

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.162.02, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Г.И. БУДКЕРА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,
подведомственного Минобрнауки России, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 07.12.2022 № 21

О присуждении **Колесникову Ярославу Александровичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени **кандидата физико-математических наук**.

Диссертация **«Исследование и оптимизация транспортировки и ускорения пучка ионов в ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией»** по специальности **1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника** принята к защите 28.09.2022 (протокол заседания № 15) диссертационным советом 24.1.162.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственного Минобрнауки России, 630090, г. Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, д. 11, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Колесников Ярослав Александрович, «10» ноября 1993 года рождения, работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственном Минобрнауки России.

В 2018 году соискатель окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», а в 2022 году – аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории 9-0 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственного Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Таскаев Сергей Юрьевич, главный научный сотрудник сектора 9-21 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Коваль Николай Николаевич – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории плазменной эмиссионной электроники;
2. Кулевой Тимур Вячеславович – доктор технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», заместитель директора по научной работе по ускорительному направлению

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация Международная межправительственная организация «Объединенный институт ядерных исследований», г. Дубна, в своем положительном отзыве, подписанном Сумбаевым Анатолием Павловичем, доктором технических наук, начальником Научно-экспериментального отдела ускорительных систем Лаборатории физики высоких энергий, и Шарковым Борисом Юрьевичем, доктором физико-математических наук, академиком РАН, специальным представителем директора Института по сотрудничеству с международными и российскими научными организациями, указала, что диссертация Колесникова Ярослава Александровича на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, в которой содержится решение научной задачи обеспечения длительной и стабильной генерации пучка протонов или дейтронов в ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией в широком диапазоне значений энергии и интенсивности, имеющей существенное значение для развития отрасли знаний, соответствующей научной специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника. Диссертация Колесникова Ярослава Александровича «Исследование и оптимизация транспортировки и ускорения пучка ионов в ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией» соответствует требованиям и критериям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, установленным в п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор, Колесников Я.А., заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Соискатель имеет 65 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 24 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 15 работ. Работы посвящены разработке средств диагностик и их применению для исследования особенностей инжекции, ускорения и транспортировки ионного пучка в ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией. Наиболее значимые публикации по теме диссертационной работы:

1. Measuring the Phase Portrait of an Ion Beam in a Tandem Accelerator with Vacuum Insulation / M. I. Bikchurina, T. A. Bykov, Ya. A. Kolesnikov [et al.]. – Текст : электронный // Instruments and Experimental Techniques. – 2022. – Vol. 65, nr 4. – P. 551–561. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1134/S0020441222040169>. – Дата публикации: 12.09.2022.

2. Measuring the Current of a Beam of Argon Ions Accompanying a Beam of Protons in a Tandem Accelerator with Vacuum Insulation / Ya. A. Kolesnikov, G. M. Ostreinov, P. D. Ponomarev [et al.]. – Текст : электронный // Instruments and Experimental Techniques. – 2021. – Vol. 64, nr 4. – P. 503–507. – URL: <https://doi.org/10.1134/S0020441221040199>. – Дата публикации: 27.07.2021.
3. Neutron Source Based on Vacuum Insulated Tandem Accelerator and Lithium Target / S. Taskaev, E. Berendeev, M. Bikchurina [et al.]. – Текст : электронный // Biology. – 2021. – Vol. 10, nr 5. – P. 350. – URL: <https://doi.org/10.3390/biology10050350>. – Дата публикации: 21.04.2021.
4. A Study of the Spatial Charge Effect on 2-MeV Proton Beam Transport in an Accelerator-Based Epithermal Neutron Source / T. A. Bykov, D. A. Kasatov, Ia. A. Kolesnikov [et al.]. – Текст : электронный // Technical Physics. – 2021. – Vol. 66, nr 1. – P. 98–102. – URL: <https://doi.org/10.1134/S1063784221010047>. – Дата публикации: 28.02.2021.
5. Diagnostics of the Efficiency of a Gas Stripping Target of a Tandem Accelerator with Vacuum Insulation / Ya. A. Kolesnikov, A. M. Koshkarev, S. Yu. Taskaev, I. M. Shchudlo. – Текст : электронный // Instruments and Experimental Techniques. – 2020. – Vol. 63, nr 3. – P. 310–314. – URL: <https://doi.org/10.1134/S0020441220040065>. – Дата публикации: 15.06.2020.
6. Use of a Wire Scanner for Measuring a Negative Hydrogen Ion Beam Injected in a Tandem Accelerator with Vacuum Insulation / T. A. Bykov, D. A. Kasatov, Ia. A. Kolesnikov [et al.]. – Текст : электронный // Instruments and Experimental Techniques. – 2018. – Vol. 61, nr 5. – P. 713–718. – URL: <https://doi.org/10.1134/S0020441218050159>. – Дата публикации: 27.09.2018.
7. In Situ Observations of Blistering of a Metal Irradiated with 2-MeV Protons / A. Badrutdinov, T. Bykov, S. Gromilov [et al.]. – Текст : электронный // Metals. – 2017. – Vol. 7, nr 12. – P. 558. – URL: <https://doi.org/10.3390/met7120558>. – Дата публикации: 12.12.2017.

