется возможность ответить на замечания, которые прозвучали в отзыве ведущего предприятия и в отзывах на автореферат.

Сидорина Ю.Н.: По поводу формальных замечаний ИМГРЭ об отсутствии в работе ряда характеристик, например, теоретической значимости работы, оценки степени достоверности результатов и других.

Теоретическая значимость работы состоит в установлении закономерностей в распределении элементов в геохимическом поле ПЭС; определении особенностей развития ПЭС Олойской зоны в целом: например, не для всех характерна проявленность эпитепмального этапа, в других, например, Вукнейских систем, не характерно развитие

порфиновых штокверков; дополнены наши представления о развитии зон окисления в зоне криогенеза.

По поводу достоверности результатов могу сказать, что она определяется использованием большого массива аналитических данных, которые получены прецизионными методами в аккредитованных лабораториях; либо, как в случае с анализом на Niton, метрологические характеристики были установлены и отвечают требованиям, по крайней мере, в том диапазоне содержаний, в котором используются результаты. Разработанные критерии по оценке ресурсов протестированы на объектах, где проводилось бурение и где были рассчитаны запасы, и в работе показано, как соотносятся эти оценки.

Замечание по поводу геокриологических условий района, цитирую: «мерзлота выполняет функцию геохимического консерванта и определяет особенности миграции элементов». Действительно, долгое время считалось, что зона мерзлоты является зоной химического покоя, однако в 60-х стали появляться работы, например, Юргенсона, Шварцева, Макарова и других, в которых показано, что это не так и что особые пленочные свойства растворов, криогенное концентрирование растворов и другие факторы переводят элементы в подвижное состояние. И потом моя работа не предполагала детальной отработки этого вопроса.

У ведущей организации было замечание «не совсем понятен личный вклад автора». Личный вклад я указала в разделе «Фактический материал и методы исследований» во введении. Могу повторить, что мной полностью, в составе коллектива полевой лаборатории, проводился рентгенофлуоресцентный анализ, а это около 20 тысяч литохимических проб; я участвовала в отборе проб на определение коэффициента остаточной продуктивности; картографирование, расчеты, интерпретация полностью выполнены мной.

Было замечание по поводу того, что я не проверила логнормальный характер распределения концентраций. Я действительно не проводила статистических тестов, но гистограммы распределения концентраций строила и вывод о нормальности сделала по графическим признакам.

Об использовании различных методов интерполяции в модуле геостатистического анализа в ArcGIS. Я уже говорила Юрию Александровичу, что выбор метода интерполяции во многом является субъективным, и тот метод, который выбрала я, отвечал моим представлениям о том, как это должно выглядеть, я предпочла именно ручную доводку контуров.

Были замечания по поводу используемой геологической терминологии: титонский, а не волжский ярус; глубинные разломы. С замечанием я частично согласна. По номенклатуре ярусов: для отложений бореальных морей все-таки используют термин «волжский ярус», как в моей работе, в то время как «титонский» ярус относится к отложениям окраины Тетиса. А тетические ярусы на Чукотке выделить невозможно.

Замечания Питулько Виктора Михайловича. Об отсутствии в работе упоминания потоковых съемок. Ответом на это замечание может быть слайд с россыпями Баимской зоны, где видно, что нет предмета опробования — аллювий большинства ручьев техногенно преобразован.

О формальном подходе к выделению подзон зоны окисления; отсутствию зоны вторичного сульфидного обогащения и отсутствия соответствующих минералогических исследований. В своей работе я ссылаюсь на исследования Нагорной Екатерины, которой в составе минерализации Находкинской ПЭС были диагностированы идаит, анилит, ярровит, самородная медь и другие минералы, которые свидетельствуют о процессе вторичного обогащения. И потом для целей оценки перераспределения элементов даже формальное выделение подзон подошло.

Было замечание по поводу наличия размерности у мультипликата. Действительно, в моем мультипликате 3 элемента в числителе и 4 в знаменателе, но это не мешает его использовать для тех целей, которые я предлагаю, и потом практика геохимических поисков показывает, что и такие показатели используются. Например, в учебнике Александра Петровича Соловова приводится пример о поиске кимберлитовых трубок на закрытых территориях по показателю, в котором 6 элементов в числителе и 3 в знаменателе, то есть точно имеет размерность такой показатель.

Замечание Саввы Натальи Евгеньевны «Недостаточно внимания уделено процессу вторичного обогащения. В зоне окисления можно получить не только разубоживание, а совершенно обратную картину.» Судя по распределению меди в приповерхностных интервалах по скважинам, зона вторичного сульфидного обогащения проявлена, но фрагментарно, а выводы о разубоживании или обогащении я делала по значению коэффициента k_0 , в свою очередь его средние значения говорят о преобладании процесса выноса, нежели накопления.

Замечание Мессермана Исаака Залмановича по поводу того, что мной не приведены количественные обоснования выделения тех или иных групп элементов при типизации вторичных ореолов. Помимо собственно состава вторичных ореолов я привожу в работе геохимические ассоциации — а это ранжированные ряды элементов, и количественные характеристики «защиты» в индексах при элементах. А индексы говорят

о степени концентрирования элементов во вторичных ореолах, и по этим значениям АГХП разных типов существенно различаются.

О необходимости определения площади вторичного ореола для оценки остаточной продуктивности. Не согласна, разные объекты требуют различных способов определения коэффициента остаточной продуктивности: так, для изометричных рудных зон это может быть определение отношений площадных продуктивностей, для жильных тел — отношение линейных продуктивностей. А поскольку штокверки представляют собой «мощные» — с точки зрения геохимических поисков — рудные тела, и я рассчитывала отношение концентраций без определения площади вторичного ореола.

С замечаниями Викентьева Ильи Владимировича и Ивановой Юлии Николаевны согласна.

Лебедев Генрих Васильевич и Сунцев Анатолий Сергеевич пишут, что в индексах магматических комплексов должен быть указан их состав — я согласна.

По поводу указания масштаба съемок. Поскольку в «Инструкции» и в различных методических рекомендациях разнятся принципы определения масштаба съемок: он базируется то на определении расстояниями между профилями, то на количестве проб на квадратный сантиметр карты соответствующего масштаба. Можно условно сказать, что сети 100×20 и 100×50 считается масштаба 1:10 000, для сети 200×100 — 1:20 000.

Замечание о методике формирования мультипликаторов. Использовалась ли операция нормирования? Нормирование содержаний при расчете мультипликата не проводилось. В числитель и знаменатель вошли элементы, главные для различных этапов оруденения — эпитермального и порфирового.

Не возражаю против замечаний Язикова и Бочарова.

Замечания Дьяконова Виктора Васильевича, Котельникова Александра Евгеньевича.

Есть замечание о названии таблицы 3: коэффициенты пропорциональности между чем и чем в ней приведены? В этой таблице приводится коэффициент остаточной продуктивности, который позволяет переходить от содержаний во вторичных рудах к содержанию в приповерхностных измененных, и также коэффициент k_0 , который, соответственно, позволяет переходить от содержаний в измененных рудах к гипогенным неизменным, а их произведение позволяет, соответственно, переходить сразу от вторичного ореола к первичным рудам.

Не возражаю по поводу замечания об отсутствии схематической геологической карты.

Замечание Марченко Алексея Григорьевича по формуле определения коэффициента остаточной продуктивности. C_{\max} — это не максимальное содержание, а, как правильно заметили в отзыве, это среднее содержание в области плоского максимума по вторичному ореолу, а C_p — среднее содержание в соответствующем рудном пересечении по канаве.

Важное замечание о завышении оценки прогнозных ресурсов, поскольку при расчете не использован коэффициент α на долю забалансовых руд. Поскольку прогноз ресурсов я проводила в контуре ядерных частей, а ядерные части отвечают контурам промышленных медно-порфировых штокверков, то значение коэффициента α я приняла равным 1.

Юрченко Юрий Юльевич пишет, что не отражены параметры и особенности формирования вторичных ореолов (первое защищаемое положение): крайне кратко дана характеристика морфологии и прочее. Помимо собственно состава вторичных ореолов, корреляционных связей между элементами, в качестве особенностей формирования я выношу перераспределение элементов в зоне гипергенеза, то есть это те самые коэффициенты остаточной продуктивности, коэффициент k_0 , о которых в работе достаточно полно написано.

Не упоминается спектр элементов, на который проводился анализ, не ясно, какой из анализов на золото использован для рыхлых отложений или штуфов, в какой степени использованы результаты рентгенофлуоресцентного анализа? На самом деле во введении лаконично, но подробно расписано. Спектр анализируемых элементов довольно широк, поэтому не раскрывался для краткости. Портативным XRF-анализом определялись содержания 20 элементов, ПКСА — 22 элемента, ICP — 40 элементов. В рыхлых отложениях золото определялось химико-спектральным методом, в штуфах — пробирным с атомно-абсорбционным окончанием. Результаты рентгенофлуоресцентного анализа имелись для 80% литохимических проб и все они использовались для картографирования и прочих расчетов параметров вторичных ореолов.

Замечание Сазонова Анатолия Максимовича о том, что формула для расчета аномальных значений не соответствует той, что приводится в «Инструкции по геохимическим методам поисков». Не согласна. Я использовала формулы, приведенные в параграфах 244–245 «Инструкции».

На этом с замечаниями все.

Борисов М.В.: Хорошо. Что-то про программу «Ню-2» было, ты ничего не сказала.

Сидорина Ю.Н.: Точно. Могу сейчас сказать. Несмотря на то, что программа архаична и используется для описания элементарных фактов рудоотложения, конечный

итог — получение ряда зональности — отвечает тому, ради чего он вычисляется: я могу по этому ряду зональности определить центры тяжести элементов. В этом плане программа работает как задумывалась.

Борисов М.В.: Хорошо. Пока садись. Слово предоставляется официальным оппонентам и первый — это Волков Александр Владимирович.

Волков А.В.: В принципе можно было бы рассказать и устно, но требование «зачитать», поэтому я зачитаю.

Диссертационная работа Сидориной Юлии Николаевны направлена на решение важной научно-практической проблемы — изучение эндогенной геохимической зональности порфирово-эпитеpмальной системы на примере месторождений Баимской металлогенической зоны Западной Чукотки. Тут «меднорудная» несколько режет тоже слух, лучше «металлогеническая» называть.

Актуальность работы не вызывает сомнений и определяется необходимостью совершенствования методики геохимических поисков и оценки медно-порфиpовых месторождений и их золото-серебряных эпитеpмальных сателлитов, имеющих важное промышленное значение для экономики Чукотского автономного округа и других субъектов Дальнего Востока России в наступившем веке.

В основу диссертации положены результаты геохимических поисков, проведенных сотрудниками кафедры геохимии и ООО «Геохимпоиски» на участках Баимской металлогенической зоны с 2009 года, а с 2010 — с участием автора.

К научным достижениям диссертационной работы можно отнести: выявление закономерностей строения и состава аномальных геохимических полей, в том числе пространственного распределения основных ассоциаций рудных элементов во вторичных ореолах и их связь с оруденением разных стадий развития порфирово-эпитеpмальной системы Баимской зоны; разработку критериев выделения ядерных частей аномальных геохимических полей, соответствующих промышленному и перспективному медно-порфиpовому и эпитеpмальному золото-серебряному оруденению; исследование влияния зоны окисления на формирование вторичных ореолов рассеяния Баимской зоны и получение значений коэффициентов пропорциональности, позволяющих проводить оценку содержания меди в первичных рудах по ее концентрациям во вторичных ореолах; создание двухуровневой модели вертикальной геохимической зональности эталонной Находкинской порфирово-эпитеpмальной системы.

Практическая значимость этой диссертации определяется разработкой и внедрением современной технологии геохимических поисков медно-порфиpового и

сопутствующего жильного оруденения, позволяющая в течение одного полевого сезона выявлять и оконтуривать потенциальные рудные тела.

Диссертационная работа из 175 страниц состоит из введения, 6 глав, заключения и 4 приложений, содержит 35 рисунков, 30 таблиц и список литературы из 156 наименований.

По существу первые четыре главы диссертации — вводные. Не знаю, может быть это специфика геохимических работ, но я впервые встречаюсь с такой структурой диссертационной работы.

Первая глава диссертации посвящена характеристике порфирово-эпитеpмальной системы. Наряду с общими сведениями о порфирово-эпитеpмальных системах, рассматриваются их геохимическая зональность, характеристика зоны окисления, методика поисков медно-порфиpового и сопутствующего оруденения. Здесь же приводятся три обзора: применения рентгенофлуоресцентного анализа в геологоразведке, состояние ресурсной базы медно-порфиpовых руд в России и изученности Баимского золото-меднорудного района.

Во второй главе приводятся общая характеристика объекта исследования, которая включает: физико-географическую характеристику, описание геологического строения Баимской зоны и минерального состава оруденения, а также ландшафтно-геохимических условий.

В третьей главе изложена методика исследований (полевые работы, аналитические, обработка геохимических данных).

Глава четвертая посвящена технологии поисков медно-порфиpового и сопутствующего оруденения в условиях Северо-Востока России, приводятся сравнение результатов геохимического картирования при поисках по вторичным ореолам рассеяния разного масштаба и рассматривается опыт полевого рентгенофлуоресцентного анализа при проведении геохимических работ.

Пока тут ни одного защищаемого положения не было на протяжении четырех глав.

Следует отметить, что перечисленные выше главы написаны автором на основе анализа и обобщения опубликованного и фондового материала. Главы сопровождаются хорошо подобранными иллюстрациями, в том числе авторскими фотографиями. Хорошее впечатление — она здесь не приводилась — оставляет схема ландшафтного районирования территории по признаку наклона склона, составленная при непосредственном участии автора с использованием программного пакета ArcGIS от ESRI (США) на основе цифровой модели рельефа. Автор подчеркивает, что ландшафтные

условия Баимской площади благоприятны для проведения литогеохимических поисков по вторичным ореолам рассеяния.

В целом четыре главы диссертации оставили неплохое впечатление.

В качестве замечания отметим, что, судя по первой главе, автор достаточно детально изучила многочисленные, в основном зарубежные, публикации, посвященные характеристике порфирово-эпитермальной системы. Однако известно, что медно-порфировые месторождения и их эпитермальные сателлиты в России, начиная с СССР, имеют почти 80-летнюю историю исследований. Нашими геологами были открыты крупнейшие месторождения медно-порфириновых руд в Казахстане, Узбекистане, Армении, Монголии, в том числе и в Баимской зоне. В результате изучения этих месторождений написаны многочисленные диссертации, монографии, статьи. К сожалению, в первой главе этот огромный опыт отечественных исследований должным образом, на мой взгляд, не был проанализирован. Здесь я хочу сказать, что обычно в обратную сторону критика идет: что диссертант знает наши работы, а зарубежными не владеет. Здесь же, я думаю, что просто очень удобно эти схемы Силито показывать, там все на них ясно, чем в наши старые работы идти. Но тем не менее, из этой схемы, просто лирическое отступление, почему в Баимской зоне нет ни low sulfidation, ни high sulfidation? В принципе по вашей работе можно было бы ответить на эти вопросы, но по сути отзыва это только дополнение.

В диссертации выдвинуто четыре защищаемых положения, обоснованию которых посвящена пятая глава — то есть вот, все четыре положения в пятой главе. В этой главе представлен новый и оригинальный авторский материал.

Первое положение, достаточно обосновано материалом разделов 5.1 и 5.2, в которых рассмотрено гипергенное геохимическое поле порфирово-эпитермальных систем Баимской зоны и оценка содержаний полезных компонентов в рудах по их содержаниям во вторичных ореолах в условиях гипергенного перераспределения. В разделе 5.1 определены параметры и особенности формирования вторичных ореолов в Баимской меднорудной зоне, а в разделе 5.2 предложен оригинальный коэффициент, дополнительный к коэффициенту остаточной продуктивности, позволяющий учесть перераспределение меди в зоне окисления медно-порфириновых штокверков при оценке содержаний в рудах по концентрациям во вторичных ореолах.

Вместе с тем, утверждение автора — если вы посмотрите формулировку первого защищаемого положения —, что установлен фрагментарный характер развития зоны окисления на объектах медно-порфирикового оруденения, на мой взгляд, ни материалами главы, ни иллюстрациями не подтверждается. То есть если это выносится в защищаемые

положения, мне кажется, что это все-таки надо более детально рассматривать в работе. Я думаю, что это, конечно, сделано, но просто осталось за рамками диссертации.

Обоснование второго положения приведено в начале раздела 5.3 «Первичная зональность оруденения». Отметим, что геохимические ассоциации в составе первичных ореолов, перечисленные в этом положении, были установлены в результате обработки геохимических данных по скважинам в программе STATISTICA методом факторного анализа главных компонент — здесь в докладе прекрасно продемонстрировано — и сопоставлены с основными минеральными парагенезисами порфирово-эпитермальной системы. Их сходство подтверждено значимыми коэффициентами корреляции между значениями факторов и содержаниями главных рудных минералов по соответствующим интервалам керна скважин.

В качестве небольшого замечания отметим, что автор во втором защищаемом положении пишет об «основных минеральных парагенезисах» — тут определенная путаница в терминах. Я так понимаю, что это скорее авторы терминов путают, а наши многочисленные словари запутывают наших студентов, то есть тут надо вносить ясность принципиально, один словарь так пишет, другой так, у Смирнова так, а у Соловова по-другому. А в тексте раздела 5.3, наряду с парагенезисами, без пояснения, что такое «парагенезис», упоминаются и «стадии рудообразования», и различная «минерализация». На самом деле эти термины немножко различаются, и если выносятся что-то в защищаемые положения, то обоснование этого положения должно четко соответствовать той терминологии, которая выносятся в защищаемые положения.

В разделе 5.3, кроме обоснования второго положения, доказывается также и третье защищаемое положение, в котором автор утверждает, что по распределению геохимических ассоциаций в строении Находкинского рудного поля наблюдается концентрическая зональность: в центре медно-порфировое ядро, далее промежуточная серебро-полиметаллическая зона и на периферии — эпитермальная золото-серебряная зона. Здесь была показана замечательная мультипликация. Однако, по мнению оппонента, такая зональность материалами раздела 5.3 обоснована, опять-таки, недостаточно. Судя по разделу, можно говорить о фрагментарном проявлении такой зональности, это мягко говоря. Не случайно на заключительном рисунке этой мультипликации промежуточная и внешняя зоны Находкинского рудного поля показаны автором одним контуром, хотя, если это концентрическая зональность, мы должны видеть все зоны.

Мультипликативный показатель зональности, предложенный автором, позволяет разделять эпитермальную и порфировую минерализацию. Это вторая часть положения, она не вызывает возражения.

Четвертое положение, на мой взгляд, достаточно обосновано материалом разделов 5.4 и 5.5, в которых рассматриваются критерии оценки уровня эрозионного среза и выполнена оценка среза слабоизученных медно-порфировых объектов. Здесь, к этому положению, замечаний нет, я долго не буду говорить. Хвалю за применение программы «Ню-2», хотя она тут вызывает нарекания.

Применение выводов диссертации на практике продемонстрировано в главе 6, в которой оценены прогнозные ресурсы АГХП Баимской зоны. Расчеты выполнены в соответствии с «Инструкцией» 83-го года, но с применением коэффициентов автора остаточной продуктивности и пропорциональности, вполне справедливо, учитывающих перераспределение элементов в приповерхностной зоне окисления перспективных площадей. Суммарные прогнозные ресурсы категории P_2 медно-порфировых объектов Баимской зоны по результатам проведенной съемки здесь были показаны, я их повторять не буду.

Оппонент полностью согласен с автором, что разработанные критерии выявления и оценки медно-порфирового и сопутствующего эпитеpmального оруденения могут быть использованы при геохимических поисках в горно- и лесотундровых ландшафтах, занимающих значительную территорию арктической зоны России.

В заключение отметим, что диссертационная работа Сидориной Юлии Николаевны производит впечатление законченного исследования, достаточно аккуратно оформлена; основные положения и выводы опубликованы в 5 статьях, в том числе — в 3 журналах и изданиях «Перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий» Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России и 17 тезисах докладов, автореферат по содержанию соответствует диссертации.

Все выше сказанное, несмотря на замечания, позволяет считать рассмотренную работу полностью соответствующей современным требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09, а ее автора Юлию Николаевну Сидорину достойной присуждения искомой степени. *(Отзыв прилагается.)*

Борисов М.В.: Спасибо. Не возражаете, если Юлия Николаевна.. и вы тоже, Юлия Николаевна, если отвечать на вопросы будете после второго отзыва оппонента? Второй оппонент не приехал. Соколов Сергей Валерьевич из Санкт-Петербурга не смог приехать, поэтому отзыв его зачитает ученый секретарь.

Киселева И.А.: Диссертационная работа Сидориной посвящена важной научно-практической проблеме — развитию методики геохимических поисков и разработке критериев выявления и оценки медно-порфирового оруденения по геохимическим

данным, а также исследованию эндогенной зональности медно-порфировых систем на примере Баимской металлогенической зоны, Западная Чукотка, в пределах которой расположено крупнейшее на Северо-Востоке Российской Федерации месторождение Песчанка. Актуальность работы определяется промышленной привлекательностью медно-порфировых и сопутствующих эпитермальных золотых месторождений для наращивания ресурсов меди, молибдена, золота и других редких металлов, а для Баимской зоны особенно, поскольку научно обоснованное увеличение ресурсов приближает начало промышленного освоения Песчанки и развитие региона в целом.

Диссертация имеет объем 175 страниц, 30 таблиц, 35 рисунков.

Работа базируется на результатах геохимических работ по вторичным и первичным ореолам, выполненных в период с 2009 по 15-й годы, с 10-го — с участием автора, ООО «Геохимпоиски» и сотрудниками МГУ на участках Баимской меднорудной зоны. При этом использованы данные рентгенофлуоресцентного, химико-спектрального анализа на золото 20 тысяч литохимических проб; приближенно-количественного на 22 элемента, химико-спектрального анализа — 5,5 тысяч литохимических проб; штучных — 734, бороздовых, керновых — 81 тысяча и так далее. Перечень определяемых элементов является достаточным для решения геологических задач. Нижние пределы обнаружения подавляющего большинства элементов, за исключением сурьмы, в меньшей степени — мышьяка, вольфрама, висмута, также вполне удовлетворительны. Систематические и случайные ошибки основного аналитического метода, за редким исключением (свинец, цинк), находятся в допустимых пределах. Систематическая и случайная погрешности по золоту незначительно превышают норму, что, в силу высокой природной дисперсии этого элемента, скорее является правилом, чем исключением. В целом, аналитические данные пригодны для решения поставленных в диссертации задач.

Основные результаты диссертационного исследования сформулированы в виде четырех защищаемых положений.

