

Отзыв официального оппонента

о диссертации Зиновьева Владимира Георгиевича «Развитие нейтронных и радиохимических методик определения редких, рассеянных элементов в геологических образцах, исследования состава и его влияния на свойства высокочистых материалов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.2. – Приборы и методы экспериментальной физики

Актуальность рассматриваемой диссертационной работы заключается в том, что она вносит существенный вклад в решение фундаментальных задач ядерной и нейтронной физики и ядерной спектроскопии, преимущественно, в области аналитической физики и химии. Особенность данной работы заключается в том, что проведенные автором диссертации исследования и разработанные им методики приложены, прежде всего, к геологическим объектам. Данный факт обуславливает несомненную практическую направленность и востребованность исследования диссертанта в области геологических знаний и, в частности, в области геохимии. То что, научные и прикладные результаты диссертации полноправно относятся к обширной области знаний Наук о Земле (т.е. являются междисциплинарными), во многом определяют актуальность и ценность проведенного диссертационного исследования.

В работе детально рассмотрены методы ядерной спектроскопии, спектрометрии нейтронного и γ -излучений, нейтронно-активационный, нейтронно-радиационный и рентгено-флюоресцентный анализы, а также методы экстракционной и ионообменной хроматографии. Все четыре защищаемых положения, выносимые автором на защиту, содержат результаты теоретических и экспериментальных исследований, затрагивающие эти методы, а также методические разработки, в значительной степени усиливающие эффективность применения данных методов при анализе геологических объектов.

Диссертация В.Г. Зиновьева состоит из введения, пяти глав, выводов и заключения, содержит значительное количество таблиц (около 100) и рисунков (более 170). В главе 1 рассматривается методика нейтронно-активационного анализа больших образцов и методика «одного монитора». Метод НАА был ведущим и, по сути дела, единственным высокоточным аналитическим методом в отечественной геологии и геохимии на протяжении более полувека. В последние десятилетия широкое внедрение метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой «отодвинуло» метод НАА на второй план и даже привело к своего рода «забвению» этого метода. Действительно, метод ICP-MS отличается высокой производительностью, экспрессностью, широким перечнем определяемых элементов и, соответственно, широко востребован при анализе рутинных геологических проб. Однако в

случаях, когда требуется прецизионный анализ ультрамалых содержаний ряда элементов (растворение которых в кислотах и последующая ионизация сопряжена с трудностями), например, благородных металлов (золота, элементов группы платины), незаменимость метода НАА очевидна. Также метод НАА востребован в случаях, когда масса анализируемой пробы крайне мала. Научные разработки автора, представленные в первой главе, по сути дела, дают «вторую жизнь» методу НАА, существенно расширяя его возможности и эффективность при анализе геологических объектов.

Вторая глава, посвященная спектрометрии нейтронного и гамма-излучения, по мнению оппонента, вносит значительный вклад в увеличение точности абсолютных методик НАА. Следует отметить, что диссертант уделил особое внимание обработке экспериментальных данных, проводя корректное сравнение полученных данных с результатами анализа стандартов. Специальное место во второй главе занимают оригинальные авторские разработки метода меченых нейтронов для обнаружения взрывчатых веществ. Данная методика не имеет непосредственного отношения к геологическим, либо геохимическим проблемам, однако, востребованность этого исследования с учетом сложной мировой геополитической ситуации очевидна даже для неспециалиста.

Третья глава посвящена развитию инструментальных и радиохимических нейтронно-активационных методик определения редких элементов в геологических образцах, в основном, в отношении анализа золота и платиноидов. Как было отмечено в отзыве выше, аналитическое определение именно этих элементов до сих пор является определенной проблемой для аналитической геохимии. Диссертант обосновывает возможный предел обнаружения данных элементов вплоть до 10^{-9} мас.%, что выводит авторские разработки без преувеличения на первое место в области низкого порога обнаружения, по сравнению с другими аналитическими методами, используемыми в геологии и геохимии. Разработки автора вносят существенный вклад в инструментарий не только поисковой геохимии, а также и в методы технологической минералогии, поскольку неопределимы при анализе полезных компонентов в продуктах и «хвостах» обогащения руд.

Четвертая глава рассматривает инструментальные и радиохимические методики НАА элементного состава высокочистых технологических образцов с сильно активирующейся матрицей. Примечательно, что в этой главе убедительно продемонстрировано преимущество метода НАА по сравнению с методом ICP-MS при решении ряда аналитических задач. Разработки автора могут быть использованы при входном контроле сырья, исследовании состава и свойств высокочистых полупроводниковых материалов в производстве детекторов

инфракрасного, рентгеновского и γ -диапазонов излучения, а также при исследовании состава и свойств сцинтилляционных керамик на основе гадолиния, применяемых для компьютерной томографии. Область применения разработок автора и в данном случае не лежит напрямую в сфере геологических наук, но, несомненно, эти методические разработки будут востребованы в высокотехнологических областях экономики и промышленности.

Глава 5, по мнению оппонента, является узкоспециализированной, рассматривая оценку вероятности регистрации осцилляций электронного антинейтрино в экспериментах на ядерном реакторе. Здесь оппоненту, работающему в области геологии и геохимии, достаточно сложно оценить суть рассматриваемых процессов и значимость научных разработок диссертанта. Однако вывод автора по данной главе, что в результате внедренных методик увеличится эффективность и быстродействие детектора, очевиден и не для специалиста в области ядерной физики.

