



УТВЕРЖДАЮ

ВРИО директора ИЯИ РАН

Л.В.Кравчук

2014 года

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт ядерных исследований Российской академии наук
на диссертационную работу Курилика Александра Сергеевича
«Определение атомного номера вещества объектов по ослаблению пучков
фотонов с энергиями до 10 МэВ», представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – «физика
атомного ядра и элементарных частиц».

Диссертация Курилика А.С. посвящена экспериментальному исследованию взаимодействия фотонов с веществом в области энергий ниже энергии связи нуклона в ядре с целью определения зарядового числа вещества исследуемого объекта. Эта проблема имеет большое значение для различных приложений, включая дефектоскопию, обеспечение безопасности и предотвращения терроризма, неразрушающий контроль грузов и транспортных средств.

Возможность определения атомного номера вещества обусловлена различной энергетической зависимостью полных сечений взаимодействия фотонов с атомами разных химических элементов. Измерив прозрачности образцов с известной толщиной и плотностью при двух разных энергиях фотонов и сопоставив их с известными зависимостями, можно сделать вывод об атомном номере исследуемого вещества. В случае композитных материалов измеряется эффективный атомный номер.

Основной целью работы является определение оптимального числа и значений энергии фотонов, при которых достигается максимальная точность идентификации вещества по атомному номеру.

Таким образом, актуальность, новизна, научная и практическая ценность работы не вызывают сомнения.

Личный вклад автора состоит в том, что он разработал комплекс программ, который был использован при моделировании и обработке данных, проведены эксперименты по просвечиванию тестовых объектов пучками тормозного излучения, а также гамма-квантами от радиоактивных источников. Автор показал области применимости различных методов. Автор показал преимущество метода, использующего три энергии.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Среди наиболее важных результатов диссертации можно выделить следующие:

1) Для определения атомного номера вещества посредством сравнения величин ослабления пучков монохроматических фотонов целесообразно использование не более четырех значений энергии фотонов. Показана необходимость

использования не менее трех энергий фотонов для однозначного определения атомного номера Z .

2) Показано, что при использовании радиоактивных изотопов Cs-137 и Co-60 в качестве источников монохроматических фотонов, отношение логарифмов прозрачностей для различения веществ с $Z < 5$ необходимо измерять в 100 – 1000 раз точнее, чем для различения веществ с $Z > 40$.

3) Впервые проведено экспериментальное измерение атомного номера вещества тестовых образцов посредством сравнения величин ослабления пучков тормозного излучения при четырёх энергиях ускорителя электронов с перестраиваемой энергией. Результаты эксперимента подтверждают необходимость использования как минимум трех энергий ускорителя электронов.

4) Впервые определены области атомных номеров Z и величин ослабления $1/K$ объектов, в пределах которых, при просвечивании тормозным излучением при двух энергиях ускорителя электронов, атомный номер измеряется однозначно.

5) Проведено сравнение методов, использующих тормозное излучение с двумя и тремя энергиями. Впервые показана возможность однозначного измерения атомного номера объектов при просвечивании тормозным излучением при трёх энергиях ускорителя электронов.

6) Впервые получены оптимальные значения энергий ускорителя электронов для методов с двумя и тремя энергиями, при которых достигается наилучшая точность измерения атомных номеров посредством сопоставления измеренных величин ослабления тормозного излучения.

Указанные выше результаты имеют важное значение для проектирования, разработки или модернизации интроскопических установок, которые могут быть использованы для решения важных прикладных задач.

Диссертация не лишена недостатков:

1. Приведенный обзор по существующим гамма-источникам, используемым для дефектоскопии и распознаванию различных материалов, не является полным. В частности, отсутствует информация о гамма-источниках, получаемых на фемтосекундных лазерах методом обратного комптоновского рассеяния, которые все активнее применяются в мире ввиду их уникальных характеристик, об аннигиляционных источниках и др.

2. При формулировке первого вывода утверждается, что известные атомные процессы (фотоэффект, комптоновское рассеяние и рождение пар) можно отнести к фотоядерным процессам. И тут же автор отмечает, что «кроме того, с меньшей вероятностью могут происходить релеевское рассеяние и фотоядерные взаимодействия», вероятно забыв о том, что существуют еще томсоновское рассеяние и другие процессы взаимодействия фотонов с веществом.

3. Из текста диссертации не совсем ясно, как решается задача определения заряда и атомного номера вещества при условии неизвестной толщины и плотности образца. Отсутствует анализ влияния геометрии измерений, которая для точного определения прозрачности образца должна определяться высокой степенью коллимации пучка после его прохождения через образец.

Указанные недостатки незначительно снижают общую высокую оценку диссертации. В целом работа выполнена на высоком научном уровне и содержит значительное количество новых научных результатов. Диссертация А.С.Курилика представляет собой законченное исследование, имеющее большое значение для рассматриваемой области физики. Полученные результаты представляют интерес для таких научных организаций России, как ФИАН, ИЯИ РАН, НИЯУ МИФИ,

НИИЯФ МГУ, а также могут быть использованы для решения важных прикладных задач.

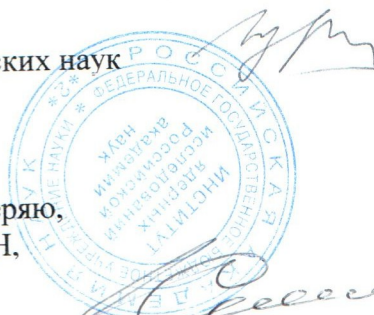
Результаты диссертации полно отражены в публикациях автора. Основные результаты по теме диссертации изложены в 15 печатных работах, 5 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК. Полный объем диссертации составляет 111 страниц текста с 70 рисунками и 12 таблицами. Список литературы содержит 106 наименований.

Автореферат достаточно полно и правильно отражает содержание диссертации.

Диссертация удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук, и ее автор, Курилик А.С. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – «физика атомного ядра и элементарных частиц».

Отзыв обсуждён и одобрен 19 июня 2014 г. на общем семинаре лаборатории фотоядерных реакций ИЯИ РАН.

Отзыв составил
зав. сектором ИЯИ РАН,
доктор физико-математических наук



Г.М.Гуревич

Подпись Г.М.Гуревича заверяю,
ученый секретарь ИЯИ РАН,
к.ф.-м.н.

А.Д. Селидовкин