

ОТЗЫВ

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

Актуальность темы. Тематика, развитая Зиновьевым В.Г. в представленной диссертации, безусловно, является актуальной, так как направлена на развитие более чувствительных методов аналитического контроля качества сырья и готовых изделий. В основе развиваемых методик лежит такой важный ядерно-физический метод недеструктивного многоэлементного анализа, как нейтронно-активационный анализ. Усиливает актуальность темы диссертационной работы и её практическая направленность, и возможный большой экономический эффект. Актуальность данного научного направления подтверждается и тем, что в настоящее время оно динамично развивается как в России, так и за рубежом. В связи с этим актуальным является развитие и аппаратного и методического обеспечения исследовательского комплекса и дополнение его рядом радиохимических методик.

Диссертация Зиновьева В.Г. **посвящена** развитию важнейшего с практической точки зрения комплекса спектрометрических и радиохимических процедур для эффективного исследования состава геологических образцов и высокочистых материалов.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав с выводами к каждой главе, заключения, списка сокращений и условных обозначений и списка использованной литературы из 191 наименования. Общий объем диссертации составляет 248 страниц машинописного текста, включая 97 таблиц и 173 рисунка.

Первая глава посвящена рассмотрению методических особенностей и эффективности применения расчетных методов при проведении нейтронно-активационного анализа (НАА). **Вторая глава** носит полностью методический характер и посвящена спектрометрии нейтронного и гамма-излучения в НАА и

успешному тестированию предложенной математической модели процесса облучения большого образца (багажа авиапассажиров) быстрыми, генераторными нейтронами с регистрацией аналитического гамма-излучения N, O и C.

Третья глава посвящена результатам сравнительных массспектрометрических и нейтронно-активационных исследований элементного состава геологических образцов. Целью исследования является оптимизация методик определения низких содержаний редких и рассеянных элементов, в том числе Pt, Re, Pd, Ir, Au и Ag в углеродистых аргиллитах, импактных породах и сланцах. Показана возможность применения предлагаемых методик для определения следовых количеств определяемых элементов в геологических образцах с помощью высокочувствительных методов анализа, таких как: массспектрометрии с индуктивно связанный плазмой и нейтронно-активационного анализа.

В четвертой главе приводится подробное описание предложенных автором методик радиохимического НАА и рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) высокочистых материалов с сильно активирующейся матрицей. Фактически автор продемонстрировал, что предложенные методики приближаются к области следовой аналитики. Возможности предложенных методик продемонстрированы на образцах различного состава.

Пятая глава диссертации стоит особняком и посвящена результатам исследований выполненных в нейтринной лаборатории для поиска нейтринных осцилляций на расстоянии 6–12 м от активной зоны реактора.

Оценка новизны и практическая значимость. Научная новизна диссертации заключается в том, что соискателю удалось:

- измерить температуру нейтронов, что позволило точнее рассчитать величину отношения плотностей эпитепловых и тепловых нейтронов. Эти результаты позволили увеличить точность абсолютных методик ИНАА,
- предложен новый подход для расчета сечений ядерных реакций радиационного захвата, деления, упругого и потенциального рассеяния, при этом расчет выполнен с учетом резонансной интерференции и изменения формы резонансных линий от температуры и проведены модельные расчеты спектров γ -

излучения в результате неупругого рассеяния нейтронов на ядрах атомов химических элементов, характерных для взрывчатых веществ,

- измерен вклад продуктов деления ^{235}U и ^{239}Np в результате радиохимического анализа чистого U,
- экспериментально установлено, что γ -квант из распада без отдачи изомерного уровня в основное состояние может многократно рассеиваться на резонансных ядрах образца.

Практическая значимость работы, как уже отмечалось при рассмотрении актуальности темы, состоит в разработке эффективных методик, направленных на расширение возможностей нейтронных исследований для эффективного физико-химического анализа состава вещества. Зиновьевым В.Г. предложена методика, и впервые, измерено трехмерное распределение взрывчатых веществ в больших объектах с разрешением ± 2.5 см и вероятностью обнаружения 90%. Проведенные автором исследования по кинетике сорбции, ионообменного хроматографического поведения элементов на выбранных сорбентах, позволили определять равновесные параметры ионообменного выделения таких важных с практической точки зрения элементов, как Au, Ag, Pt, Pd, Ir, Re. Этот результат является существенным вкладом в дальнейшее развитие такого важного в аналитической химии раздела как ионная хроматография и её возможностей для практических применений. Обнаружена зависимость периода полураспада мессбауэровского изомера $^{161\text{m}1}\text{Dy}$ ($T = 300$ К) в кристаллической решётке $^{160}\text{Gd}_2\text{O}_3$ от числа стабильных ядер ^{161}Dy из его ближайшего окружения. Автором показано что, имеет место многократное резонансное рассеяние внутри образца испущенных без отдачи гамма-квантов в результате распада мессбауэровских изомерных состояний ($^{161\text{m}1}\text{Dy}$). При этом происходит резонансное возбуждение стабильных ядер ^{161}Dy , окружающих излучающие ядра, с последующим распадом вновь образованных изомерных ядер по конверсионному и гамма-каналам. Это явление необходимо учитывать и при проведении мессбауэровских исследований с обогащенными по резонансному изотопу образцами.

В диссертации показано, что **достоверность** результатов предлагаемых методик обеспечена применением современных апробированных физико-химических методов исследования, доказавших свою эффективность во многих

мировых центрах. Высокая достоверность получаемых результатов подтверждается и проведением межлабораторных сравнительных исследований состава геологических образцов с аттестованными методиками.

Замечания по диссертационной работе

При общей высокой оценке работы, следует отметить некоторые её недостатки, как по форме, так и по содержанию:

1. Процесс сорбции гадолиния на сорбente С100 описывается моделями кинетики химической реакции псевдопервого и псевдовторого порядка. Это означает, что химическая реакция участвует в процессе сорбции. Лимитирует ли химическая реакция процесс сорбции?
2. В Таблице 5.23 – «Термодинамические параметры сорбции Gd^{3+} в системе С100 – H_2O » два раза указано значение изменение энергии Гибса ΔG_0 $kДж\cdotмоль^{-1}$ при одной и той же температуре 50° С. Если это были независимые измерения изменения энергии Гибса ΔG_0 при разных условиях, это надо было, указать в тексте. Если это были параллельные измерения, то их нужно было усреднить и указать одно значение.
3. При исследовании влияния окружения атомов, содержащих резонансные ядра, на вероятность перерассеяния кванта гамма-излучения в процессе распада без отдачи первого изомерного уровня ^{161m}Dy был построен график зависимости изменения наблюдаемого периода полураспада изомера ^{161m}Dy от массы стабильной добавки $^{161}Dy_2O_3$. Ни в подписи к рисунку ни в тексте не указана масса облученной мишени Gd_2O_3 использованной в эксперименте.
4. Нет определения термина «фактор очистки».
5. Нет определения периода полусорбции.

В целом работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а отмеченные замечания не снижают её положительной оценки.

Автореферат полностью соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа Зиновьева Владимира Георгиевича «Развитие нейтронных и радиохимических методик определения редких рассеянных элементов в геологических образцах, исследования состава и его влияния на свойства высокочистых материалов», соответствует паспорту специальности 1.3.2

– «Приборы и методы экспериментальной физики», выполнена на высоком научно-техническом уровне, актуальна, обладает новизной и существенной практической ценностью.

Работа соответствует профилю диссертационного совета, паспорту заявленной специальности (п. 2, 5, 7, 8) и требованиям, предъявляемым ВАК Министерства образования и науки РФ к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» в редакции, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 с изменениями от 21.04.2016 г. № 335), а её автор Зиновьев Владимир Георгиевич, - достоин присвоения учёной степени доктора технических наук, по специальности 1.3.2. – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Официальный оппонент:

Семенов Валентин Георгиевич
доктор физико-математических наук,
по специальности 01.04.01 - Приборы и методы экспериментальной физики,
профессор, Институт химии, Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет»,

Телефон: +7 951 684 15 37

E-mail: val_sem@mail.ru.

«20» сентября 2021 г.


Семенов Валентин Георгиевич



Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте СПбГУ по адресу
<http://spbu.ru/science/expert.html>

Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей