

УТВЕРЖДАЮ

Директор Лаборатории физики высоких энергий

им. В.И. Векслера и А.М. Балдина

В.Д. Кекелидзе

«09» ноября 2015 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно-технического совета

Лаборатории физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина

Объединенного института ядерных исследований

Диссертация «Разработка и создание устройств систем диагностики и мониторинга внутренних и выведенных пучков ускорителя Нуклотрон» выполнена в Лаборатории физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина. В период подготовки диссертации Кудашкин Иван Васильевич работал в Лаборатории физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина в должности инженера и, начиная с 2014 года, в должности начальника группы № 2 сектора № 3 Научно-экспериментального отдела физики тяжелых ионов на ЛНС. В 2010 году закончил Московский институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет) по специальности «электроника и автоматика физических установок». В 2013 году закончил аспирантуру Учебно-научного центра ОИЯИ. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2013 году Учебно-научным центром ОИЯИ. Научный руководитель А.А. Балдин, доктор физико-математических наук, работает в Лаборатории физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина в должности начальника сектора № 3 Научно-экспериментального отдела физики тяжелых ионов на ЛНС.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

В диссертации представлена разработка, создание и результаты испытаний систем диагностики и мониторинга внутренних и выведенных пучков Нуклотрона. Данные работы были проведены в период с 2010 по 2015 года на ускорительном комплексе ЛФВЭ ОИЯИ. Работы по созданию прототипа облучательного стенда, описанные в диссертации, выполнены в рамках договора между ОИЯИ и ОАО «ОРКК» на основе Государственного Контракта № 752-К547/12 с Федеральным космическим агентством. Разработка и создание системы диагностики выведенного пучка в измерительном павильоне ускорительного комплекса ЛФВЭ были выполнены в рамках коллаборации «Энергия+Трансмутация» и частично поддержана грантом РФФИ № 14-02-00896.

Актуальность задачи:

Одной из важнейших задач, решаемых на любом ускорительном комплексе, является разработка и создание современных систем диагностики и мониторинга пучков. В рамках реализации проекта NICA и экспериментов с выведенными пучками ускорительного комплекса Нуклотрон (ЛФВЭ ОИЯИ) была поставлена задача по созданию новых детекторов для диагностики и мониторинга внутренних (циркулирующих) и выведенных пучков.

На Нуклотроне проводится широкий спектр фундаментальных и прикладных исследований с пучками ионов разного сорта (в том числе и тяжелых ионов) в диапазоне интенсивностей от единиц до 10^{11} частиц за цикл ускорения. Для работы на максимальных проектных интенсивностях на Нуклотроне существует система диагностики пучка, разработанная и созданная на период пуско-наладочных работ, которая позволяет настраивать ускоритель при интенсивности свыше 10^8 однозарядных ионов. Для ряда фундаментальных и прикладных исследований (таких как исследования в области радиобиологии, изучение радиационной стойкости электронных компонентов и др.) требуется настройка и работа ускорителя при интенсивностях существенно меньших максимальных проектных. Решение этой актуальной проблемы является одной из задач диссертационной работы.

Востребованным и актуальным направлением в области прикладных исследований с пучками релятивистских ионов является изучение радиационной стойкости изделий электронной техники и исследование влияния ионизирующих излучений на биологические объекты. Разработка, создание и пучковые испытания прототипа специализированного облучательного стенда для прикладных исследований является составной частью диссертационной работы.

На выведенных пучках Нуклотрона в рамках проекта «Энергия+Трансмутация» традиционно проводятся уникальные эксперименты по облучению протяженных мишеней из тяжелых элементов. Опыт проведения таких исследований показал необходимость создания для них новых современных систем диагностики и мониторинга пространственно-временных характеристик выведенных пучков. Разработке, созданию, пучковым испытаниям и вводу в эксплуатацию новой системы мониторинга выведенных пучков посвящена еще одна часть диссертационной работы.

Описанные в диссертации работы объединены общей актуальной задачей – создание систем синхронного измерения и контроля пространственно-временных характеристик пучков в процессе ускорения, вывода и транспортировки до потребителя в режиме реального времени.

Новизна и практическая значимость работы:

Разработана, испытана и введена в эксплуатацию система неразрушающей диагностики циркулирующих пучков Нуклотрона на основе МКП. Данная система используется для регистрации динамического профиля и относительной интенсивности пучка и позволяет в режиме реального времени контролировать и настраивать циркуляцию и ускорение низкоинтенсивных пучков от момента инъекции пучка в ускоритель до вывода пучка потребителю.

Разработанный прототип дистанционно управляемого облучательного стенда позволил провести исследования по воздействию ионов на работу изделий электронной техники. Стенд расположен в непосредственной близости от места вывода пучка из Нуклотрона, что обеспечивает минимизацию вещества на пути пучка до облучаемых образцов. Система позиционирования и диагностики выведенных пучков ионов позволяет проводить облучения образцов на площади $200 \times 200 \text{ мм}^2$ с контролем интенсивности и пространственно-временных характеристик пучка в режиме реального времени.

Созданная система мониторинга выведенных пучков на основе ионизационных камер и сцинтилляционных счетчиков для экспериментов коллаборации «Энергия+Трансмутация» позволяет измерять абсолютную интенсивность выведенных пучков с точностью 10 %, контролировать временную структуру пучка и регистрировать положение центра тяжести выведенного пучка с точностью 1 мм в режиме реального времени. Использование данной системы позволило получить принципиально новые экспериментальные данные при облучении большой (500 кг) урановой мишени пучками релятивистских ядер.

