

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Фадина Ярослава Юрьевича
"БЛАГОРОДНЫЕ МЕТАЛЛЫ В ЧЕРНЫХ СЛАНЦАХ ПРИБАЛТИЙСКОГО ПАЛЕОБАССЕЙНА",
представленной на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук по специальности
25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

1. Актуальность темы исследования

Цель работы состоит в определении закономерностей распределения благородных металлов и ассоциаций химических элементов-спутников, форм их нахождения в черных сланцах Прибалтийского палеобассейна для определения перспективности их использования в качестве комплексного источника рудного сырья.

В научном плане тема работы актуальна в связи с постановкой задач по выявлению закономерностей распределения и форм присутствия благородных металлов в одном из формационных типов черных сланцев, которые относятся к мелководно-морским и прибрежно-морским углеродистым осадкам кембрия-ордовика и могут служить в качестве источника комплексного минерального сырья.

В прагматическом плане названная тема актуальна в связи с её соответствием современной тенденции работ по созданию в Северо-Западном федеральном округе РФ национального резерва стратегического минерального сырья за счет переоценки перспектив комплексного использования пока еще не востребованных георесурсов. Как нельзя лучше этому отвечает данная проблема по переоценке сырьевого потенциала диктионемовых аргиллитов Балтийского сланцевого бассейна, относящихся к бедному топливно-энергетическому сырью и принадлежащих также к уникальным объектам по урану и крупным по ванадию, рению и, возможно, по некоторым благородным металлам.

В целом указанная тема исследований соответствует Распоряжению Правительства Российской Федерации от 16 января 1996 г. № 50-р "Перечень основных видов стратегического минерального сырья" и от 22 декабря 2018 г. № 2914-р "Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года", а также Постановлению Правительства Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 552 "О формировании федерального фонда резервных участков недр".

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Высокая степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций обусловлена методически верным планом работы и современной методологией исследования. Весомость рассматриваемых категорий определяется и тем, что, судя по списку литературы опубликованных и фондовых материалов, диссертант учел достижения

№ 22-10
от 22.01.2019г.

предшественников по исследованиям в данной области. Общая осведомленность соискателя по проблеме, его квалификация и грамотная интерпретация полученных данных позволили ему, как коллеге высокопрофессионального коллектива одного из ведущих геологических НИИ, научно обоснованно подойти к:

- описанию строения, элементного и фазового состава сланцев (в том числе минеральной и органической их составляющих) и конкреционного комплекса;
- характеристике распределения золота, серебра, платины и палладия в органической и глинистой составляющих, аутигенном комплексе, а также в коллоидно-водоростворимой фракции сланцев;
- оценке геохимического потенциала черных сланцев Прибалтийского палеобассейна в отношении некоторых металлов.

3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

В основу диссертации положен каменный материал по диктионемовым сланцам, собранный автором в составе учебных и научных полевых отрядов, которые работали на территории Швеции, Эстонии и Ленинградской области, а также любезно предоставленные пробы профессором Таллинского университета А. Soesoo. В Ленинградской области пробы (более 700 штук) с участием соискателя отбирались из обнажений и из керна скважин при выполнении проекта ВСЕГЕИ «Поисковые работы на рений в диктионемовых сланцах и фосфоритах Прибалтийского бассейна на Кайболово-Гостилицкой площади».

Лабораторные исследования проведены с использованием широкого комплекса инструментальных методов: оптической, электронной и конфокальной микроскопии, лазерной гранулометрии, дифрактометрии и различных типов спектрометрии (инфракрасной, атомно-абсорбционной, рентгено-спектральной, плазменной) и др.

Обработка численных данных включала применение ряда пакетов компьютерных программ.

Результаты исследования опубликованы в рецензируемых научных журналах и апробированы на научных форумах.

Совокупность сказанного выше, включая репрезентативный объем использованного фактического материала, широту комплекса современных методик и приборных средств исследования вещества, а также применение научной методологии при интерпретации их результатов, обусловили требуемую достоверность и новизну научных положений, выводов и рекомендаций.

