

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.016.03
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 06.12.2019 № 5

О присуждении **АННЕНКОВУ ВЛАДИМИРУ ВАДИМОВИЧУ** учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «**Электромагнитная эмиссия в тонкой пучково-плазменной системе**» по специальности **01.04.08 – физика плазмы** принята к защите 12.09.2019 г., протоколом заседания № 2, диссертационного совета Д 003.016.03 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, 11, (Приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012 г., Приказ о частичном изменении совета № 569/нк от 01.07.2019 г.).

Соискатель Анненков Владимир Вадимович, 1992 года рождения. В 2015 году соискатель окончил физический факультет Новосибирского государственного университета. В 2019 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук. В настоящее время работает научным сотрудником лаборатории 10 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, Минобрнауки России.

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

Научный руководитель – доктор физико-математических наук **Тимофеев Игорь Валериевич**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория 9-0, ведущий научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

- 1. Попов Алексей Юрьевич** – доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт имени А.Ф.Иоффе Российской академии наук, лаборатория физики высокотемпературной плазмы, старший научный сотрудник, г. Санкт-Петербург;
- 2. Цап Юрий Теодорович** – доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Крымская

астрофизическая обсерватория Российской академии наук, Отдел физики Солнца и Солнечной системы, ведущий научный сотрудник, пгт. Научный; 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 заключении**, подписанном руководителем отдела 330, доктором физико-математических наук Игорем Юрьевичем Костюковым, указала, что диссертация выполнена на высоком научном уровне и является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержатся решения задач, имеющих существенное значение для развития отрасли знания, соответствующей специальности 01.04.08. Были высказаны замечания, которые не снижают общей положительной оценки работы.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 6 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 4 работы.

В рецензируемых изданиях из списка ВАК РФ

1. Annenkov V. V., Volchok E. P., Timofeev I. V. Generation of high-power electromagnetic radiation by a beam-driven plasma antenna // *Plasma Physics and Controlled Fusion*. — 2016. — Т. 58, No 4. — С. 045009.
2. Annenkov V. V., Timofeev I. V., Volchok E. P. Simulations of electromagnetic emissions produced in a thin plasma by a continuously injected electron beam // *Physics of Plasmas*. — 2016. — Т. 23, No 5. — С. 053101.7
3. High-power terahertz emission from a plasma penetrated by counterstreaming different-size electron beams / V. V. Annenkov [и др.] // *Physics of Plasmas*. — 2018. — Т. 25, No 11. — С. 113110.
4. Annenkov V. V., Timofeev I. V., Volchok E. P. Highly efficient electromagnetic emission during 100 keV electron beam relaxation in a thin magnetized plasma // *Physics of Plasmas*. — 2019. — Т. 26, No 6. — С. 063104.

В сборниках трудов конференций

5. Annenkov V. V., Timofeev I. V., Volchok E. P. Particle-in-cell simulation of 100 keV electron beam interaction with a thin magnetized plasma // *AIP Conference Proceedings*. Т. 1771. — AIP Publishing LLC AIP Publishing, 2016. — С. 070011.
6. Narrowband THz generation by colliding plasma waves with different transverse sizes / V. Annenkov [и др.] // 2018 43rd International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz). — IEEE, 2018. — С. 1—2.

На автореферат диссертации поступили два положительных отзыва. Первый отзыв подписан Афанасьевым Андреем Николаевичем, кандидатом физ.-мат. наук, научным сотрудником Отдела радиоастрофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук. В отзыве приводится краткий обзор содержания диссертации и отмечается практическая значимость представленных в диссертации исследований. Также высказан ряд замечаний к автореферату, связанных с малым освещением

упомянутой в его тексте возможности использовать изучаемый механизм генерации излучения при исследовании радиовсплесков II и III типов, а также недостаточно подробным описанием сценария формирования отдельных вспышек излучения и причины невозможности регистрации излучения в экспериментах при высоких значениях тока. Кроме того, имеется замечание к оформлению списка литературы. Отмечено, что высказанные замечания не влияют на безусловно положительную оценку диссертационной работы и автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 - «физика плазмы».

Второй отзыв подписан Потравновым Ильёй Сергеевичем, кандидатом физ.-мат. наук, научным сотрудником Лаборатории инфракрасных методов в астрофизике Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук. В отзыве содержится краткое описание содержания диссертации, а также указывается на возможность приложения изученных механизмов и развитых методов моделирования к интерпретации данных астрофизических наблюдений, в частности для диагностики вспышечного энерговыделения и физических условий в коронах Солнца и звёзд солнечного типа. Отмечается, что автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

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

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработан** двумерный численный код на основе метода частиц в ячейках, позволяющий моделировать непрерывную инжекцию релятивистского электронного пучка в горячую замагниченную плазму,
- **исследован** механизм генерации электромагнитного излучения электронным пучком, распространяющимся в тонком плазменном канале с модулированной плотностью (механизм пучково-плазменной антенны),
- **предложен** сценарий формирования отдельных вспышек излучения в экспериментах по релаксации тонких суб-релятивистских пучков в плазме на установке ГОЛ-3 (ИЯФ СО РАН),
- **показана** возможность генерации в плазме мощного ТГц излучения на второй гармонике плазменной частоты встречными электронными пучками с различными поперечными профилями с эффективностью порядка нескольких процентов от мощности пучков.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **впервые** задача о релаксации непрерывно инжектируемого релятивистского электронного пучка в горячей замагниченной плазме изучалась с помощью

двухмерного численного кода на базе метода частиц в ячейках на временах порядка $10000\omega_p^{-1}$;

- **доказана** возможность генерации электромагнитного излучения сталкивающимися в плазме электронными пучками с различными поперечными профилями;
- **предложена** аналитическая модель генерации электромагнитного излучения электронным пучком в плазменном канале с конечным поперечным размером и продольной модуляцией плотности.

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

- **разработаны и внедрены** методы численного моделирования непрерывной инжекции электронного пучка в замагниченную плазму;
- **найден** новый механизм генерации мощного узкополосного излучения в плазме;
- **определен** возможный сценарий релаксации электронного пучка в экспериментальных условиях на установке ГОЛ-3 (ИЯФ СО РАН).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **теория** построена в рамках фундаментальных физических уравнений и подтверждается результатами численного моделирования методом частиц в ячейках;
- для моделирования динамики плазмы **использован** современный численный код, протестированный на различных хорошо известных задачах;
- **установлено** качественное и количественное совпадение полученных результатов с данными лабораторных экспериментов на установке ГОЛ-3 (ИЯФ СО РАН).

Личный вклад соискателя состоит в: постановке задач, разработке численных алгоритмов моделирования динамики пучково-плазменного взаимодействия, проведении, а также обработке и интерпретации результатов всех численных расчётов, подготовке публикаций по выполненной работе.

На заседании 06.12.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить **Анненкову Владимиру Вадимовичу** ученую степень **кандидата физико-математических наук** по специальности **01.04.08 – физика плазмы**.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 19, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного
совета Д 003 016 03,
д. ф.-м. н.



_____/ А. А. Иванов /

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 003 016 03,
д. ф.-м. н.

_____/ П. А. Багрянский /