

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

**доктора физико-математических наук, заместителя директора по научной работе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт ядерных
исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН)**

Фещенко Александра Владимировича

(Адрес: 117312, г.Москва, проспект 60-летия Октября, д.7а. Телефон: 8(495)851-09-70, 8(495)851-00-62. Эл. почта: feschenk@inr.ru)

на диссертацию Кудашкина Ивана Васильевича

**«РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ И
МОНИТОРИРОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ И ВЫВЕДЕННЫХ ПУЧКОВ
УСКОРИТЕЛЯ НУКЛОТРОН»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

В настоящее время ускорители заряженных частиц находят применение не только в области ядерной физики и физики элементарных частиц, но и в медицине, промышленности и других прикладных областях. Диссертация Кудашкина Ивана Васильевича посвящена актуальной проблеме – разработке, созданию и применению современных систем диагностики и мониторинга пучков заряженных частиц, получаемых на ускорителях. Проблема диагностики пучков стоит практически всегда и так или иначе решается на всех ускорителях. В настоящее время достаточно просто решаются задачи диагностики относительно интенсивных пучков, когда информация о пучке получается посредством создаваемого им электромагнитного поля. Для низких интенсивностей, когда частицы могут регистрироваться в счетном режиме, проблема измерения интенсивности также стоит не слишком остро. Имеется, однако, некоторый промежуточный диапазон, когда применение обоих указанных подходов не дает желаемого результата. Для ускорителя Нуклотрон такая проблема существует при ускорении менее 10^8 частиц в цикле. Пучки таких интенсивностей необходимы для исследований в области радиобиологии, исследованиях радиационной стойкости электронных компонентов и изделий электронной техники, экспериментах по облучению мишеней из тяжелых элементов и иных целей. Подобные проблемы диагностики существуют и при ускорении некоторых типов тяжелых ионов, когда получение более высоких интенсивностей затруднено. Автором решается задача создания систем

диагностики именно для этого диапазона интенсивностей, поэтому актуальность темы исследований не вызывает сомнений. В диссертации представлен детектор циркулирующего пучка Нуклотрона на основе ионизации остаточного газа с использованием микроканальных пластин, а также система мониторинга выведенного из Нуклотрона пучка ускорительного комплекса ЛФВЭ ОИЯИ для прикладных исследований. Из текста диссертации видно, что все описанные устройства и детекторы прошли опытную эксплуатацию и использовались в разнообразных исследованиях на пучках ускорительного комплекса ЛФВЭ ОИЯИ.

Следует отметить, что большинство методов и подходов, которые применены автором, были разработаны ранее и хорошо известны. Автор диссертации изучены и критически проанализированы известные достижения других авторов в рассматриваемой области. Список литературы содержит 59 наименования, в том числе 10 публикаций с участием автора. Заслуга автора состоит в том, что им были выбраны и использованы оптимальные для решения поставленной задачи методы и подходы, созданы не только отдельные устройства, но и целая система диагностики, включая механическую, электронную и программную части вплоть до интеграции разработанной системы в систему контроля Нуклотрона.

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, приложения и списка литературы. Полный объем диссертационной работы 88 страниц.

Во введении сформулированы цели работы, обоснована их актуальность и научная новизна, описана практическая значимость полученных результатов и личный вклад диссертанта, перечислены положения, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации достаточно полно представлен обзор литературы по детекторам, работающим на основе регистрации компонентов ионизации остаточного газа в вакуумной камере ускорителя.

Во второй главе приводится описание созданной системы с использованием ионизации остаточного газа и микроканальных пластин для неразрушающей диагностики циркулирующего пучка Нуклотрона. Описана конфигурация и конструкция созданного детектора. Изложена методика и результаты лабораторных испытаний на вакуумном стенде с использованием источника α -частиц, а также испытаний на пучке ускорителя. Приведены результаты измерений профиля и относительной интенсивности циркулирующих ионных пучков дейтронов, углерода, аргона и др. в процессе ускорения от момента инъекции пучка до его вывода из Нуклотрона. Следует отметить, что автор

представляет обоснованные объяснения поведения экспериментальных зависимостей как с точки зрения поведения пучка в ускорителе, так и свойств самого детектора. Необходимо подчеркнуть, что представленные результаты демонстрируют существенное расширение возможностей диагностики пучков в процессе ускорения и особенно актуальны в связи с планируемым ускорением тяжелых ионов на ускорительном комплексе ЛФВЭ ОИЯИ.

