

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.119.01  
НА БАЗЕ Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН)  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от **27.12.2018** г. № **10/47**

О присуждении **Яковлеву Ивану Андреевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «**Методы повышения конформности протонной лучевой терапии**» по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, принята к защите 22 октября 2018 г., протокол № 8/45 диссертационным советом Д 002.119.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), Министерства науки и высшего образования, 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, 7а., приказ Министерства образования и науки России № 75/нк от 15 февраля 2013 года.

**Соискатель** Яковлев Иван Андреевич 1991 года рождения. В 2013 году соискатель окончил Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». С 2013 года по 2017 год соискатель обучался в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН). В 2018 г. был прикреплен к аспирантуре ИЯИ РАН для сдачи экзамена по специальности 01.04.01- Приборы и методы экспериментальной физики.

В настоящее время соискатель работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории медицинской физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), Министерства науки и высшего образования.

Диссертация выполнена в лаборатории медицинской физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), Министерства науки и высшего образования.

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук, Акулиничев Сергей Всеволодович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук, лаборатория медицинской физики, заведующий лабораторией.

**Официальные оппоненты:**

1) **Кленов Геннадий Иванович**, доктор технических наук, Акционерное общество «Московский радиотехнический институт Российской академии наук» (АО «МРТИ РАН»), директор научно-технического центра,

2) **Канцырев Алексей Викторович**, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение "Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И.Алиханова Национального исследовательского центра "Курчатовский институт" (НИЦ "Курчатовский институт" — ИТЭФ), начальник лаборатории «Физика высокой плотности энергии в веществе при воздействии интенсивных ионных пучков», -

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

**Ведущая организация** – Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф.Цыба, филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «НМИЦ радиологии» Минздрава России, г. Обнинск –

в своем положительном заключении, утвержденном заместителем генерального директора по работе с филиалами ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, директором МРНЦ им.А.Ф. Цыба, Ивановым Сергеем Анатольевичем, подписанном Ульяненко Степаном Евгеньевичем (доктор биологических наук, заведующий отделом радиационной биофизики Медицинского радиологического научного центра им. А.Ф.Цыба) и Соловьевым Алексеем Николаевичем (кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией медицинской радиационной физики Медицинского радиологического научного центра им. А.Ф.Цыба) указала, что диссертация Яковлева И. А. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор – Яковлев И. А. – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-

математических наук по специальности 01.04.01 — Приборы и методы экспериментальной физики.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 8 работ, из них опубликованных в рецензируемых научных изданиях 3. Соискатель внес определяющий вклад в каждую из опубликованных работ по теме диссертации. Материалы, составляющие содержание диссертации, изложены в работах:

[1] Akulinichev S.V., ..., Yakovlev I.A. Application of the INR proton linac for development of methods of radiotherapy and nuclear medicine // Вопросы атомной науки и техники Ядерно-физические исследования 2013 №6 (88), стр. 183-187.

[2] Akulinichev S.V., Illich R.D., Yakovlev I.A. Conformal proton therapy with passive scattering // Radiotherapy & Oncology (Elsevier) 2016 Vol. 118, suppl 1., p S2.

[3] Акулиничев С.В.,...,Яковлев И. А. Расчет и экспериментальная проверка устройств формирования терапевтических пучков протонов // Приборы и техника эксперимента 2018, том 6, стр. 116-120.

[4] Яковлев И. А., Акулиничев С.В., Илич Р.Д., Конформная лучевая терапия пучками рассеянных протонов // Сборник тезисов конференции «Современные проблемы физики и технологий» том 1 стр. 170-172, Москва 2016.

[5] Агафонова А.В., ..., Яковлев И.А. Исследование поглощенной и биологической дозы протонов // Сборник тезисов конференции «Перспективные направления в онкологии и радиологии», Обнинск 2016, стр. 118-119.

[6] Yakovlev I.A., Akulinichev S.V., Gavrilov Yu.K. The way to improve conformity of proton therapy // JACoW, Proceedings of RuPAC-2016, pp. 464-466.

[7] Яковлев И. А., Акулиничев С.В. Расчет геометрии гребенчатых фильтров для протонной лучевой терапии // Сборник тезисов конференции «Современные проблемы физики и технологий» том 2 стр. 94-96, Москва 2017.

[8] Yakovlev I.A., Akulinichev S.V., Gavrilov Yu.K., Ilich R.D. The way to improve conformity of proton and ion therapy with passive scattering // International Conference RAD-2017 (Montenegro, 2017), book of abstracts p.436.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы оппонентов и ведущей организации, в которых утверждается: работа содержит хорошо обоснованные новые результаты и полностью отвечает всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. В качестве критических замечаний отмечено следующее:

не в полной мере описана история развития протонной терапии, и при этом недостаточно показано развитие данного метода в России;

уделено недостаточно внимания технической реализации устройства композитных гребенчатых фильтров (ГФ);

имеются опечатки и некорректные утверждения;

отсутствует сравнение протонной и ионной лучевой терапии;

не представлены спиральные ГФ, разработанные в ИТЭФ;

не оптимальна формулировка положений, выносимых на защиту;

не приводится сравнение разработанной программы расчета с существующими мировыми аналогами;

не представлены экспериментальные измерения поперечного дозного поля при работе с ГФ.

Тем не менее указанные недостатки не снижают общую ценность работы и не влияют на справедливость полученных результатов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией ученых в области физики элементарных частиц, медицинской физики, а также их многолетним опытом работы по тематике, близкой к диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

на базе линейного ускорителя протонов ИЯИ РАН разработана и реализована система формирования терапевтического пучка;

разработана программа расчета конструкций устройств формирования глубинного дозового распределения – гребенчатых фильтров, включающая в себя проверку вычислений симуляцией распространения излучения методом Монте-Карло;

рассчитан, изготовлен и экспериментально проверен ряд устройств формирования глубинного дозового распределения для пучков протонов разной энергии;

разработана программа визуализации трехмерных распределений дозы IsodoseView, адаптированная для работы с использованными программами расчета.

Для развития формирования пучков в протонной лучевой терапии и повышения конформности облучения, предложена схема нового устройства формирования трехмерных распределений дозы - композитного гребенчатого фильтра (КГФ).

Научная и практическая значимость заключается в разработанном программном обеспечении, включающем модуль проверки конструкций методом Монте-Карло, позволяющем повысить эффективность и скорость расчетов формирующих устройств для протонной терапии с пассивным формированием дозовых распределений. Разработана конструкция новых устройств формирования дозы в области, позволяющая снизить лучевую нагрузку на здоровые ткани и повысить качество лучевой терапии. Результаты диссертации использованы для модернизации лучевой установки комплекса протонной терапии ИЯИ РАН и в дальнейшем могут применяться для развития и повышения эффективности других протонных лучевых установок.

Оценка достоверности результатов выявила, что идея расчета конструкций ГФ базируется на строгом математическом подходе, проверка вычислений осуществлялась при помощи верифицированной программы средствами моделирования пробега протонов в веществе SRNA, а экспериментальная

проверка проведена при помощи сертифицированного дозиметрического оборудования.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все представленные в диссертации результаты получены автором самостоятельно, либо при его основном участии.

На заседании 27 декабря 2018 года диссертационный совет Д 002.119.01 принял решение присудить Яковлеву И. А. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **23** человек, из них **7** докторов наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики, участвовавших в заседании, из **26** человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – **23**, против – **нет**, недействительных бюллетеней – **нет**.

Председатель

диссертационного совета Д 002.119.01

академик РАН

\_\_\_\_\_ Рубаков В.А.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 002.119.01

член-корреспондент РАН

\_\_\_\_\_ Троицкий С.В.

27.12.2018

М. П.