

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.238.01, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ ИМ. А.В. ГАПОНОВА-  
ГРЕХОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА  
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 20.05.2024 №193

О присуждении Артеменко Ивану Игоревичу, гражданину РФ,  
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Ионизационная инициация каскадов, спиновые и радиационные эффекты в сильных лазерных и плазменных полях» по специальности 1.3.9 – Физика плазмы принята к защите 19.02.2024, протокол № 189 диссертационным советом 24.1.238.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ о создании совета №717/нк от 09.11.2012.

Соискатель, Артеменко Иван Игоревич, 1994 года рождения, в 2019 году окончил ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», в 2023 году окончил аспирантуру ИПФ РАН, работает младшим научным сотрудником в ИПФ РАН. Диссертация выполнена в отделе сверхбыстрых процессов ИПФ РАН.

Научный руководитель - кандидат физ.-мат. наук, Неруш Евгений Николаевич, старший научный сотрудник отдела сверхбыстрых процессов ИПФ РАН.

Официальные оппоненты, Брантов Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отделения квантовой радиофизики, ФГБУН Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН и Пугачева Дарья Валерьевна, кандидат физико-математических наук, младший научный сотрудник, ФГБУН Объединенный институт высоких температур РАН дали положительные отзывы на диссертацию. Ведущая организация,

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», в своём положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук С.В. Попруженко и утверждённом директором ФГАОУ ВО НИЯУ МИФИ доктором физико-математических наук А.П. Кузнецовым, указала, что диссертация И.И. Артеменко удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9 - физика плазмы.

Соискатель имеет по теме диссертации 12 опубликованных работ, в том числе 6 статей в рецензируемых журналах. Наиболее значимыми работами являются:

1. *Artemenko I., Kostyukov I. Y.* Continuous-radiative-loss model for electron-spin dynamics in the radiation-dominated regime // *Physical Review A.* — 2023. — Vol. 108, no. 5. — P. 052206.
2. *Kostyukov I. Y., Artemenko I., Nerush E.* Growth rate of QED cascades in a rotating electric field // *Voprosy Atomnoj Nauki i Tekhniki.* — 2018. — P. 259–263.
3. *Artemenko I., Kostyukov I. Y.* Ionization-induced laser-driven QED cascade in noble gases // *Physical Review A.* — 2017. — Vol. 96, no. 3. — P. 032106.
4. *Artemenko I., Nerush E., Kostyukov I. Y.* Quasiclassical approach to synergic synchrotron–Cherenkov radiation in polarized vacuum // *New Journal of Physics.* — 2020. — Vol. 22, no. 9. — P. 093072.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов. Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Положительный отзыв ведущей организации содержит замечания: о возможности использования менее затратные в вычислительном отношении методы, чем PIC-коды; об отсутствии обсуждения влияния огибающей лазерного импульса в разделе 2.2 и роли мнимой части показателя преломления в разделе 2.3; о необходимости пояснения, почему в условиях, рассматриваемых в разделе 3.2, позитроны появляются даже в случае гелия.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. А.В. Брантова содержит, наряду с редакционными, замечания: о недостаточно четкой

формулировке первого и второго положений; о необходимости продемонстрировать важность учета реакции излучения на траектории частиц; о возможности получения других характеристик, помимо распределения частиц по энергии (глава 1); о необходимости пояснения, какой режим полевой ионизации доминирует в моделировании (глава 2).

Положительный отзыв официального оппонента к.ф.-м.н. Д.В. Пугачевой содержит замечание об отсутствии в явном виде значения длины пучка в первой части первой главы. Также отзыв содержит ряд вопросов: какие имеются ограничения на длину пучка и какие параметры пучка являются типичными для рассмотренной в первой части первой главы задачи; с чем связано различие в ступеньках на рисунке 12 в разделе 3.2.1; с чем связаны резкие колебания на рисунке 24.

Положительный отзыв на автореферат профессора кафедры математической физики и информационных технологий ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», д.ф.-м.н. В.Е. Чернова, наряду с редакционными замечаниями, содержит вопрос о возможности наблюдения обсуждаемых в диссертационной работе эффектов с помощью современных ускорительных систем.

Положительный отзыв на автореферат профессора ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», д.ф.-м.н. С.В. Рыжкова содержит следующее замечание: в третьей главе представляет интерес не только режим, где электрон теряет энергию, но и режим где электрон может сначала терять, а потом набирать энергию.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области физики плазмы и физики лазерно-плазменного взаимодействия, а одним из направлений работ ведущей организации является исследование квантово-электродинамических эффектов в сильных полях.

Диссертационный совет отмечает следующие результаты представленной диссертации:

- в приближении Фоккера-Планка для описания излучения пучка электронов в поле лазерного импульса показано, что для заданного

распределения лазерного поля существует распределение однородного магнитного поля, которое приводит к тому же спектру электронов после взаимодействия. С помощью численного моделирования продемонстрировано, что такая замена полей приводит к аналогичным распределениям электронов по энергиям даже за пределами применимости приближения Фоккера-Планка.

- построена численная модель, позволяющая описать как туннельный режим ионизации атома в сильном электромагнитном поле, так и режим подавления барьера. Результаты численного моделирования с использованием данной модели подтверждают предположение о том, что газы, содержащие атомы с более высоким зарядовым числом, лучше подходят для инициации квантово-электродинамического (КЭД) каскада;
- было продемонстрировано, что использование мюонов для исследования влияния поляризации вакуума на спектр синхротронного излучения более перспективно, чем использование электронов.

**Теоретическая значимость работы** состоит в получении выражений для “эквивалентного” магнитного поля в задаче лазерно-пучкового взаимодействия; в получении более точного выражения для скорости роста КЭД каскада; в исследовании влияния спиновых эффектов и эффектов поляризации вакуума на синхротронное излучение;

**Практическая значимость работы** обусловлена тем, что полученные аналитические соотношения и разработанные программы могут быть применены для планирования экспериментов по исследованию лазерно-плазменного взаимодействия.

**Достоверность результатов** исследования обусловлена использованием хорошо обоснованных физических и математических моделей. Полученные результаты согласуются с данными, представленными в современной научной литературе, а также с результатами численного моделирования на основе базовых физических принципов с использованием проверенных алгоритмов.

**Личный вклад соискателя** состоит в том, что основные результаты, представленные в диссертации, получены лично автором или при его непосредственном участии. Постановка задач, обсуждение и интерпретация

результатов проводились самостоятельно либо совместно с научным руководителем и соавторами. Автор самостоятельно разработал основные численные пакеты, используемые при получении результатов.

На все вопросы и замечания, высказанные в ходе защиты и содержащиеся в отзывах, И.И. Артеменко были даны ответы и комментарии.

На заседании от 20.05.2024 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития физики плазмы, присудить Артеменко И.И. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 24 человек, из них 6 докторов наук по специальности 1.3.9, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 24, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,  
академик РАН

Литвак Александр Григорьевич

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор физ.-мат. наук

Абубакиров Эдуард Булатович

20 мая 2024 г.