Первое защищаемое положение посвящено разработке критериев оценки порфирово-эпитермальных систем Баимской зоны. Автором по данным литохимической съемки по вторичным ореолам рассеяния выделяется 10 порфирово-эпитермальных систем ранга рудного поля. По результатам корреляционного анализа между содержаниями элементов в рыхлых отложениях и пространственной позиции ореолов отдельных элементов, выделяются 2 группы элементов, соответствующие медно-порфировому и золото-серебряному полиметаллическому оруденению. Установленные автором их отличия проявляются в наличии корреляции золота с медью и молибденом в медно-порфировых объектах и отсутствия такой связи в золото-серебряных объектах. По

результатам пространственно-статистического анализа и характеру корреляционных связей автором выделяется зональное строение аномального геохимического поля, проявляющегося в смене от центра к периферии трех зон. Фактически выделяемая автором зональность отражает закономерное положение в пространстве двух типов минерализации — медной и золото-серебряной.

Прогнозная оценка ресурсов аномальных геохимических полей автором проводилась с использованием алгоритма Соловова с учетом результатов опытных работ по определению коэффициентов остаточной продуктивности. При этом, по непонятным причинам, при расчете не учитывался коэффициент балансовых (по Соловову — забалансовых) руд, что неизбежно должно привести к завышению такой оценки.

Второе замечание: формализованный подход при выборе глубины подсчета прогнозных ресурсов на фоне излишне высокоточной, до второго знака после запятой, оценки коэффициента остаточной продуктивности. Учитывая, что диссертационная работа выполнялась в МГУ — вотчине Александра Петровича Соловова, аргументированная и более надежная оценка протяженности оруденения на глубину могла бы быть получена при наличии эталонов с применением принципа подобия путем пересчета продуктивности вторичного ореола на продуктивность рудного поля с вводом коэффициентов остаточной продуктивности и балансовых руд. В целом же, с оценкой Баимской зоны как высокоперспективной по ресурсам молибдена и золота следует согласиться.

Оценивая первое защищаемое положение в целом следует отметить, что оно содержит элементы научной новизны, имеет несомненную практическую значимость и может считаться доказанным материалом диссертации.

Второе, третье, четвертое защищаемые положения посвящены изучению состава, зональности первичных ореолов, разработке критериев оценки их эрозионного среза.

При оценке уровня среза собственно медно-порфирового оруденения следует иметь в виду, что на одном и том же уровне бедные и богатые руды будут отличаться по значениям предлагаемого автором коэффициента вида $AgAsSb/CuBiMo$. Это связано с тем, что этот коэффициент укомплектован собственно рудными элементами — медью и молибденом — высоких концентраций, градиент изменения содержаний которых при переходе от бедных к богатым рудам по конкретному уровню эрозии будет значительно выше градиента изменения относительно слабо повышенных по содержанию элементов-спутников — серебро, мышьяк, сурьма, висмут. В данном случае на одном уровне эрозии богатые руды будут оцениваться как более эродированные, чем бедные. В этой связи

корректная оценка уровня эрозии медно-порфирового оруденения с использованием этого коэффициента возможна как минимум по нескольким сечениям.

Оценивая второе, третье, четвертое защищаемые положения в целом следует констатировать, что они содержат научную новизну, имеют практическую значимость и доказаны материалом диссертации.

В целом, диссертация Юлии Николаевны Сидориной является цельным и высококвалифицированным исследованием, содержащим значимые для прикладной геохимии выводы. Результаты работы могут быть использованы в территориальных производственных организациях при поисках и оценке месторождений медно-порфирового типа не только в Чукотском сегменте, но и в пределах всего Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.

Представленная работа отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков и ее автор заслуживает присуждения искомой степени. Сергей Валерьевич Соколов. *(Отзыв прилагается.)*

Борисов М.В.: Спасибо. Юлия Николаевна, отвечайте, пожалуйста, на замечания, сделанные в отзывах официальных оппонентов.

Сидорина Ю.Н.: Замечания Александра Владимировича по поводу не проанализированного опыта отечественных исследователей. Я с замечанием согласна, но ради справедливости скажу, что ссылаюсь на монографии Кривцова, Павловой и более узких исследований Каминского, Матвеева Алексея Алексеевича и собственно оппонента.

По поводу того, что мной не подтвержден тезис о фрагментарном развитии зоны окисления. С этим замечанием я не согласна. Фрагментарность развития зоны окисления я демонстрирую в таблице: вот в этой колонке я показываю число скважин, долю скважин, по которым проявлен процесс выщелачивания или вторичного сульфидного обогащения, где видно, что, скажем, из 213 скважин на Песчанке, которые вскрывают руды, только в 96 проявляются эти процессы. И в тексте работы я пишу о том, что были попытки увязать распространение соответствующих подзон зоны окисления с различными геоморфологическими признаками, но, к сожалению, это не удалось сделать. Фрагментарность, на мой взгляд, показана.

О смешении без пояснений терминов «основные минеральные парагенезисы» и «стадии минерализации» — с замечанием согласна.

Александр Владимирович не согласен с концентрическим характером зональности Находкинской ПЭС. Возражений я не имею: действительно северная часть Находкинской

ПЭС эродирована настолько, что кольцо замкнуть не удалось, возможно, здесь стоило употребить другое описание.

Замечания Соколова Сергея Валерьевича. По поводу того, что коэффициент остаточной продуктивности определялся как по результатам специального опробования бортов канав, так и с привлечением данных площадной съемки. Воспроизводятся ли значения коэффициента k ? Для отдельных пересечений такое сравнение было произведено, и различия составили менее 10%.

Он повторяет замечание о неиспользовании в расчетах коэффициента забалансовых руд α . Я повторяюсь, что приняла его равным 1, поскольку прогноз проводился в контуре ядерных частей.

Формализованный подход при выборе глубины подсчета прогнозных ресурсов. Более надежная оценка протяженности оруденения могла быть получена при наличии эталонов с применением принципа подобия. Выбор глубины оценки ресурсов велся с учетом данных бурения, то есть хоть какие-то представления о протяженности оруденения мы имеем, и в данном случае подход вовсе не формализован. А применение принципа подобия актуально при оценке объектов «с нуля», когда никаких данных, кроме литохимической съемки не имеется.