4. Значение выводов и рекомендаций, полученных в диссертации, для науки и практики

В научном отношении диссертационное исследование, включающее оригинальные

результаты и выводы, внесло свой вклад в дальнейшее развитие научно-практической проблематики по минерагеническому потенциалу осадочно-породных образований мелководных морских палеобассейнов.

Полученные выводы и рекомендации будут способствовать совершенствованию минералого-геохимических показателей, применимых к региональным прогнозам новых площадей в Прибалтийском палеобассейне на содержащее благородные металлы комплексное минеральное сырье в качестве металлоносных диктионемовых аргиллитов.

Практическая значимость работы определяется возможностью использования её результатов при оценке благороднометалльного оруденения на еще недостаточно оплоискованных площадях этого сланцевого палеобассейна.

5. Внутреннее единство структуры работы

Диссертация состоит из введения, семи глав и заключения, содержит 215 страниц, 60 рисунков, 45 таблиц и списка литературы из 287 наименований.

Главы в необходимом объеме содержат сведения для раскрытия темы, обоснования и формулирования защищаемых положений, выводов и рекомендаций.

Первая глава имеет геологическую направленность. Вторая посвящена обзору работ по благородным металлам в черносланцевых формациях. Третья отвечает описанию использованных методов исследования. В четвертой главе рассмотрены вещественно-структурные черты пород. В пятой главе приводятся полученные данные по макро-микрокомпонентному составу изученных черных сланцев (углеродистых аргиллитов) и конкреционного комплекса, включая характеристику в них геохимии благородных металлов и их элементов-спутников. В шестой главе обсуждаются формы нахождения в сланцах некоторых благородных металлов. В седьмой главе дана оценка геохимического потенциала диктионемовых сланцев Прибалтийского палеобассейна. В заключении обозначены главные, на взгляд соискателя, выводы по результатам проделанной работы.

Диссертация представляет собой цельную работу, написанную грамотным языком. Стиль изложения диссертации достаточно ясный, работа аккуратно оформлена. Соискатель в целом корректно использовал термины и понятия по геологическим дисциплинам, а также по математической статистике.

Содержание автореферата соответствует цели, задачам, содержанию и основным выводам диссертационной работы.

По теме диссертации опубликовано 16 печатных работ, из них 2 статьи в журналах, индексируемых в международных базах данных (WoS, Scopus), 1 статья в журнале из перечня ВАК РФ, 1 статья в материалах конференции, 1 патент и 11 тезисов докладов.

Материалы, результаты и положения диссертационной работы обсуждались на ряде конференций и совещаний в период 2008-2017 гг.

На защиту вынесены связанные между собой три защищаемых положения:

1. Повышенные содержания благородных металлов в черных сланцах Прибалтийского палеобассейна распределены неравномерно по простиранию горизонта: сланцы западной (территория Швеции) и восточной (территория Ленинградской области) частей обогащены платиноидами (до 0,12 г/т); сланцы центральной части (территория Эстонии) накапливают золото (до 0,31 г/т). Основными элементами-спутниками благородных металлов являются Re, U, Mo, V. Содержания благородных металлов и элементов-спутников меняются по разрезу закономерно.

2. Черные сланцы состоят из органической (9-26 отн %), глинистой (40-60 отн %), алевро-песчаной (25-50 отн %) составляющих и конкреционного комплекса (2-5 отн %). Благородные металлы спорадически встречаются в составе алевро-песчаной примеси в виде самородных форм и интерметаллидов: Au_{сам}, Au-Ag, Au-Cu, Au-(Cu)-Hg, Au-Hg, Ag-Cu, Pt-Fe. В составе диагенетических сульфидов выявлены микроминеральные фазы благородных металлов: Au_{сам}, халькопирит с примесью Au. По данным лазерной абляции пирит накапливает металлы платиновой группы (МПГ) до 2 г/т. Глинистая фракция обогащена благородными металлами в 10 раз больше по сравнению со сланцем (до, г/т): Au – 0,13, Pt – 0,55 г/т, Pd – 0,77. Органическое вещество ограничено сорбирует благородные металлы.