Научные положения (их четыре), выносимые диссертантом на защиту, обосновываются в соответствующих главах диссертации. Их особенностью является лаконичность и схожесть, по мнению оппонента, с заголовками. Третье и четвертое положение начинаются со слова «исследование». Вообще-то исследование – это разновидность процесса, в данном случае предназначенного для достижения научной цели (цели и задачи достаточно подробно сформулированы в соответствующем разделе диссертации и автореферата). Поэтому оппонент ожидает в формулировке защищаемого положения (например, третьего) увидеть упоминание научной цели, достигнутой диссертантом в результате проведенного «Исследования ионообменных и экстракционных процессов в ионообменных системах ... (далее по тексту)». По мнению оппонента, в данном случае не хватает собственно формулировки научного результата. Для остальных защищаемых положений эта претензия может быть предъявлена в меньшей степени. Во втором и четвертом положениях результат подразумевается под словом «оценка», в первом положении – под «определением оптимальных условий ...». Тем не менее, оппоненту весьма непривычно видеть такие «зашифрованные» формулировки защищаемых положений. Все-таки, главные научные достижения диссертанта должны быть на первом месте в тексте положений, а не подразумеваться в контексте. Лаконичность защищаемых положений можно только приветствовать, но не в ущерб доступности их восприятия. Оппонент не исключает, что такая краткость формулировок является традиционной для технических диссертаций (в отличие от области Наук о Земле). В любом случае, к сути и обоснованности защищаемых положений у оппонента претензий нет, в отличие от стилистических особенностей их изложения.

У автора отзыва есть ряд терминологических замечаний к использованию в работе геологических и геохимических терминов. Основное из них – к использованию термина «рассеянные элементы», вынесенного через запятую с «редкими элементами» в заголовок как самой диссертационной работы, так и третьей главы. В данном контексте «рассеянные элементы» выглядят как «очень редкие элементы», что, строго говоря, не соответствует действительности. Действительно, рассеянные элементы – это разновидность редких элементов, но выделяющаяся не по уровню содержания, а по отсутствию способности образовывать собственные минеральные виды (фазы). Например, рубидий и стронций сопоставимы по содержанию в геологических объектах (оба редкие элементы), но рубидий – рассеянный элемент, а стронций таковым не является. Понятно, что такие минералогическо-геохимические терминологические «тонкости» просто ускользнули от внимания диссертанта, не работающего в данной области.

Возникли и другие замечания геологического толка к ряду утверждений диссертанта. В обосновании актуальности темы исследования бросается в глаза фраза, что «все богатые месторождения уже разработаны...». Извините, но это совсем не так. Во-первых, про месторождения «богатые» не говорят, а крупные и уникальные месторождения (по современным классификациям) продолжают открывать и в настоящее время. «Разработаны» – применительно к месторождениям это синоним «введены или готовы к эксплуатации». Автор, наверно, подразумевал «выработаны» или «истощены». Более уместным было бы утверждение, что «значительная часть крупных и уникальных месторождений (*таких-то металлов и/или полезных компонентов*) уже выработаны ...».

Диссертант в третьей главе наряду с кварцем упоминает адуляр. Последний не является строгим минералогическим термином, а скорее – неофициальное ювелирно-торговое название калиевого полевого шпата (ортоклаза). В этой же главе присутствует фраза, что «подтверждена гипотеза о минерализации Au, Pt, Ir, Re, Pd в импактных породах». Оппоненту эта фраза непонятна. То ли речь идет о том, что перечисленные элементы не рассеяны в породе, а образуют свои минеральные фазы. То ли подразумевается, что вместо самородной формы эти элементы стали изоморфно входить в другие минеральные виды. Может, речь идет о том, что при импактогенезе возникают значимые концентрации упомянутых элементов, ранее отсутствовавшие в породах мишени. Все эти предположения реализуются в результате различных природных процессов, и читатель работы вынужден гадать, о чем идет речь. Вообще-то, термин минерализация используют в основном применительно к природным водам, гидротермальным растворам и флюидам, а не к химическим элементам.

Сделанные замечания, по мнению оппонента-геохимика, вызваны тем, что диссертант, не являясь геологом по образованию, вынужден оперировать терминологией из области Наук о Земле. Данные «несуразности» несколько влияют на общее впечатление от рассматриваемой работы, но следует признать, что они не затрагивают фундаментальных научных выводов, сделанных в диссертации, и могут быть устранены в дальнейшей работе.

Рассматриваемая диссертационная работа В.Г. Зиновьева направлена на решение фундаментальной и актуальной научной проблемы. Автор продемонстрировал высокую квалификацию и способность успешно решать разносторонние вопросы и проблемы экспериментальной физики, в области нейтронных и радиохимических методик. Несмотря на частные замечания, все защищаемые положения диссертационной работы в полной мере обоснованы оригинальным прецизионным фактическим материалом, полученным в ходе многолетних исследований автора. Основные результаты диссертационного исследования раскрыты в публикациях автора (25 статей в рецензируемых журналах) в ведущих отечественных (из списка ВАК) и зарубежных научных журналах, перечисленных в списке опубликованных работ по теме диссертации.

Таким образом, диссертационная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Зиновьев Владимир Георгиевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.2. – приборы и методы экспериментальной физики.

Официальный оппонент – доктор геолого-минералогических наук, доцент, главный научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук (ИГГД РАН), г. Санкт-Петербург, 199034, наб. Макарова, 2, тел. +7-921-6508570, skublov@yandex.ru

Скублов Сергей Геннадьевич

Я, Скублов Сергей Геннадьевич, согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

5

ПОДПИСЬ <i>Скублов СГ</i> ЗАВЕРЯЮ
Пом. директора ИГГД РАН
<i>Новакелер</i> (подпись)
"06" сентября 20 21г.