

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.016.03
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Г. И.
БУДКЕРА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК, подведомственного Федеральному агентству научных организаций,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 27.12.2016 № 7

О присуждении **Гришняеву Евгению Сергеевичу** ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **"Генератор быстрых нейтронов для калибровки детекторов слабовазимодействующих частиц"** по специальностям **01.04.20 – физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики** принята к защите 07.10.2016 г., протокол № 3 диссертационным советом Д 003.016.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, ФАНО России, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 11, Приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Гришняев Евгений Сергеевич 1987 года рождения, работает младшим научным сотрудником в лаборатории 10 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, ФАНО России.

В 2010 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», г Новосибирск.

Диссертация выполнена в лаборатории 10 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, Федерального агентства научных организаций.

Научный руководитель кандидат физико-математических наук, **Полосаткин Сергей Викторович**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, старший научный сотрудник лаборатории 10.

Официальные оппоненты:

1. **Болоздыня Александр Иванович** – доктор физико-математических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, профессор кафедры экспериментальной ядерной физики и космофизики;
2. **Кашук Юрий Анатольевич** – кандидат физико-математических, Акционерное общество «Государственный научный центр Российской

Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований», г. Троицк, начальник лаборатории.

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Институт сильноточной электроники СО РАН**, г. Томск

в своем положительном заключении, подписанном Орешкиным Владимиром Ивановичем, д.ф.-м.н., в.н.с. отдела высоких плотностей энергии, и Русских Александром Геннадиевичем, к.ф.-м.н., с.н.с. отдела высоких плотностей энергии, указала, что диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а её автор, Евгений Сергеевич Гришняев, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника и 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 13 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 10 работ.

1. Гришняев Е.С., Полосаткин С.В. Определение выхода титановой нейтронообразующей мишени // Атомная энергия - 2012 - т. 113, вып. 5 - с. 267-280

2. S.V. Polosatkin, A.V. Burdakov, E.S. Grishnyaev Erosion of copper target irradiated by ion beam // Известия Высших Учебных Заведений. Физика -2012 - т. 55, № 12-3 – с. 36-39

3. Yu.S. Sulyaev, E.A. Puryga, A.D. Khilchenko, E.S. Grishnyaev et al. Multi-purpose fast neutron spectrum analyzer with real-time signal processing // Nucl. Instrum. and Meth. in Phys. Res. A – 2013 - 720 - p.p. 23-25

4. Е.С. Гришняев, А.Д. Долгов, С.В. Полосаткин, Программа для статистического моделирования рассеяния нейтронов в криогенном детекторе слабовзаимодействующих частиц // Вестник НГУ. Серия: Физика – 2013 - Т. 8, вып. 3 – с. 39-45

5. А. Е. Бондарь, А. Ф. Бузулуцков, А. В. Бурдаков, Е. С. Гришняев и др. Проект систем рассеяния нейтронов для калибровки детекторов тёмной материи и низкоэнергетических нейтрино // Вестник НГУ. Серия: Физика. – 2013 - Т. 8, вып. 3 – с. 27-38

6. Polosatkin S., Grishnyaev E., Dolgov A. On calibration of the response of liquid argon detectors to nuclear recoils using inelastic neutron scattering on ^{40}Ar // Journal of Instrumentation – 2014 - Vol. 9, Iss. 10 - P10017

7. A. Bondar, A. Buzulutskov, A. Dolgov, E. Grishnyaev et al. Measurement of the ionization yield of nuclear recoils in liquid argon at 80 and 233 keV // Europhysics Letters – 2014 - Vol. 108, Iss. 1 - 12001

8. A. Bondar, A. Buzulutskov, A. Dolgov, E. Grishnyaev et al. Nuclear recoil detection in liquid argon using a two-phase CRAD and DD neutron generator // Journal of Instrumentation – 2014 - Vol. 9, Iss. 8 - C08020

9. E.S. Grishnyaev, S.V. Polosatkin Modeling of deuterium ionization and extraction from an ion source driven by heated cathode // IEEE Transactions on Plasma Science – 2015 - Vol. 43, Iss. 11 - pp. 3856 – 3867

10. E. Grishnyaev, S. Polosatkin The study of neutron burst shape of a neutron tube driven by dispenser cathode // Nucl. Instrum. And Meth. In Phys. Res. A – 2016 - 828 - p.p. 91-96

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы.

Первый отзыв на автореферат прислал В.Г. Черменский – доктор технических наук, генеральный директор ООО «НПП Энергия» (г. Тверь). В своём отзыве В.Г. Черменский отметил высокий научный уровень диссертации и подробно рассмотрел проблему нейтронного выхода газонаполненной трубки и сформулировал 3 гипотезы относительно причин низкого выхода нейтронов трубки, разработанной Е.С. Гришняевым:

«1) Мишень имеет окисный слой, который непременно образуется еще до откачки трубки. (мы его стравливаем самим пучком при определенных условиях – это технологическая операция при производстве).

2) Неполное подавление вторичных электронов.

3) Дистанция от сетки–экстрактора до ускоряющего зазора слишком большая, а энергия ионов в этом месте слишком маленькая. Возможно, атомарные ионы в этом месте успевают рекомбинировать в молекулярные и трех атомные.»

Второй отзыв на автореферат прислал Р.В. Коркин – кандидат физико-математических наук, ведущий физик Новосибирского технологического центра компании Шлюмберже (г. Новосибирск). Отзыв Р.В. Коркина акцентирует внимание на раскрытии актуальности коротких фронтов нейтронных импульсов для современной технологии нейтронного каротажа, в частности, для исследования литологии и нейтрон-гамма плотнометрии.