3. Поровое пространство черных сланцев содержит коллоидно-солевую составляющую (субмикронную фракцию), которая представлена частицами размером менее 1000 нм. Доля субмикронной фракции черных сланцев составляет 0,1 – 6 вес.%. В субмикронной фракции содержится (до, г/т): МПГ – 14 г/т и Au – 0,85. Субмикронная фракция карбонатных конкреций содержит (до, г/т): МПГ – 0,19 и Au – 0,18 г/т.

Замечания по работе

Наряду с многочисленными достоинствами, в работе имеются отдельные недостатки:

1. Возможно, следовало бы конкретизировать название работы, заменив «Прибалтийский палеобассейн», на "Балтоскандийский палеобассейн", учитывая охват исследованиями диссертанта площадей развития диоктионемовых сланцев не только на северо-западе России и севере Эстонии, но и в некоторых местах Швеции.

Прибалтийский палеобассейн (Прибалтийский сланцевый и/или фосфоритовый бассейн) же локализован главным образом в северной части Эстонии и юго-западной части Ленинградской области и частично в Псковской и Новгородской области.

2. В отношении текста геологического очерка района работ (глава 1) замечу, что в ущерб детальности освещения особенностей седиментогенеза в кембрии-ордовике наблюдается некоторая избыточность информации по стратиграфии пород другого возраста. Следовало бы подробнее осветить литолого-фациальные и палеогеографические особенности формирования углеродистых осадков кембрия-ордовика с учетом возможной реализации этих сведений для реконструкции природы и хотя бы предполагаемых

механизмов формирования повышенной металлоносности морских мелководных осадков палеобассейна.

3. Для более правильной интерпретация геохимических данных следовало бы в рукописи четче дать необходимую информацию по методикам и методам элементного анализа, а также по соответствующему оборудованию. Несмотря на то, что в работе не предусматривалось обсуждение вопросов аналитического характера.

3.1. Так, касаясь описания масс-спектрометрического анализа, в тексте (см. с. 73) читаем, что "Полный многоэлементный анализ может быть выполнен за 30 с. Требуемая навеска – 1-10 мг".

В зависимости от набора определяемых элементов время съемки одной пробы обычно больше, а масса используемой навески, как правило, составляет 0.05-0.2 г. Высокая чувствительность данного метода позволяет работать с навесками порядка и нескольких мг, как указано в тексте. Однако, из-за весьма неравномерного распределения в геологических образцах многих компонентов, такая навеска вряд ли может считаться представительной. При определении микроэлементов в природных образцах относительное стандартное отклонение не должно превышать величины 0.30.

3.2. Приводя результаты масс-спектрометрии, соискатель упустил возможность сослаться на методику(и) пробоподготовки, т.к. не понятно, каким образом выполнялось определение такого летучего элемента, как ртуть (Таблица 4, с. 75).

3.3. В целом до конца не ясно, сравнивались ли полученные результаты атомно-абсорбционного анализа по типовым пробам с численными данными, полученными по этим пробам с использованием других методик?

4. В отношении оценки результатов микроанализа на электронном микроскопе тонкодисперсных фаз для читателя важны детализированные сведения по способу приготовления препаратов. Из текста и малочисленных растровых снимков сложно судить, были использованы зерна и кусочки породы, прикрепленные на специальные обелиски (столбики, грибки), или же исследовались подвергнутые полированию цельные (конденсированные) препараты, например в виде аншлифов. Известно, что при высоколокальных исследованиях наибольшие затруднения связаны со способами приготовления препаратов. Особенно это влияет на возможности обнаружения и, главное, уверенной диагностики микрометрических металлосодержащих минеральных фаз в тонкозернистой матрице.

5. При обозначении оснащенного спектрометрами аналитического сканирующего электронного микроскопа TESCAN VEGA LMU (см. стр. 5) вместо "... системами рентгенофлуоресцентного микроанализа INCA Energy 450, INCA Wave 700 ..." следует

обозначить "... системами рентгеноспектрального микроанализа INCA Energy 450, INCA Wave 700 ...", так как на указанном приборе возбуждение рентгеновского излучения производится пучком электронов. "Рентгенофлуоресцентный" означает возбуждение вторичного (флуоресцентного) рентгеновского излучения рентгеновской трубкой или радиоактивным источником.