Было замечание по поводу показателя зональности $AgAsSb/CuBiMo$. Градиент изменения содержаний элементов числителя мал по сравнению с градиентом для элементов знаменателя, и поэтому при переходе от бедных руд к богатым один и тот же уровень эрозионного среза будет характеризоваться разными значениями показателя. Для удобства я покажу этот показатель где-нибудь. Я не согласна с этим замечанием. Содержания элементов числителя в рудах изменяется в пределах 1–2 порядков: например, серебро — это от десятых г/т до целых г/т, мышьяк и сурьма — от целых до сотен г/т. Но тот же диапазон изменений характерен и для элементов знаменателя: для меди это от десятых долей процента до целых процентов, молибден — от десятков до сотен, соответственно это изменения в пределах все тех же 1–2 порядков, и поэтому отношение концентраций будет сохраняться для одного и того же уровня среза руд, будь то руды бедные или богатые.

Борисов М.В.: Все? Оппонент удовлетворен ответами?

Волков А.В.: Только одну ремарку. Все прекрасно, то, что вы сказали, я с вами согласен. Надо это в тексте диссертации просто написать. Потому что с этой таблицей человеку новому, хоть и знакомому с этим материалом, очень сложно понять, что там фрагментарность.

Борисов М.В.: А в целом вы согласны?

Волков А.В.: В целом никаких больше вопросов. Если вы что-то пишете в защищаемом положении, вы потом это поясняйте в тексте обязательно.

Борисов М.В.: Так, теперь по порядку ведения объявляется свободная дискуссия. Кто бы хотел высказаться о заслушанной работе в целом? Да, пожалуйста. Проходите сюда, к этому микрофону.

Читалин А.Ф.: Я представляюсь. Читалин Андрей Федорович, «Институт геотехнологий».

Я хотел бы сказать о практической значимости этой работы и об эффективности тех выводов и результатов, которые изложены в диссертации. Я могу об этом говорить, потому что был главным геологом Баимского проекта в то время, когда геохимики работали. Геохимики были нашим передовым отрядом, которые закрывали съемками участки, которые интересовали компанию-недропользователя, и вслед за ними буквально шли уже поисковые работы — это бурение с канавами и так далее. Так вот, оценивая практическую значимость этих работ. Например, если мы возьмем этот коэффициент выщелачивания, который Юля вывела для зоны окисления, то использование этого коэффициента привело к тому, что прогнозные ресурсы геохимические, которые были пересчитаны по современным данным съемки, практически совпадают с запасами и прогнозными ресурсами, получаемыми при разведке месторождения. Коэффициент, конечно, есть, плюс-минус, но близок к 1. В прошлом году завершилась детальная разведка на месторождении Песчанка. Я не могу назвать эту цифру, она не была официально опубликована, но запасы, которые будут выноситься на ГКЗ, практически совпадают с теми ресурсами, которые в диссертации изложены. О чем это говорит? О том, что прогноз хороший, научный вывод также хороший.

По поводу оценки эрозионного среза. Тут тоже Юлией Николаевной предложены 2 коэффициента: один для оценки медно-порфировой части порфирово-эпитеpмальной системы, второй — для оценки эрозионного среза в целом порфирово-эпитеpмальной системы. Оказалось, что с севера на юг, идя от северной части Баимской зоны на юг, степень эрозии порфирово-эпитеpмальной системы уменьшается, и на севере мы имеем практически эродированные объекты, в чем мы убедились, проведя там поисковое бурение: аномалии есть, а когда мы стали бурить, мы увидели, что минерализация рассеянная, она даст прогнозные ресурсы, и мы не могли понять, то ли нужно бурить глубже, чтобы найти богатые руды... Но тогда еще не было этого вывода, по зональности позже появился коэффициент, а когда появился, стало понятно, что нам там делать просто нечего — это срезанный объект, и не надо тратить деньги на его дальнейшее изучение. Вот вам практическая значимость. Для систем, идя на юг, к югу от Песчанки, от

Находкинского рудного поля, в область участков Омчак и Весенний, мы видим, что там весьма велики перспективы обнаружения новых порфировых объектов, порфирово-эпитермальных, слабо эродированных и даже слепых, ибо мы видим, что старатели, которые там добывают золото и вскрыли плотик, вышли на окисленные богатые медно-порфиновые руды. В то время как геохимическая аномалия на склонах и старых съемок и новых съемок показывает слабые концентрации. Но понимание диссертанткой вот этих взаимоотношения геохимических, вот этих коэффициентов, усилило наше предположение о том, что здесь слабо эродированные объекты. Я думаю, что потенциал весьма велик и там возможно обнаружение объекта, сопоставимого с объектами Находкинского рудного поля, а может даже Песчанка там будет вторая, это надо бурить. Вот практический аспект.

Теперь некоторые локальные моменты в использовании полевого анализатора Niton. Я с этим анализатором знаком давно, еще работая на Дальнем Востоке в американской компании — они собственно его и завезли сюда, и там мы его использовали просто утилитарно: тыкали во все подряд и видели, куда идти. В этой работе я увидел впервые профессиональное осмысление и обоснование использования такого анализатора: проанализированы характеристики, стандарты, отложения и прочее, прочее, сопоставление с лабораторными, и показана его реальная практическая значимость. Применительно к нашим работам, мы убедились, что, начав работать, скажем, в июне, геохимики к сентябрю с помощью Niton отрисовали карты полиэлементные, а мы тут же заложили по ним канавы, сэкономив год. То есть экономия по деньгам для недропользователя весьма и весьма велика. Это тоже говорит о том, что весьма велика эффективность этих работ. Я могу такие примеры еще приводить.

