ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 201.002.01

на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А. И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело №_____

Решение диссертационного совета от 12 октября 2021 г., протокол № 11.

О присуждении Савину Дмитрию Ивановичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование кинематических корреляций при взаимодействии нейтронов и лёгких ионов низкой энергии с веществом» по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, принята к защите 10 июня 2021 г., протокол № 5, диссертационным советом Д 201.002.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ, 117218, г. Москва, ул. Большая Черемушкинская, д. 25), созданным приказом Минобрнауки РФ от 15.02.2013 № 75/нк.

Соискатель, Савин Дмитрий Иванович, 10 июля 1990 года рождения, в 2014 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)». В 2019 г. окончил аспирантуру Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова» (ФГУП «ВНИИА»). Соискатель работает старшим научным сотрудником подразделения 70 ФГУП «ВНИИА». Диссертация выполнена в вышеуказанном подразделении.

Научный руководитель: Косов Михаил Владимирович, доктор физ.-мат. наук, главный научный сотрудник, ФГУП «ВНИИА».

Официальные оппоненты:

1. Ужинский Владимир Витальевич, доктор физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории информационных технологий Объединенного института ядерных исследований;

2. Акиндинов Александр Владимирович, кандидат физ.-мат. наук, заместитель директора по научной работе по международным проектам НИЦ «Курчатовский институт» – ИТЭФ, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына (НИИЯФ МГУ), в своем положительном заключении, подписанном Ершовым Александром Альбертовичем, кандидатом физ.-мат. наук, старшим научным сотрудником Отдела экспериментальной физики высоких энергий и Боосом Эдуардом Эрнстовичем, доктором физ.-мат. наук, членом-корреспондентом РАН, директором НИИЯФ МГУ, указала, что диссертация отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Д.И. Савин, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 8 научных работ, по теме диссертации – 7 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, общим объемом 3,4 п.л., зарегистрирована 1 программа для ЭВМ. Работы выполнены в нераздельном соавторстве. Автор внес определяющий вклад в получение представленных результатов и подготовку публикаций. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. М. Косов, Д. Савин. Моделирование инклюзивных спектров тождественных частиц с сохранением энергии и импульса в ядерной реакции // Ядерная физика и инжиниринг. – 2018. – Т. 9. – С. 52–62.

2. M.V. Kosov, D.I. Savin. An Approximation of Cross Sections of Channels of the 9 Be(α, n) Reaction on the Basis of the Gamow Interaction Radius // Physics of Atomic

Nuclei. – 2018. – Т. 81, №6. – С. 656–672.

3. I. Novoselov, D. Savin, A. Yanilkin. The effect of irradiation conditions on generation of defects and their clusters // Journal of Nuclear Materials. – 2021. – Т. 546. – С. 152762.

4. M. Kosov, D. Savin. New exclusive CHIPS-TPT algorithms for simulation of neutron-nuclear reactions // Journal of Physics Conference Series. Т. 608. –2015. – С. 012050.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

В.В. Ужинский – признанный специалист в области разработки и развития генераторов искусственных событий на основе метода Монте-Карло, используемых в физике высоких энергий. Широко известен своими работами по модели UrQMD, применяемой для моделирования антипротон-ядерных и ядро-ядерных взаимодействий для будущих ускорительных комплексов FAIR (Дармштадт, Германия) и NICA (Дубна, Россия). Член коллаборации Geant4 по разработке программного комплекса для моделирования взаимодействия частиц с веществом.

А.В. Акиндинов – широко известный специалист в области экспериментальной физики высоких энергий. Участник проекта ALICE на Большом адронном коллайдере в ЦЕРН.

НИИЯФ МГУ является одним из ведущих в России центров по теоретической и экспериментальной ядерной физике, проводит исследования в широком диапазоне научных вопросов и, в частности, близкие к теме диссертации: измерение сечений ядерных реакций, исследования характеристик возбужденных состояний ядер, исследование высокодозного радиационного воздействия на материалы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Создан метод моделирования излучения пары тождественных частиц при взаимодействии нейтрона с ядром, воспроизводящий инклюзивные спектры с сохранением энергии и импульса в каждом взаимодействии.

2. Создан метод моделирования вторичных гамма-квантов, излучаемых при неупругом рассеянии нейтронов, с учётом движения ядер отдачи.

3. Создан метод моделирования коррелированных гамма-спектров, индуцированных нейтронами, в многодетекторных системах.

4. Создан алгоритм генерации лёгких ядерных фрагментов и первичных выбитых атомов с сохранением энергии и импульса в ядерных реакциях. Создан алгоритм совмещения моделирования стадии отжига и баллистической стадии развития каскада повреждения конструкционных материалов реактора под действием нейтронов. На основе данных алгоритмов рассчитаны распределение кластеров дефектов по размеру и влияние условий облучения на скорость генерации дефектов.

Актуальность темы диссертации связана с повышением требований к моделированию взаимодействия частиц с веществом, вызванным развитием экспериментальной техники на фоне отсутствия достаточно точных теоретических моделей нейтрон-ядерных взаимодействий. Аналогичные работы по уточнению моделей нейтрон-ядерных взаимодействий ведутся в распространённых Монте-Карло кодах, таких как Geant4, MCNP и FLUKA.

Научная новизна работы состоит в том, что: для программного комплекса Geant4 создан физический лист CHIPT-TPT для моделирования взаимодействия нейтронов низкой энергии с ядрами с сохранением энергии и импульса в каждом взаимодействии, предложен алгоритм моделирования спектров нескольких вторичных частиц, предложен метод элементного анализа по корреляционным гамма-спектрам, индуцированным нейтронами от D-T источника, апробирован метод моделирования вторичных выбитых атомов на примере расчёта радиационного повреждения конструкционных материалов.

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в том, что разработаны оригинальные методики, позволяющие воспроизводить инклюзивные спектры вторичных частиц с сохранением энергии и импульса в каждом моделируемом взаимодействии.

Практическая ценность работы заключается в использовании разработанных методов и программ в моделировании приборов для каротажа нефтяных скважин и обнаружения взрывчатых веществ в багаже, а также определении точности альфа-тагирования нейтронов в зависимости от параметров источника ионов и мишени

нейтронного генератора.

Достоверность результатов автора подтверждена сравнением результатов моделирования как с результатами моделирования другими программами, так и с экспериментальными данными.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все представленные к защите результаты являются оригинальными разработками автора диссертации. Автор является основным разработчиком зарегистрированного кода для ЭВМ CHIPT-TPT.

Диссертация отвечает всем требованиям, предъявляемым Положением о присуждении ученых степеней к кандидатским диссертациям. Содержание работы полностью удовлетворяет заявленной специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

В ходе защиты диссертации С.В. Рогожкиным было высказано критическое замечание по поводу сравнения с устаревшим NRT стандартом, не учитывающим взаимодействие атомов в среде. Соискатель ответил, что сравнение производилось с обеими моделями, представленными в цитируемой работе, в том числе с современной arc-dpa. В диссертационной работе новым является лишь моделирование первичных актов взаимодействия с сохранением энергии и импульса с помощью разработанного для Geant4 физического листа CHIPS-TPT. Дальнейшая эволюция дефектов выходит за рамки диссертации и производились другими программами, учитывающими вышеупомянутые эффекты

На замечания в отзывах оппонентов и ведущей организации соискатель дал исчерпывающие ответы, которые отражены в стенограмме защиты.

На заседании 12 октября 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Савину Дмитрию Ивановичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики за решение научных задач, имеющих значение для развития материаловедения с применением ядерно-физических методов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек (в том числе 7 докторов наук по специальности защищаемой диссертации), участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0.

Председатель диссертационного совета
доктор физ.-мат. наук Ю.Т. Киселёв

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат физ.-мат. наук В.В. Васильев
18 октября 2021 г.