5. Касаясь употребления в рукописи понятийной и терминологической лексики, следовало бы строже и полнее пояснять употребляемые характеристики.

5.1. Обозначенный соискателем так называемый "кларковый анализ" не учитывает семантику слова "анализ" и поэтому неудачно заменяет процедуры по вычислению и сравнению таких показателей как "кларки концентрации".

5.2. Из текста и из таблиц (№ 16, 17 и 18) диссертации не совсем очевидна широта охвата аббревиатурой "МПГ" конкретной совокупности металлов платиновой группы. Либо автор приводит данные по сумме содержаний Pt, Pd и некоторых других отдельных платиноидов, либо это относится к совокупности всех 6-ти платиноидов? Хотя, последний вариант маловероятен, учитывая известную пока ограниченность возможностей аналитической химии для осмия, иридия, рутения.

6. Защищаемые положения достаточно обоснованы, хотя формулировки некоторых из них не совсем удачно изложены, что может дать повод для оживленной дискуссии во время защиты. Следовало бы более определенно согласовать взаимосоответствие между содержанием трех поставленных задач исследования и информативностью трех защищаемых положений.

6.1. В текст первого защищаемого положения логичнее было бы перенести из второго положения геохимически информативное предложение "Глинистая фракция обогащена благородными металлами в 10 раз больше по сравнению со сланцем (до, г/т): Au – 0,13, Pt – 0,55 г/т, Pd – 0,77. Органическое вещество ограничено сорбирует благородные металлы".

6.2. Во втором положении не достает информации по формам нахождения палладия, одного из присутствующих металлов семейства платиноидов в характеризуемых породах. При этом в них палладий, по сравнению с платиной, имеет более высокий уровень содержания.

6.3. Третье защищаемое положение посвящено выводу по, несомненно, инновационным данным соискателя о коллоидно-солевых компонентах аргиллитов. Этот тезис органичнее было бы интегрировать с предыдущими положениями. А третье или четвертое защищаемое положение можно было бы посвятить результатам решения третьей задачи, т.е. "оценке возможности использования черных сланцев Прибалтийского

палеобассейна в качестве комплексного источника рудного сырья" с учетом отраженных в работе прогностических расчетов по благородным металлам.

Заключение

Указанные выше замечания не играют определяющей роли и не снижают достаточно высокого качества диссертационной работы Фади́на Ярослава Юрьевича на тему "Благородные металлы в черных сланцах Прибалтийского палеобассейна", представленной к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Рецензируемая диссертация является в целом завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основе оригинальных материалов, с учетом осмысления научной и фондовой литературы аргументированно охарактеризована благороднометалльная минерализация углеродистых сланцев Прибалтийского палеобассейна и обозначены позитивные перспективы их комплексного освоения.

По своей актуальности, объёму выполненных исследований, научной новизне и практической значимости полученных результатов представленная к защите диссертационная работа соответствует требованиям п. 7 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 30.01.2002 года № 74 (с изменениями, внесёнными Постановлением Правительства Российской Федерации от 20.06.2011 года № 475), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор достоин присуждения искомой степени по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Иванов Владимир Викторович, кандидат геолого-минералогических наук,
доцент, ведущий научный сотрудник-руководитель
лабораторией микро- и наноисследований
ФГБУН Дальневосточного геологического института ДВО РАН.
690022, г. Владивосток, пр. 100-лет Владивостоку, 159.
тел.: 8423 231-87-50; E-mail: office@fegi.ru; http://www.fegi.ru.

Я, Иванов Владимир Викторович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

«10» января 2019 г.

В. В. Иванов



Минобрнауки России Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук (ДВГИ ДВО РАН)	
Подпись <i>В. В. Иванова</i>	заверяю
Начальник отдела кадров <i>Александр А. Думов</i>	
" 10 "	01 2019 г.