Но еще хотелось бы ответить несколько — я видел в замечаниях и вопросах — по геологии этого района, так как я довольно много изучал и керн практически весь смотрел, и ходил смотрел, и с геохимиками мы много работали, некоторые моменты геологии хотелось бы пояснить. По поводу зоны вторичного обогащения: она есть, она была обнаружена еще предшественниками и подтверждена на всех объектах, которые слабо или умеренно эродированы. Это вторичный халькозин, ковеллин и самородная медь по ним, которые развиваются по первичным халькопиритовым и борнитовым рудам. Другой вопрос — возраст этой зоны обогащения и связанной с ней зоной окисления. Это не современная зона, это скорее всего палеогеновый возраст, потому что современный рельеф пререзает все эти зоны, и скважины, пробуренные в русле реки, всегда уходят сразу в первичные руды. Это вопрос больше регионального осмысления, но тем не менее он тут изучен с этой точки зрения, и этот коэффициент оказался весьма и весьма продуктивен.

На вопрос Эрнста Максовича про борнитовую зону. Борнит — горячо любимый нами минерал, потому что с ним связаны самые богатые руды. Мы знаем, что в борните меди почти в 2 раза больше, чем в халькопирите, и мы видим, что здесь проявлена классическая зональность медно-порфировых объектов: центральное борнитовое ядро, затем халькопиритовая зона, потом пиритовая оболочка. Я так думаю, что борнит в центральной зоне именно потому, что здесь была наиболее рудонасыщенная часть гидротермального потока.

В целом оценивая работу, а я хорошо знаю ее в деталях и хотя я не геохимик, не могу оценить нюансы, но так как мы каждый год получали научно-производственные отчеты от геохимиков и вот эти все вопросы: методические, методологические, научные — они все там уже были, потом они развивались и в итоге вошли в диссертационную работу. Я вижу, что это очень качественная и современная работа, и квалификация Юлии Николаевны весьма высокая как специалиста-исследователя, и я уверен, что конечно она заслуживает присуждения ей степени кандидата геолого-минералогических наук. Желаю дальнейших творческих успехов. Спасибо.

Борисов М.В.: Большое спасибо. Кто бы еще хотел высказаться? Да, пожалуйста. Только полаконичнее, если можно.

Дьяконов В.В.: Моя фамилия Дьяконов, я зав. кафедрой из РУДН. Я хочу сказать, что любая работа, заточенная на медно-порфировые месторождения, имеет для России практическое значение, потому что у нас сегодня добывается всего медной руды из порфировых месторождений меньше 1%. И присутствие таких работ, показывающих, что объемы медно-порфировых руд еще далеко не изведаны и составляют огромные объемы — это наш, так сказать, золотой запас, в смысле медный.

И еще я должен обратить внимание на следующее: медно-порфировые месторождения слагают огромные пояса. Возьмем такие пояса, как, например, казахстанский Северо-Балхашский пояс с Джунгары вместе, Андийский пояс, Колорадский пояс, и когда мы смотрим здесь на эту карту, то мы тоже видим, что это огромный медный пояс, который в северо-западном направлении протягивается, наверное, на тысячу километров протягивается, потому что она только южную часть этого пояса рассматривает.

И потом еще хотел обратить внимание на следующее: когда мы приводим схему зональности эмпирического медно-порфирового месторождения, она не отвечает действительности по одной простой причине, что, если мы эту же работу рассмотрим, мы рассматриваем разные рудные тела, оценивая их степень эрозионного среза, а потом все это вписываем в одну вертикаль — это Силлитоевская проблема, и все ее так и

придерживаются, но она, к сожалению, не верна, потому что в целом медно-порфировые месторождения не имеют вид вот такой сосиски или сардельки, а это уплощенные рудные тела, похожие на зуб. И что самое интересное, если возьмете схему Силлито, у него вся рудная минерализация растянута по вертикали на 7 км, а какое месторождение медно-порфировое не возьмешь, глубина его — геохимия определяет — это 2,5–3 км. И когда по Силлито его все тут вытягиваете, это некорректно получается.

А работа, естественно, является хорошей, и никаких проблем нет. Так что надо утверждать.

Борисов М.В.: Спасибо. Есть еще желающие? Да, пожалуйста.

Спиридонов Э.М.: То, что работа соответствует уровню кандидатской диссертации, тут вопросов нет никаких, все нормально. Единственное, ради чего я вышел несколько слов сказать, мне все-таки хочется, чтобы эти замечательные геохимические работы не устремлялись так усиленно в сторону экономической геологии, а чуть больше к науке прислонялись. В частности, очень хочется, чтобы выдающийся специалист в области обсчета, в области поисков, в области обсуждения всех этих коэффициентов бесконечных, все-таки немножко минералогию понимал. В частности, и что из этого следует: допустим, сам термин «порфирово-эпитеpмальная система» — откуда он возник? Из представлений, что первая часть, порфировая — это обособленная, а эпитеpмальная — совсем особенная, что эпитеpмальная — это практически вулканогенный хвост процесса. А тут нет никакого вулканогенного хвоста у вас. Все ваши данные показывают, что это порфировая система, это саморазвитие порфировой системы, единой. Посмотрите, насколько все четко единое. Да, несколько стадий, безусловно, это однозначно. Но это единая система, тут нет никакой обособленной эпитеpмальной системы. Поэтому подумайте над этим термином. Я ничего не возражаю против того, что вы уже сделали, но в целом у вас единый процесс. И обилие борнита железно об этом свидетельствует, о том, что это единый процесс. Смотрите, как он четко увязывает у вас нижнюю часть системы и верхнюю часть системы с перекатом к обогащенным золотом и серебром поздним минеральным ассоциациям. А сама позиция — элементарная вещь — будет ассоциация борнита с магнетитом, значит, резко повышенный окислительный потенциал, заданный кислородом; ассоциация борнита с пиритом — тот же самый высокий окислительный потенциал, только заданный серой, свободной серой. Два варианта — или сера, или кислород. Сами разберетесь, в чем дело. Подумайте на будущее, потому что в принципе это перспективнейший тип оруденения, действительно в нашей стране недоизученный, перспективы гигантские. По всему Охотско-Чукотскому поясу, в принципе, до

Владивостока, и там объектов может быть, в том числе гигантских, много. Поэтому немножечко науки побольше, капельку. А так все замечательно.

