

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 14.12.2022 № 24

О присуждении **Туеву Петру Викторовичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «**Развитие методов теоретического исследования плазменного кильватерного ускорения с лазерным драйвером тераваттного уровня мощности**» по специальности **1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника** принята к защите 30.09.2022 (протокол заседания № 18) 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 Туев Петр Викторович, «16» мая 1994 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 2017 году соискатель окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», а в 2021 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 и секторе 5-12 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, профессор РАН **Лотов Константин Владимирович**, главный научный сотрудник сектора 5-12 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Брантов Андрей Владимирович – доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, сектор лазерно-плазменной физики высоких энергий, ведущий научный сотрудник;
2. Савельев-Трофимов Андрей Борисович – доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», кафедра общей физики и волновых процессов физического факультета, профессор

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук», г. Нижний Новгород, в своем положительном отзыве, подписанном Костюковым Игорем Юрьевичем, доктором физико-математических наук, заведующим отделом 330, указала, что диссертация Туева Петра Викторовича на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком научном уровне, результаты которой будут востребованы как в аналитических исследованиях в области плазменного кильватерного ускорения заряженных частиц, так и для проектирования новых экспериментальных установок и источников частиц и излучения, основанных на плазменных методах ускорения. Диссертация Туева Петра Викторовича «Развитие методов теоретического исследования плазменного кильватерного ускорения с лазерным драйвером тераваттного уровня мощности» соответствует требованиям и критериям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата наук, установленным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Туев Петр Викторович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Соискатель имеет 39 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в научных журналах из перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, или в научных изданиях, входящих в международные реферативные базы данных цитирования Web of Science или Scopus, опубликовано 5 работ. Работы посвящены исследованиям в области плазменного кильватерного ускорения. Основные результаты по теме диссертации опубликованы в следующих работах:

1. **Tuev, P. V.** Attenuation of waveguide modes in narrow metal capillaries / P. V. Tuev, K. V. Lotov. – Текст : электронный // Journal of the Optical Society of America A. – 2021. – Vol. 38, nr 1. – P. 108–114. – URL: <https://doi.org/10.1364/JOSAA.410552>. – Дата публикации: 24.12.2020.
2. Algorithm for supersonic gas jet density profile retrieval from interferometric measurement / S. V. Avtaeva, K. V. Gubin, V. I. Trunov, **P. V. Tuev**. – Текст : электронный // Journal of the Optical Society of America A. – 2019. – Vol. 36,

- nr 5. – P. 910–917. – URL: <https://doi.org/10.1364/JOSAA.36.000910>. – Дата публикации: 25.04.2019.
3. **Туев, П. В.** Формирование ускоряемого сгустка из электронов плазмы при моделировании кильватерного ускорения квазистатическим кодом / П. В. Туев, А. П. Соседкин, К. В. Лотов. – Текст : электронный // Сибирский физический журнал. – 2017. – Т. 12, № 4. – С. 14–19. – URL: <http://dx.doi.org/10.25205/2541-9447-2017-12-4-14-19> (дата обращения: 12.09.2022).
 4. **Tuev, P. V.** Optimization of moderate-power laser pulse interaction with plasmas using quasistatic simulations / P. V. Tuev, K. V. Lotov. – Текст : электронный // Proceedings of the 47th EPS Conference on Plasma Physics (Sitges, Spain, 21–25 June 2021). – Sitges, 2021. – Vol. 45A. – P2.2004. – URL: <http://ocs.ciemat.es/EPS2021PAP/pdf/P2.2004.pdf> (дата обращения: 12.09.2022).
 5. **Tuev, P. V.** Mode structure of a short laser pulse propagating through a metal capillary / P. V. Tuev, K. V. Lotov. – Текст : электронный // Proceedings of the 43rd EPS Conference on Plasma Physics (Leuven, Belgium, 4–8 July 2016). – Leuven, 2016. – Vol. 40A. – P5.088. – URL: <http://ocs.ciemat.es/EPS2016PAP/pdf/P5.088.pdf> (дата обращения: 12.09.2022).

Вклад соискателя в публикацию 2 заключается в разработке нового алгоритма обработки экспериментальных данных, которому посвящена первая глава диссертации. Роль соавторов С.В. Автаевой, К.В. Губина и В.И. Трунова – постановка экспериментов и обработка экспериментальных данных, обсуждение результатов, совместное написание текста статьи. В остальные статьи вклад соискателя ученой степени является определяющим. Вклады других соавторов в эти работы следующие: К.В. Лотов – постановка задачи, обсуждение результатов, совместное написание текстов статей; А.П. Соседкин – помощь в реализации одной из моделей в численном коде, обсуждение результатов, совместное написание текста статьи. В диссертации соискателя ученой степени Туева П.В. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От официального оппонента Брантова Андрея Владимировича, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника сектора лазерно-плазменной физики высоких энергий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук. В отзыве присутствует краткий обзор диссертации, и обсуждаются затронутые в работе темы. Отмечается, что автор хорошо владеет математическими и численными методами решения физических задач. Также отмечается новизна, практическая значимость и достоверность полученных результатов. В отзыве имеются замечания по диссертационной работе, который в основном носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки работы. В заключении отмечается, что диссертация

представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным 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.

2. От официального оппонента Савельева-Трофимова Андрея Борисовича, доктора физико-математических наук, профессора, профессора кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова». В отзыве отражено краткое содержание диссертационной работы. Отдельно обсуждается актуальность проведенного исследования, а также научная новизна и практическая значимость полученных результатов. В отзыве имеется ряд замечаний, которые, как отмечено, не снижают общую положительную оценку диссертационной работы. В заключении указано, что диссертационная работа Туева П.В. 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. П.В. Туев заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.
3. На автореферат поступил отзыв, подписанный Рыковановым Сергеем Георгиевичем, PhD, доцентом автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий». В отзыве обсуждается структура автореферата и приводится его основное содержание. Отмечаются высокая степень проработанности темы и высокая квалификация автора. В отзыве содержится замечание по стилю изложения, не снижающее общей положительной оценки. В заключении отмечается, что представленная диссертация соответствует всем требованиям ВАК, диссертант Туев Петр Викторович 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 их высокой квалификацией в затронутых в диссертации научных направлениях, способностью определить научную и практическую значимость диссертационного исследования, а также дать рекомендации по использованию полученных результатов. Их компетентность подтверждается большим количеством опубликованных теоретических и экспериментальных работ по теме защищаемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований **разработан** новый метод обработки интерференционных измерений для исследования сверхзвуковых струй.

Проанализирована возможность использования квазистатических кодов для моделирования процессов захвата плазменных электронов. **Предложен** комбинированный метод численного исследования кильватерного ускорения с использованием квазистатических и полностью электромагнитных кодов. **Изучен** захват плазменных электронов кильватерной волной в умеренно нелинейном режиме. **Показано**, при каких условиях можно ожидать формирования пучка электронов при взаимодействии лазерного импульса с энергией 300 мДж с плазмой. **Развит** полуаналитический подход к исследованию структуры волноводных мод и **исследованы** отличия точных решений от приближенных.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что были **развиты** методы численного исследования кильватерного ускорения с использованием ограниченных вычислительных ресурсов. **Исследованы** недостатки описания сильнонелинейных плазменных волн в квазистатической модели плазмы и **даны рекомендации** по дальнейшему развитию этой модели. Впервые **проведен анализ** формирования квазимоноэнергетического пучка электронов при распространении лазерного драйвера с умеренным энергосодержанием в однородной плазме. В рассмотренном случае **показано**, что формирование устойчивого сгустка происходит во втором периоде кильватерной волны. **Обнаружены** значительные отличия в строении волноводных мод, возбуждаемых лазерным импульсом в металлическом капилляре, от предсказаний приближенных моделей.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что **разработан** новый алгоритм анализа интерференционных измерений сверхзвуковых газовых струй, который успешно используется при проведении экспериментальных работ. **Сформулированы рекомендации** к экспериментальным условиям для получения квазимоноэнергетического пучка электронов при взаимодействии лазерного импульса умеренного энергосодержания с плазмой.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что **разработанные** подходы и модели опираются на известные факты, результаты их применения согласуются с ранее опубликованными работами. **Установлено**, что обнаруженные закономерности воспроизводятся в разных численных кодах, достоверность работы которых была **подтверждена** независимо в более ранних исследованиях. Выводы **согласуются** с общими представлениями о рассматриваемых явлениях.

Личный вклад соискателя состоит в его непосредственном участии в постановке задачи, в разработке новых подходов к исследованиям, модификации используемого в диссертации численного кода, проведении численных экспериментов и анализе результатов, а также подготовке публикаций и представлении результатов работы диссертации на научных конференциях.

В ходе защиты диссертации д.ф.-м.н., с.н.с. В.В. Кубарев попросил уточнить состояние экспериментальной установки, для которой проводилась оптимизация параметров; председатель диссертационного совета д.ф.-м.н. П.А. Багрянский уточнил используемую в коде модель лазерного импульса; д.ф.-м.н., профессор А.В. Аржанников спросил про используемые в коде единицы измерения; д.ф.-м.н., профессор, академик РАН И.Н. Мешков прокомментировал не совсем удачную

формулировку второго положения, выносимого на защиту; д.ф.-м.н., профессор, академик РАН Н.С. Диканский задал вопрос о динамике ускоряемых электронов в кильватерной волне, к обсуждению вопроса присоединились д.ф.-м.н., академик РАН А.Е. Бондарь и д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН Е.Б. Левичев; д.ф.-м.н.; академик РАН, А.Е. Бондарь попросил пояснить первое положение, выносимое на защиту; д.ф.-м.н., академик РАН Н.А. Ратахин уточнил суть используемого метода восстановления профиля плотности струи, что прокомментировал д.ф.-м.н. А.В. Аржанников; д.ф.-м.н., профессор РАН Н.Ю. Мучной попросил более подробно прокомментировать 29 слайд; д.ф.-м.н., профессор И.А. Котельников прокомментировал результаты главы пять и высказал критику в адрес объективности интерпретации результата; д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН Ю.М. Шатунов попросил уточнить темп ускорения частиц; заместитель председателя, д.ф.-м.н., академик РАН В.В. Пархомчук попросил подробнее пояснить проведенное сравнение характера затухания мод.

Соискатель Туев П.В. согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, обосновав свою точку зрения.


Диссертация Туева П.В. «Развитие методов теоретического исследования плазменного кильватерного ускорения с лазерным драйвером тераваттного уровня мощности» 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 14.12.2022 диссертационный совет принял решение присудить **Туеву П.В.** ученую степень **кандидата физико-математических наук** за решение научной задачи, имеющей значение для развития плазменного кильватерного ускорения.

Член диссертационного совета Лотов Константин Владимирович в кворуме заседания диссертационного совета 24.1.162.02 не учитывается, так как принял решение участвовать на заседании по вопросу защиты диссертации Туева П.В. только в качестве научного руководителя, проголосовав, но не подтвердив свой голос.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 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 14, против 3.

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.
16.12.2022



 / Мешков Олег Игоревич /