Третья и четвертая главы диссертации также посвящены проблемам измерения параметров пучков низкой интенсивности, но носят и самостоятельный характер. В них представлены результаты работы по проектированию, созданию и испытаниям двух систем мониторинга и диагностики выведенных пучков для прикладных исследований. В третьей главе достаточно подробно описан облучательный стенд для радиационных испытаний компонентов электронной техники. Помимо механической части существенное внимание уделено электрической части и системе контроля. Описана разработанная методика подготовки стенда к работе, а также методика настройки требуемых параметров выведенного пучка. Приведены результаты измерений параметров пучка в нескольких циклах облучений.

В четвертой главе представлена система диагностики выведенного пучка Нуклотрона для проведения экспериментов коллаборации «Энергия + Трансмутация». Проведено экспериментальное сравнение и калибровка различных диагностических устройств, входящих в состав системы мониторинга выводимого на данный эксперимент пучка. Изучена зависимость чувствительности ионизационной камеры от энергии пучка, показано хорошее совпадение экспериментальных и расчетных данных. В диссертации убедительно показана востребованность созданной системы для повышения качества проводимых экспериментов коллаборации. В работе продемонстрирована оригинальная методика использования секционированной ионизационной камеры, позволяющая одновременно проводить измерение абсолютной интенсивности пучка и контролировать его пространственные характеристики.

Диссертация достаточно полно проиллюстрирована графиками реальных экспериментальных измерений. Вынесенные в приложение теоретические расчеты и оценки делают диссертацию удобной для чтения.

В то же время необходимо отметить некоторые недостатки работы:

- 1) При описании системы диагностики облучательного стенда в главе 3, которая, как отмечалось выше, носит самостоятельный характер, не приводится сравнение с

существующими аналогами и с мировым опытом диагностики пучков на подобных стендах.

- 2) При анализе точности пространственных измерений положения пучка недостаточно подробно описаны физические ограничения и возможности данной методики. Указано только, что точность измерений положения центра тяжести пучка зависит от точности позиционирования центра камеры (стр. 66-67, рис. 4.4 и рис. 4.5).
- 3) На стр. 27 при описании результатов калибровки детектора по α -частицам на стенде не ясна фраза «длительность переднего фронта не зависит от напряжения и составляет менее 1 нс, что обеспечивает временное разрешение шевронной сборки МКП на уровне 100 пс».
- 4) Терминология. На стр. 55 и подписи к рис. 3.13 двумерное поперечное распределение интенсивности в пучке называется профилем, хотя профиль – это проекция такого распределения на одну из координат. На стр. 15 «...ионы ... приобретают разную порцию энергии».
- 5) Имеется ряд явных описок. Например: «состава газа остаточного газа» (стр.9), «Шведции» вместо «Швеции» (стр. 13), «RICH» вместо «RHIC» (стр. 16), «В последствие» вместо «Впоследствии» (стр. 57) и ряд других.

Тем не менее, отмеченные замечания отнюдь не умаляют значения диссертационной работы и не влияют на основные выводы.

Оценивая диссертацию в целом, можно утверждать, что автор овладел методами создания и эксплуатации разнообразных систем диагностики как внутренних, так и выведенных пучков ускорителя, что подтверждает его высокую научную квалификацию. Диссертационная работа представляет собой законченное научно-техническое исследование и имеет большое значение для развития диагностики пучков в ускорителях. Основные положения и выводы, сформулированные в диссертации, достаточно обоснованы и достоверны, что подтверждается успешной работой разработанных систем в сеансах Нуклотрона, а также хорошим совпадением результатов измерений с аналогичными результатами, полученными с помощью других детекторов.

Результаты диссертационной работы представлены в 10 печатных работах, три из которых опубликованы в рецензируемых журналах по списку ВАК. Результаты докладывались автором на международных конференциях, конференциях молодых ученых ОИЯИ, научных семинарах ОИЯИ. Основные положения диссертации также были

доложены автором на научном семинаре Отдела ускорительного комплекса Института ядерных исследований РАН в декабре 2015 г. и получили положительную оценку.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Таким образом, диссертационная работа отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Кудашкин Иван Васильевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – "Приборы и методы экспериментальной физики".

Официальный оппонент:

заместитель директора по научной работе ИЯИ РАН,
доктор физико-математических наук

Фещенко А.В.

«28» 04 2016 г.

Подпись официального оппонента заверяю,

Ученый секретарь ИЯИ РАН



А.Д.Селидовкин