Научно-технический совет ЛФВЭ ОИЯИ отмечает следующие, наиболее важные, работы по данной диссертации, в выполнение которых И.В. Кудашкин внёс определяющий вклад:

Разработка системы высоковольтного питания детектора на основе МКП; испытания детектора на основе МКП на вакуумном стенде; разработка ПО для системы сбора и визуализации данных системы мониторинга циркулирующего пучка; определение поправочных функции показаний МКП-детектора для вычисления относительной интенсивности циркулирующих пучков; разработка и испытание электротехнической части системы позиционирования образцов и детекторов прототипа облучательного стенда; разработка и создание 16-ти канального сцинтилляционного годоскопа и тонких сцинтилляционных счетчиков системы мониторинга выведенных пучков.

Диссертация И.В. Кудашкина представляет собой законченное научное исследование, содержащее новые впервые полученные результаты, имеющие высокое значение для развития ускорительного комплекса ЛФВЭ и для проектирования и создания систем диагностики пучков современных синхротронов. Актуальность, новизна и достоверность полученных результатов и выводов не вызывает сомнений. Описанные в диссертации системы диагностики прошли успешную апробацию на пучках Нуклотрона в восьми сеансах с 2011 по 2015 гг. Поставленные перед соискателем задачи успешно выполнены. Основные результаты, изложенные в диссертации, опубликованы в 10 печатных работах (3 из них в рецензируемом журнале из списка, рекомендованного ВАК), а также докладывались и обсуждались автором на международных конференциях, школах, а также на семинарах и рабочих совещаниях ЛФВЭ.

Основные результаты диссертационной работы докладывались автором:

на XXI и XXII международных конференциях по «Релятивистской ядерной физике и квантовой хромодинамике» (Baldin ISHEPP) в г.Дубна (2012 и 2014 гг.), на XV, XVI и XVII научных конференциях молодых ученых и специалистов ОИЯИ в г.Дубна (2011 – 2013 гг.), на II школе-конференции молодых ученых и специалистов в г.Алушта (2013 г.),

неоднократно обсуждались на научных семинарах в Объединенном Институте Ядерных Исследований.

Содержание диссертации отражено в следующих работах:

1. *Балдин А.А., Берлев А.И., Кудашкин И.В., Федоров А.Н.* Детектор на основе микроканальных пластин для контроля пространственно-временных характеристик циркулирующего пучка Нуклотрона. // Письма в ЭЧАЯ. 2014. Т.11. № 2(186). С. 209-218.
2. *Балдин А.А., Берлев А.И., Броднова В., Бутенко А.В., Кудашкин И.В., Федоров А.Н.* Прототип облучательного стенда для прикладных исследований на выведенных пучках ускорительного комплекса Нуклотрон // Письма в ЭЧАЯ. 2015 (принято к публикации).
3. *Балдин А.А., Берлев А.И., Васильев С.Е., Вишневский А.В., Владимирова Н.М., Кудашкин И.В., Маканькин А.М., Параипан М., Тютюнников С.И.* Мониторирование выведенных пучков ускорительного комплекса Нуклотрон для экспериментов «Энергия + Трансмутация» // Письма в ЭЧАЯ. 2015 (принято к публикации).
4. *Baldin A.A., Berlev A.I., Fedorov A.N., Kudashkin I.V.* The MCP-based system for monitoring space-time characteristics of the Nuclotron circulating beam // Proceedings of Science (Baldin ISHEPP XXI). Dubna, 2012.
5. *Furman W. et al. (E+T Collab.)* Recent results of the study of ADS with 500 kg natural uranium target assembly QUINTA irradiated by deuterons with energies form 1 to 8 GeV at JINR Nuclotron // Proceedings of Science (Baldin ISHEPP XXI). Dubna, 2012.
6. *Адам И. и др. (E+T коллаб.)* Исследование пространственных распределений реакций деления и радиационного захвата нейтронов в массивной урановой мишени, облучаемой дейтронами с энергией 1-8 ГэВ (установка «КВИНТА»). Препринт ОИЯИ Р1-2012-147. Дубна, 2012. 20 с.
7. *Аверичев А.С. и др.* Итоги 42-го и 43-го сеансов Нуклотрона // Сообщения ОИЯИ Р9-2011-72. Дубна, 2011. 15 с.
8. *Аверичев А.С. и др.* Итоги 44-го и 45-го сеансов Нуклотрона // Сообщения ОИЯИ Р9-2012-108. Дубна, 2012. 41 с.
9. *Кудашкин И.В.* Координатно-чувствительная система диагностики циркулирующего пучка ускорителя Нуклотрон // Труды XV научной конференции молодых ученых и специалистов ОИЯИ. Дубна, 2011. 127 с.
10. *Прокошин А.М. и др.* Измерение характеристик полей вторичных нейтронов при взаимодействии дейтронов релятивистских энергий с массивной урановой мишенью // Труды научной конференции «Развитие идей В.И. Вернадского в современной российской науке». Санкт-Петербург, 2013.

Диссертация Кудашкина Ивана Васильевича «Разработка и создание устройств систем диагностики и мониторингования внутренних и выведенных пучков ускорителя Нуклотрон» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Заключение принято на заседании Научно-технического совета Лаборатории физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина Объединенного института ядерных исследований. На заседании присутствовали **31** член НТС ЛФВЭ из полного состава численностью **39** человек. Результаты голосования: «за» – **31** чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 10 от 03 ноября 2015 года.

Заключение составил
зам. начальника отделения по научной работе
кандидат физ.-мат. наук

 А.О. Сидорин

Председатель НТС ЛФВЭ
доктор физ.-мат. наук



Ю.А. Панебратцев

Ученый секретарь НТС ЛФВЭ
кандидат физ.-мат. наук



С.П. Мерц