Борисов М.В.: Есть еще необходимость. Я по членам диссовета смотрю, вроде бы все удовлетворены тем, что мы услышали. Тогда, Юлия Николаевна, вам заключительное слово, короткое.

Сидорина Ю.Н.: Я хочу поблагодарить собравшихся, особенно принимавших участие в обсуждении. Эрнсту Максовичу спасибо за комментарии и за вопросы, Юрию Александровичу. Андрей Федорович, спасибо. Я думаю, что я еще продолжу в дальнейшем выражать свою благодарность.

Борисов М.В.: Ладно, хорошо. Переходим теперь к процедуре создания счетной комиссии. У нас есть предложение, что на сегодняшнее заседание предлагается три человека, без имен-отчеств: Якубович, Рыженко и Гричук. Членов диссовета прошу проголосовать то, что мы выбираем в таком составе. Против есть? Нет. И воздержавшихся нет. Так что принято единогласно. Теперь я объявляю технический перерыв, наверное, на десять минут, не больше. За это время члены диссовета, пожалуйста, приступите к проведению процедуры тайного голосования, а присутствующие, кроме членов диссовета, могут погулять в это время.

(После перерыва.)

Борисов М.В.: Так, мы почти закончили нашу деятельность. Сегодня мы что-то очень долго занимались этим. Счетная комиссия заканчивает свою работу, и слово предоставляется председателю счетной комиссии. Дмитрий Владимирович, вот сюда, к микрофону.

Гричук Д.В.: Коллеги, комиссия в составе Рыженко, Якубович, Гричук, состав диссертационного совета 27 человек, дополнительно не вводилось, присутствовало на заседании 20, в том числе докторов по профилю 8, роздано бюллетеней 20, осталось нерозданных 7, оказалось в урне бюллетеней 20. Результаты: за — 20, против — нет, недействительных — нет.

Борисов М.В.: Прошу членов диссовета утвердить открытым голосованием результаты. Протокол, вернее. Кто против? Нет. И воздержавшихся нет. И последнее, что нам осталось — это обсуждение замечаний, которые в проекте заключения. Есть ли у членов диссертационного совета предложения по изменению проекта заключения или все более-менее нормально? Раз принципиальных замечаний нет, то давайте мы в целом примем проект заключения за основу для подготовки. И прошу проголосовать по этому поводу. Теперь мы практически подошли к завершению нашего заседания и поэтому

можем поздравить нашу соискательницу с тем, что с сегодняшнего дня решением нашего ученого совета ты утверждена в звании кандидата геолого-минералогических наук.

Таким образом, прослушав и обсудив материалы диссертации, диссертационный совет пришел к заключению, что на основании выполненных соискателем исследований:

выявлены закономерности строения и состава аномальных геохимических полей, в том числе пространственного распределения основных ассоциаций рудных элементов во вторичных ореолах и их связь с оруденением разных стадий развития порфирово-эпитеpмальных систем Баимской зоны;

разработаны критерии выделения ядерных частей аномальных геохимических полей, соответствующих промышленному и перспективному медно-порфировому и эпитеpмальному золото-серебряному оруденению;

изучены параметры, характеристики и влияние зоны окисления на формирование вторичных ореолов рассеяния Баимской зоны и **установлены** значения коэффициентов пропорциональности, позволяющие проводить оценку содержания меди в первичных рудах по ее концентрациям во вторичных ореолах;

разработана двухуровневая модель вертикальной геохимической зональности эталонной Находкинской порфирово-эпитеpмальной системы, **предложены** показатели зональности для оценки эрозийного среза порфирово-эпитеpмальных систем и медно-молибден-порфировых штокверков.

Практическая значимость проведенных исследований определяется внедрением в практику современной технологии поисков медно-порфирового и сопутствующего оруденения с применением экспрессного рентгенофлуоресцентного анализа и ГИС при картографировании результатов, позволяющая в течение одного полевого сезона выявлять и оконтуривать потенциальные рудные тела и заверять полученные результаты канавами и поисковым бурением. В Баимской меднорудной зоне по результатам геохимической съемки по вторичным ореолам рассеяния уточнены контуры известных и локализованы новые перспективные рудоносные структуры с медно-молибденовыми штокверками. В результате работ на участке Весенний геохимически обоснованы, а затем подтверждены бурением прямые признаки пересечения золото-серебряными жильно-прожилковыми зонами медно-порфировых руд штокверкового типа на глубоких горизонтах, что является принципиальным для дальнейшего прироста запасов меди в Баимской зоне. Уточнен ресурсный потенциал Баимской зоны.

Оценка достоверности результатов исследования показывает, что приведенные в работе данные надежны, поскольку используется обширная база данных химического

состава литохимических проб, определенного прецизионными методами в аккредитованных лабораториях, либо — методом полевого рентгенофлуоресцентного анализа, метрологические характеристики которого подробно изучены в работе — достоверность анализа в указанном и актуальном для исследования диапазоне концентраций не вызывает вопросов. Обработка данных велась классическими методами прикладной геохимии; отклонения от принятых методик расчета специально оговорены и обоснованы. Прогнозные оценки ресурсов и содержаний меди в рудах по параметрам вторичных ореолов сравниваются с известными для месторождений Песчанка и Находка разведанными запасами и наблюдаемыми концентрациями, и близость оценок разных категорий достоверности говорит об эффективности предложенного подхода.

Личный вклад соискателя был решающим на всех этапах работы, начиная от постановки задач, обработки фактического материала, картографирования, интерпретации полученных результатов и до формулирования выводов. Результаты полевого рентгенофлуоресцентного анализа, положенные в основу исследования состава и строения вторичных ореолов оруденения Баимской зоны, получены автором в составе коллектива полевой лаборатории.

На заседании 9 декабря 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Сидориной Юлии Николаевне ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 8 докторов наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за присуждение ученой степени 20, против — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Председатель диссертационного совета
доктор геолого-минералогических наук
профессор

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник

