

Отзыв официального оппонента на диссертацию Дмитриева Андрея Юрьевича «Разработка автоматизированного комплекса для массового многоэлементного нейтронного активационного анализа на реакторе ИБР-2 ЛНФ ОИЯИ», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Актуальность темы диссертационной работы.

Нейтронно- активационный анализ (НАА) является одним из старейших методов определения ультранизких концентраций элементов в разнообразных объектах. Особенности метода хорошо изучены, включая источники возможных погрешностей как на этапе облучения пробы нейтронами, так и при проведении гамма-спектрометрических измерений. НАА в настоящее время часто используется как в качестве арбитражного метода, а также для проведения неdestructивного (инструментального) анализа больших партий образцов, например, объектов окружающей среды. Очевидно, что обеспечения высокой производительности определений и качества аналитических результатов невозможно без глубокой автоматизации и компьютеризации метода. Справедливости ради, надо отметить, что компьютеризация гамма-спектрометрии была начата еще в конце 60-х годов, когда появились полупроводниковые детекторы высокого разрешения и миникомпьютеры. Этому способствовало и то, что гамма-спектрометры изначально записывали информацию в цифровом виде, что выгодно отличало их от других спектрометров. В 70-80-е годы начались работы и по автоматизации активационного анализа, в том числе и в СССР. Здесь можно сослаться на работы сотрудников ВНИИРТа и других организаций (см., например, книгу И.Н.Иванов, В.Н.Иванец, В.В.Филиппов. Автоматизация активационного анализа, Энергоатомиздат, М., 1985 г., 128 с.). После аварии на ЧАЭС, появления и развития конкурирующих методов элементного анализа (прежде всего, масс-спектрометрии и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой) использование активационного анализа начало сокращаться. Хотя для многих приложений метод остается непревзойденным по производительности и пределам обнаружения. Сейчас метод в основном практикуется при ядерных центрах, как в РФ, так и за рубежом. За прошедшее время в области развития программных

технологий, лабораторной робототехники наблюдается значительный прогресс. В этой связи, автоматизация на современном уровне НАА в аналитических центрах, имеющих прямой доступ к ядерному реактору или ускорителю приобретает особое значение. Поэтому, тема диссертационной работы Дмитриева А.Ю., несомненно, актуальна.

#### Обоснованность научных положений, выводов

Обоснованность и достоверность диссертационной работы основана на том, что разработанные методы массового многоэлементного НАА и созданный автором диссертации автоматизированный комплекс стали основой проведения НАА в ЛНФ ОИЯИ. Комплекс использован для проведения арбитражных анализов при участии в межлабораторных проектах по оценке качества анализа.

#### Достоверность и новизна полученных результатов

В своей работе диссертант предлагает комплекс методов для организации и проведения массового многоэлементного НАА. На основе предложенных методов был создан и успешно эксплуатируется автоматизированный комплекс, включающий автоматическую систему измерения спектров наведённой активности, базу данных НАА и интерфейс базы данных, а также аппаратурно-программное и программное обеспечение. Разработанный автоматизированный комплекс позволил решить задачу автоматизации НАА и, без сомнений, те решения, которые были найдены при его разработке, отличаются научной новизной и интересны для научного сообщества. Целью же предпринятых разработок является обеспечение качества проведения массового многоэлементного анализа на реакторе ИБР-2 ЛНФ ОИЯИ, включая значительное снижение случайной и систематической составляющей погрешности анализа..

Особого внимания заслуживает автоматическая система измерения спектров наведённой активности, включающая три одновременно работающих устройства смены образцов ёмкостью 45 штук каждое и управляющее программное обеспечение, обменивающееся информацией с базой данных НАА в автоматическом режиме. Применение этой разработки заметно повышает производительность аналитических работ.

### Значение полученных автором результатов для науки и практики

Предложенный в диссертации Дмитриева А.Ю. аппаратно-программный комплекс может быть использован как лабораториями НАА, заинтересованными в автоматизации анализа, так и другими организациями, занимающимися анализом больших объемов различных образцов. Внедрение автоматической системы позволило создать условия для долговременных массовых измерений спектров наведённой активности без участия человека.

### Общая оценка содержания диссертации

Диссертационная работа изложена на 100 страницах машинописного текста, состоит из Введения, Обзора работ по автоматизации НАА, Основной части (глава 1-2), Заключения и Приложений. Результаты проиллюстрированы 2 таблицами и 34 рисунками. Список литературы содержит 58 ссылок, из них 47 - на зарубежные издания.

Введение излагает актуальность темы исследования, цели и задачи работы, использованных методов при ее проведении, научную новизну, доказательства достоверности результатов, положения, выносимые на защиту, формулировку практической значимости и внедрения результатов, а также свидетельства апробации работы.

Обзор работ по автоматизации НАА, представляет раздел диссертации в котором изложены авторское видение тенденций в области автоматизации НАА, приведены некоторые примеры из практики зарубежных лабораторий по комплексной автоматизации НАА, анализа программного обеспечения, используемого для автоматизации НАА. Обзор заканчивается Заключением, в котором автор делает вывод, что примеров полномасштабной автоматизации и компьютеризации НАА пока не существует, что делает эту задачу актуальной.

Глава 1 диссертации посвящена методическим проблемам при автоматизации массового НАА. В определенной мере эта часть продолжает литературный обзор вариантов стандартизации при проведении количественного НАА, а также в ней представлена информация о развитии схемы массового НАА на реакторе ИБР-2.

Глава 2 диссертации посвящена описанию развития аппаратно-программного комплекса для автоматизации НАА, включая базу данных и разработанное программное и аппаратное обеспечение.

Публикации и апробация. По материалам диссертации опубликовано 4 публикации, 3 из которых – в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ. Результаты работы прошли апробацию на 10 международных и российских научных мероприятиях.

#### Замечания по диссертационной работе.

1. Литературный обзор включает всего 58 ссылок на некоторые (в основном иностранные) статьи, которые, на взгляд оппонента, не дают систематизированной картины состояния исследований области компьютеризации и автоматизации активационного анализа. Почему-то, никак не упомянуто, что большой вклад в эту сферу внесли и наши соотечественники, выполнив передовые для своего времени работы. Например, во ВНИИ радиационной техники (ВНИИРТ) были созданы уникальные проекты по автоматизации активационного анализа, часть из которых представлена в упомянутой выше монографии И.Н. Иванова и др. Вызывает удивление и отсутствие упоминания работ, выполненных в ОИЯИ.

2. Текст диссертации содержит ряд терминологических, смысловых и стилистических погрешностей. Для иллюстрации привожу здесь часть из них:

- следует использовать понятие «масса», а не «вес» (по всему тексту); «был проведён анализ 35 элементов», в данном случае вместо термина «анализ» надо использовать термин «определение» (стр. 23); при проведении анализа используют обычно не стандарт, а образец сравнения. Очень редко вместо образца сравнения используют стандартный образец (стр.34),
- отсутствие необходимости растворения проб при проведении ИНАА вовсе не обеспечивает «высокую точность анализа» (стр.4);
- «Достоверность результатов исследований подтверждается ручной и программной проверкой тестовых данных»- это неверная формулировка. Достоверность измерений доказывается сравнением результатов независимых методов анализа или путем анализа стандартных образцов (стр.10);
- фраза «база данных способствует обеспечению достоверности и надёжности результатов» (стр.26) необоснована. База данных- это хранилище данных анализа, каким образом ее использование обеспечивает достоверность анализа это вопрос.

- строго говоря, понятие «эффективность спектрометра» (стр.31) не точно. Имеются понятия эффективности регистрации пика полного поглощения, либо полной эффективности регистрации пика;
- «Таким образом,  $k_0$ -фактор становится чисто ядерным параметром, характеризующим спектр тепловых нейтронов» (стр.33). Это неверная и неточная фраза, так как  $k_0$ -фактор-это комплекс ядерно-физических констант, а спектр тепловых нейтронов он никак не характеризует.
- «В мировой практике крайне редки случаи наличия базы данных в исследовательских лабораториях» (стр.42). Ну, это в корне неверно. Базы данных сейчас очень часто являются стандартным хранилищем информации в различных аналитических комплексах.
- Имеются и другие неточности, которые указаны на полях диссертации.

3. Автор много говорит о базе данных. На 26 стр. становится ясным, что речь идет об использовании SQL-сервера баз данных. Это реляционная система баз данных, подразумевающая возможность наличия системы связанных таблиц (через ключевые и внешние поля) для объединения сущностей. Автор оперирует сотнями параметров, которые, очевидно, должны существовать в виде полей многотабличной реляционной системы. Структуры базы данных в тексте диссертации не приведено, равно как и слово «реляционный» не упоминается. Значит ли, что автор использует единую таблицу для хранения всех данных? Если это так, то эффективность и гибкость системы хранения невелики.

4. Было бы полезным дать перечень используемых полей базы данных в разработанной системе автоматизации НАА, поместив их, например, в Приложение для того, чтобы избежать ненужной перегрузки основного текста.

Следует отметить, что приведенные замечания не сказываются на положительной оценке работы в целом.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

На основании изложенного считаю, что диссертация Дмитриева Андрея Юрьевича «Разработка автоматизированного комплекса для массового многоэлементного нейтронного активационного анализа на реакторе ИБР-2 ЛНФ ОИЯИ» представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, в которой решены задачи, актуальные для развития приборной базы и экспериментальных методов ядерной физики, успешно использованных для проведения инструментального нейтронно-активационного анализа. По объему выполненных исследований, актуальности, новизне, научной и практической ценности, уровню обсуждения результатов, надежности и достоверности основных выводов кандидатская диссертация Дмитриева Андрея Юрьевича соответствует требованиям п.9 постановления Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г. «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Официальный оппонент:

Зам. директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Института геохимии и  
аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук,  
зав. лабораторией методов анализа и исследования веществ и материалов,  
доктор химических наук, профессор  
Колотов Владимир Пантелеймонович



Адрес: 119991, ГСП-1, Москва В-334, ул. Косыгина, д. 19

Тел.: 8 (499) 137-04-86

E-mail: [kolotov@geokhi.ru](mailto:kolotov@geokhi.ru)



Подпись руки Колотова В.И.  
Удостоверяю  
Зав. канцелярией ГЕОХИ РАН  
6