Вклад соискателя ученой степени в работы по теме диссертации является определяющим. В диссертации соискателя ученой степени Колесникова Я.А. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От официального оппонента Коваля Николая Николаевича, доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории плазменной эмиссионной электроники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук. В отзыве кратко описывается содержание диссертации, подчеркиваются актуальность работы, научная новизна, а также обоснованность и достоверность результатов исследования. В отзыве имеются замечания по диссертационной работе, не снижающие научную и практическую значимость полученных результатов и общую крайне положительную оценку работы.
2. От официального оппонента Кулевого Тимура Вячеславовича, доктора технических наук, заместителя директора по научной работе по ускорительному направлению Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». В отзыве

кратко описано содержание диссертации, актуальность и новизна результатов, а также обоснованность и достоверность научных положений, результатов исследования. В отзыве имеется ряд замечаний, которые, как отмечено, не снижают высокого качества исследования. В заключительной части отзыва отмечено, что диссертационная работа Колесникова Я.А. полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

3. На автореферат поступил положительный отзыв, подписанный Трубиной Светланой Владимировной, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником Лаборатории физической химии конденсированных сред Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук. В отзыве приводится краткий обзор содержания автореферата, отмечается научная новизна и актуальность работы. В отзыве указано, что автореферат написан ясно, грамотно, последовательно, обращено внимание на большое количество представленных докладов по теме диссертации, на большое количество опубликованных работ и на большое количество диагностических средств, используемых при проведении исследований. Отзыв содержит замечание, не носящее принципиального характера и не снижающее высокой научной ценности диссертации и общей положительной оценки. В заключении отмечается, что диссертационная работа «Исследование и оптимизация транспортировки и ускорения пучка ионов в ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией» полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, представляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а сам Колесников Ярослав Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их достижений в области физики пучков заряженных частиц, их компетентностью, наличием публикаций по теме защищаемой диссертации и способностью определить научную и практическую значимость диссертационного исследования, а также дать рекомендации по использованию полученных результатов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложен, разработан и применен комплекс диагностических средств и методов для измерения и контроля параметров и положения пучка ионов в ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией,

доказана перспективность использования ускорителя-тандема с вакуумной изоляцией для получения пучка ионов с широким диапазоном значений энергии и тока,

измерены фазовый портрет, размер и положение пучка протонов, поток атомов водорода и ток ионов аргона, сопутствующих пучку протонов,

введены измененные трактовки старых понятий о влиянии пространственного заряда на транспортировку пучка ионов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, расширяющие представления об использовании ускорителя-тандема с вакуумной изоляцией для бор-нейтронозахватной терапии злокачественных опухолей и других приложений,

применительно к проблематике диссертации результативно, то есть с получением обладающих новизной результатов, **использован** широкий набор экспериментального оборудования и диагностических методик, в том числе предложенных и разработанных,

изложены аргументы и доказательства высказанных предположений и гипотез,

раскрыты противоречия в представлениях об ограничении тока пучка протонов из-за наличия сопутствующего пучка ионов аргона, вытекающих из газовой обдирочной мишени,

впервые детально **изучен** фазовый портрет пучка протонов от тока инжектируемого пучка ионов и силы фокусирующей линзы,

проведена модернизация ускорителя, позволявшая в длительном стабильном режиме получать пучок протонов или дейтронов в широком диапазоне изменения значений энергии и тока.

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

разработанные и внедренные средства диагностики и методы обеспечивают длительное стабильное получение пучка протонов или дейтронов для проведения научных исследований в области бор-нейтронозахватной терапии, радиационного тестирования перспективных материалов, измерения сечения ядерных реакций и других приложений,

полученные соискателем результаты используются для лечения онкологических больных в первой клинике БНЗТ в Китае и **будут использоваться** для лечения больных в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина в Москве,

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию ускорителя-тандема с вакуумной изоляцией.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты воспроизводимы, получены на современном оборудовании с использованием независимых дублирующих экспериментальных методик. Полученные результаты подтверждаются качественным и количественным совпадением с результатами расчетов. Достоверность научных положений и выводов подтверждается практической реализацией при создании конкретных устройств, используемых в настоящее время как в нашей стране, так и за рубежом.

Личный вклад соискателя в получении научных результатов, лежащих в основе диссертации, является определяющим. При ключевом участии автора разработаны и внедрены диагностические методики, используемые при измерении положения, размера, фазового портрета и тока ионов, подготовлены и проведены

экспериментальные исследования по изучению влияния пространственного заряда на транспортировку ионов и по измерению тока пучка ионов аргона, вытекающего из обдирочной мишени. Автором лично освоены и применены для исследований проволочный сканер и измеритель эмиттанса. Автором лично получены и проанализированы экспериментальные результаты при изучении транспортировки и ускорения ионов. При активном участии автора оптимизировано ускорение пучка ионов в ускорителе и обеспечено длительное стабильное получение пучка протонов для проведения научных исследований в области бор-нейтронозахватной терапии, ионной имплантации, радиационного тестирования материалов и измерения сечений ядерных реакций.

В ходе защиты диссертации д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН Ю.М. Шатунов задал вопрос о типе используемой фокусирующей линзы на ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией, д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН Е.Б. Левичев попросил уточнить энергетический разброс протонного пучка, задал ряд вопросов, важны ли абберрации у протонного пучка, какой был максимально достигнутый ток пучка, какими физическими эффектами он ограничен и почему обычно работа на ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией ведется на меньших токах, д.т.н. Н.Н. Коваль задал вопрос о вероятности нейтрализации протонов на остаточном газе в высокоэнергетическом тракте, д.ф.-м.н. О.И. Мешков спросил, работают ли разработанные средства диагностики во всем диапазоне параметров пучка, д.ф.-м.н., профессор, академик РАН И.Н. Мешков задал вопрос о преимуществах ускорителя-тандема с вакуумной изоляцией перед классическими видами ускорителей с ускорительными трубками, задал вопрос о том, работают ли разработанные средства диагностики в тандемных ускорителях с ускорительными трубками и попросил уточнить при каком значении давления остаточного газа был измерен ток ионов аргона, д.ф.-м.н., академик РАН Г.Н. Кулипанов задал ряд вопросов, что именно подразумевается под действием пространственного заряда, влияет ли магнитная компонента пучка при скомпенсированным пространственным зарядом пучка, проводилась ли ионизация газа при начальном этапе транспортировки пучка отрицательных ионов водорода, д.ф.-м.н. профессор И.А. Котельников задал ряд вопросов, проявлялось ли как-то действие пространственного заряда на низкой энергии пучка, почему возникает такая разница с высокоэнергетическим трактом, что происходит с пространственным зарядом внутри ускорителя, д.ф.-м.н. П.А. Багрянский задал вопросы как полученные в ходе выполненных исследований знания повлияли на ускоритель и менялись ли состав и комплектация установки за время исследований, д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН Ю.М. Шатунов задал ряд вопросов, какова причина прожигания диафрагм на ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией, из чего устроена ионно-оптическая система низкоэнергетического тракта ускорителя.

Соискатель Колесников Я.А. согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, обосновав свою точку зрения.

Диссертация Колесникова Я.А. «Исследование и оптимизация транспортировки и ускорения пучка ионов в ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией» соответствует всем критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, установленным в Положении

о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 с изменениями и дополнениями от 20 марта 2021 года № 426.

На заседании 07.12.2022 диссертационный совет принял решение:

за решение научной задачи исследования и оптимизации транспортировки и ускорения пучка ионов в ускорителе-тандеме с вакуумной изоляцией, имеющей значение для развития физики пучков заряженных частиц и ускорительной техники, присудить **Колесникову Я.А.** ученую степень **кандидата физико-математических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 19, против 0.

Председатель диссертационного
совета 24.1.162.02,
д.ф.-м.н.

 / Багрянский Петр Андреевич /

Ученый секретарь диссертационного
совета 24.1.162.02
д.ф.-м.н., профессор РАН

 / Лотов Константин Владимирович /

09.12.2022