Выбор **официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается известностью их достижений в области нейтронных измерений и разработки криогенных детекторов слабовзаимодействующих частиц, их компетентностью, наличием публикаций по теме защищаемой диссертации и способностью определить научную и практическую ценность защищаемой диссертации, а также дать рекомендации по использованию полученных в ней результатов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана концепция бесплазменной нейтронной трубки с накаливаемым катодом, позволившая добиться рекордно малых длительностей фронта и спада нейтронных импульсов 110 и 100 нс соответственно,

предложен метод калибровки криогенных аргоновых детекторов на энергию ядер отдачи 8.2 кэВ по неупругому рассеянию нейтронов на малый угол, позволяющий при совместном применении со стандартной калибровкой по упругому рассеянию повысить надёжность результатов калибровки, а в отдельных случаях – добиться более высокой скорости счёта полезных событий, чем при калибровке по упругому рассеянию,

доказана перспективность подхода к проектированию нейтронных трубок с накаливаемым катодом, основанного целиком на компьютерном моделировании.

введено понятие «бесплазменная нейтронная трубка».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана сходимость итерационных вычислений при моделировании электростатических систем с пространственным зарядом частиц нескольких сортов и объёмной ионизацией.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован метод «предиктор-корректор» для моделирования нейтронной трубки, экспериментальный метод временной спектрометрии для измерения формы нейтронных импульсов, метод Монте-Карло со смещением по конфигурациям для моделирования спектров ядер отдачи при калибровке криогенных детекторов, **изложены** физические основания стационарного итерационного метода моделирования электростатических систем с пространственным зарядом частиц нескольких сортов и объёмной ионизацией, а также метода калибровки криогенных аргоновых детекторов на энергию ядер отдачи 8.2 кэВ по неупругому рассеянию нейтронов,

раскрыты физические механизмы, определяющие форму нейтронного импульса бесплазменной нейтронной трубки с накаливаемым катодом,

изучены факторы, влияющие на сходимость моделирования нейтронной трубки и ширину пучка ионов на мишени, влияние резонансной перезарядки ионов на выход нейтронов, а также влияние гамма-фона неупругого рассеяния DD-нейтронов на аргоне на спектры событий, получаемые при калибровке,

проведена модернизация численного метода «предиктор-корректор» для моделирования пучков заряженных частиц с учётом их собственного пространственного заряда. Метод обобщён на случай электростатических систем с пространственным зарядом частиц нескольких сортов и объёмной ионизацией.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена бесплазменная нейтронная трубка. Генератор нейтронов на разработанной автором трубке успешно применяется в Лаборатории космологии и элементарных частиц НГУ для калибровки криогенного лавинного детектора (КЛД) слабовзаимодействующих частиц,

определены ограничения применимости итерационного стационарного метода моделирования электростатических систем с пространственным зарядом частиц нескольких сортов и объёмной ионизацией,

создана система практических рекомендаций к проектированию нейтронных трубок с накаливаемым катодом и генераторов нейтронов на их основе, а также к измерению ионизационного выхода ядер отдачи жидкого аргона,

представлены предложения по дальнейшему улучшению операционных характеристик генератора нейтронов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ измерения выхода нейтронов и формы нейтронных импульсов проделаны с использованием общепринятых методик, показана воспроизводимость результатов в различных условиях.

теория бесплазменной нейтронной трубки построена на известных проверяемых данных, её предсказания согласуются с экспериментальными результатами. Предсказания теории, описывающей форму полного спектра событий в КЛД при рассеянии нейтронов, также совпадают с результатами измерений.

идея о применении накаливаемого катода в нейтронной трубке **базируется** на анализе передового опыта компании Schlumberger,

При проектировании нейтронной трубки **использованы** технические решения, которые ранее уже применялись в аналогичных устройствах: поддержание постоянного давления дейтерия в трубке с помощью накаливаемого геттера,

электростатическое подавление эмиссии вторичных электронов. Без дополнительной оптимизации источника ионов длительности фронта и спада нейтронного импульса оказываются сопоставимыми с таковыми у трубок на источниках Пеннинга,

установлено количественное совпадение результатов автора с результатами, представленными в независимых источниках, в области вычисления зависимости выхода нейтронов на титановой мишени от ускоряющего напряжения и оценки оптимального давления дейтерия в нейтронной трубке,

использованы современные методики сбора (регистрация нейтронов сцинтилляционным детектором на стильбене или р-терфениле с отделением от γ -квантов, временная спектрометрия нейтронных импульсов) и обработки (оценка доверительных интервалов стандартными статистическими методами) исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в: проведении технологических процедур по сборке и активации нейтронных трубок, разработке всех описанных в диссертации численных алгоритмов и программ, постановке экспериментов по измерению характеристик нейтронных трубок и обработке экспериментальных результатов, включённом участии соискателя в процесс калибровки КЛД, личном участии соискателя в апробации результатов исследований, включённом участии соискателя в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

На заседании 27.12.2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Гришняеву Е.С. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности 01.04.20 и 6 докторов наук по специальности 01.04.01, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 15, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного

совета Д 003.016.03

д.ф.-м.н.



А. А. Иванов

Ученый секретарь диссертационного

совета Д 003.016.03

д.ф.-м.н.

П.А. Багрянский

28. 12. 2016 г.