

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 ФИЗИКО-  
МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 08.04.2022 № 4

О присуждении Минакову Владимиру Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Особенности ускорения пучков в плазменной кильватерной волне длинного модулированного драйвера»** по специальностям **1.3.9. Физика плазмы и 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника** принята к защите 03.02.2022 (протокол заседания № 1) 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** Минаков Владимир Алексеевич, «28» июня 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, подведомственного Минобрнауки России.

В 2016 году соискатель окончил магистратуру Новосибирского государственного университета по направлению подготовки 03.04.02 «Физика». В 2020 году окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия.

Диссертация выполнена в 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, Лотов Константин Владимирович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, сектор 5-12, главный научный сотрудник.

**Официальные оппоненты:**

1. Неруш Евгений Николаевич – кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук», отдел сверхбыстрых процессов, старший 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 учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном **Бычковым Валерием Юрьевичем**, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим сектором лазерно-плазменной физики высоких энергий, указала, что диссертационная работа «Особенности ускорения пучков в плазменной кильватерной волне длинного модулированного драйвера» полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации (№ 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор, Минаков Владимир Алексеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.3.9. Физика плазмы и 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 16 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 13 работ. Наиболее значительные работы:

- K.V. Lotov, **V.A. Minakov**, and A.P. Sosedkin, Parameter sensitivity of plasma wakefields driven by self-modulating proton beams. Phys. Plasmas 21, 083107 (2014) (7 стр.);
- **V.A. Minakov**, M. Tacu, A.P. Sosedkin, and K.V. Lotov, Witness emittance growth caused by driver density fluctuations in plasma wakefield accelerators. Phys. Plasmas 25, 093112 (2018) (6 стр.);
- **V.A. Minakov**, A.P. Sosedkin and K.V. Lotov, Accelerating field enhancement due to ion motion in plasma wakefield accelerators. Plasma Phys. Control. Fusion 61, 114003 (2019) (4 стр.).

Эти работы составили основу 2, 3 и 4 глав диссертации. Авторский вклад соискателя в эти работы – определяющий. Им было проведено численное моделирование, теоретический анализ и получены все научные результаты, за исключением раздела 3 первой статьи (не включенного в диссертацию). Вклады других соавторов в эти работы были следующими: К.В. Лотов – постановка задачи, обсуждение результатов, перевод на английский язык; А.П. Соседкин – усовершенствование моделирующей программы, М. Таку (студент) – совместная с соискателем работа над разделом 2 второй статьи. Вклад соискателя в работу

- K.V. Lotov and V.A. Minakov, Proton beam self-modulation seeded by electron bunch in plasma with density ramp. Plasma Phys. Control. Fusion 62, 115025 (2020) (10 стр.)

состоит в нахождении оптимального режима, который затем был проанализирован К.В. Лотовым. Вклад соискателя в статьи коллаборации AWAKE (9 статей) состоит в формировании представлений об ожидаемых результатах экспериментов (качественном предсказании результатов) и в создании базы данных возможных режимов, которая использовалась при подготовке экспериментальной установки AWAKE. Сведения об опубликованных работах изложены в диссертации достоверно.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. От официального оппонента Неруша Евгения Николаевича, кандидат физико-математических наук, старшего научного сотрудника отдела сверхбыстрых процессов Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук». В отзыве кратко описано содержание диссертации, научная значимость и новизна результатов, подчеркнута, что результаты численного моделирования находятся в хорошем соответствии с предсказаниями теории. В отзыве перечислены некоторые недостатки, которые, как указано, не влияют на общую положительную оценку работы. В отзыве указано, что диссертационная работа является законченным научным трудом, посвященным актуальной проблеме плазменного ускорения с использованием протонного драйвера, а основные выводы и научные положения обоснованы и корректны.
2. От официального оппонента Савельева-Трофимова Андрея Борисовича, профессора, доктора физико-математических наук, 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 кратко описывается содержание диссертации, подчеркивается научная новизна и значимость полученных результатов, а также высокая степень их достоверности. В отзыве имеются замечания, которые, как указано, не снижают общей положительной оценки работы и квалификации автора. Подчеркнуто, что диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, является законченной научно-квалификационной работой и полностью соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.
3. На автореферат имеется дополнительный отзыв от Голованова Антона Александровича, кандидата физико-математических наук, научного сотрудника отдела сверхбыстрых процессов Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук». В отзыве подчеркнуты актуальность работы и высокий уровень практической

значимости результатов работы, а также высказаны некоторые замечания, которые не влияют на общую положительную оценку автореферата. Отмечено, что автореферат достаточно полно отражает содержание проделанной работы и соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

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

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований **разработан** программный комплекс для проведения однопараметрического или многопараметрического поиска оптимальных режимов кильватерного ускорения. Комплекс использовался для нахождения оптимальных параметров пучка и плазмы для эксперимента AWAKE в ЦЕРНе на разных этапах его работы.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что **установлено** влияние на амплитуду кильватерной волны со стороны параметров пучка и плазмы, что позволило **раскрыть** физические эффекты, ограничивающие ее рост, а также **изучены** возникающие при взаимодействии пучка заряженных частиц с плазмой физические эффекты, такие как рост амплитуды ускоряющего поля из-за движения ионов плазмы и рост эмиттанса ускоряемого пучка, вызванный флуктуациями плотности драйвера.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что **определены** оптимальные параметры эксперимента AWAKE в ЦЕРНе.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила, что теория построена на известных, проверяемых данных, фактах и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации. **Установлено** количественное совпадение авторских результатов численных расчетов с результатами как численными, так и экспериментальными, представленными в независимых источниках.

**Личный вклад** соискателя состоит в непосредственном его участии в постановке задачи, проведении численных расчетов, анализе полученных данных, незначительной модификации численного кода, написании программного обеспечения для автоматизации большого числа расчетов, подготовке публикаций, а также в личном участии соискателя в апробации результатов исследования.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Необходимо провести дополнительное моделирование, с более частой сеткой, чтобы показать, что выбранный в работе размер шага сетки позволяет подавить численный рост эмиттанса.
2. Необходимо связать эффект увеличения ускоряющего поля из-за движения ионов с физической природой, не подменяя его «эффектом перераспределения энергии в волне», который также требует объяснения. Стоит помимо полной плотности потока энергии

рассмотреть и отдельные её составляющие, например, ионную и электромагнитную. Это может позволить лучше понять данный эффект.

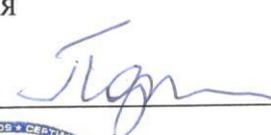
Соискатель Минаков В.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, согласился с замечаниями и прокомментировал их, приведя собственную аргументацию:

1. Расчет с ещё более мелкой сеткой был проведен и его результаты совпали с результатами расчета, который был показан в работе, а значит, численный рост эмиттанса пренебрежимо мал.
2. После обсуждения работы с официальным оппонентом Нерушем Е.Н. было проведено дополнительное моделирование, которое показало, что энергия приносится на ось вместе с ионами плазмы.

На заседании 08.04.2022 диссертационный совет принял решение за решение научной задачи, имеющей значение для развития плазменного кильватерного ускорения, присудить **Минакову В.А.** ученую степень **кандидата физико-математических наук**.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.3.9. Физика плазмы и 4 доктора наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за - 16, против - 0.

Заместитель председателя  
совета 24.1.162.02,

д.ф.-м.н., академик РАН  / Пархомчук Василий Васильевич /

Ученый секретарь диссертационного  
совета 24.1.162.02

д.ф.-м.н.

 / Багрянский Петр Андреевич /

11.04.2022

