



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН)

по диссертации Артеменко Ивана Игоревича «Ионизационная инициация каскадов, спиновые и радиационные эффекты в сильных лазерных и плазменных полях» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности: 1.3.9. Физика плазмы.

Работа выполнена в Отделе сверхбыстрых процессов (отд. 330) Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук».

Научный руководитель – Неруш Евгений Николаевич, кандидат физико-математических наук.

В 2019 г. соискатель ученой степени окончил магистратуру в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского" по направлению подготовки/ специальности 03.04.02 Физика.

В период с 01.09.2019 по 31.08.2023 обучался в аспирантуре Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук».

Свидетельство об окончании аспирантуры № 105200 00000005 от 10 июля 2023 года.

В период подготовки диссертации соискатель Артеменко Иван Игоревич работал младшим научным сотрудником отдела сверхбыстрых процессов (отд. 330) в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук».

Личное участие аспиранта в получении результатов, изложенных в диссертации

Автор внес основополагающий вклад в получение результатов, представленных в диссертации. Постановка задач и анализ полученных результатов проводились совместно с научным руководителем Е. Н. Нерушем при участии И. Ю. Костюкова.

Научная новизна и основные результаты диссертационного исследования

1. Исследовано излучение ультрарелятивистского электрона в приближении Фоккера-Планка, когда число излученных фотонов велико, а энергия каждого фотона много меньше энергии электрона, который его излучает. Найдена величина магнитного поля и время взаимодействия электрона с таким полем, при которых спектры электронов в таком поле совпадают со спектрами электронов, взаимодействующих с лазерным полем.

2. Было продемонстрировано, что влияние действительной части показателя преломления поляризованного вакуума, на спектр излучения электрона, в области параметров, где справедливо использование теории возмущений, чрезвычайно мало.

3. Было продемонстрировано, что мюоны являются перспективными для исследования влияния вещественной части показателя преломления поляризованного вакуума.

4. Построена физически более корректная численная модель для описания полевой ионизации. Результаты численного моделирования, с использованием данной модели, подтверждают предположение о том, что более тяжелые газы лучше подходят в качестве затравки для инициации КЭД каскада.

5. Получено выражение для эволюции спина в постоянном магнитном поле, в режиме, когда пренебрегать изменением энергии электрона нельзя.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность результатов диссертационного исследования обусловлена использованием проверенных физических моделей и математически строгих теоретических моделей. Результаты сопоставлялись с результатами, полученными с помощью различных проверенных численных методов, в частности трехмерного численного моделирования, основанного на фундаментальных физических принципах, а также с результатами, полученными ранее другими авторами. Результаты работы представлены в известных физических журналах и докладывались на ряде всероссийских и международных конференциях.

Практическая и теоретическая значимость результатов исследования

1. Полученное соответствие между магнитным и лазерным полями и между длительностью лазерного поля и длительностью взаимодействия с постоянным магнитным полем справедливо далеко за пределами применимости приближения Фоккера-Планка и может быть использовано для получения аналитических и численных результатов в задачах, где получение результата напрямую очень сложно.

2. Получены условия, при которых можно наблюдать изменение в спектрах электронов и мюонов, при учете вещественной части показателя преломления поляризованного вакуума. Полученные оценки могут помочь в будущих экспериментах по исследованию взаимодействия заряженных частиц высокой энергии со сверхсильными электромагнитными полями.

3. Алгоритм для учета полевой ионизации в PIC моделировании, построенный в данной работе, а также результаты, полученные с помощью этого алгоритма, могут быть полезными при планировании экспериментов по генерации КЭД каскадов, когда в качестве мишени используется идеальный газ.

4. Выражение для скорости роста КЭД каскада, вычисленное в данной работе, может служить удобным инструментом для получения аналитических оценок в задачах о генерации КЭД каскадов в сильных лазерных полях.

5. Выражение для эволюции вектора спина электрона во времени, при движении в постоянном магнитном поле, полученное в данной работе может быть полезным для проверки правильности работы численных схем, где моделируется спиновая динамика частиц в электромагнитных полях.

Список работ, опубликованных в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук

1. Formation and dynamics of a plasma in superstrong laser fields including radiative and quantum electrodynamics effects / I. I. Artemenko [и др.] // JETP letters. — 2016. — Т. 104, № 12. — С. 883—891.
2. Global constant field approximation for radiation reaction in collision of high-intensity laser pulse with electron beam / II Artemenko, MS Krygin, DA Serebryakov et al. // Plasma Physics and Controlled Fusion. -- 2019. -- Vol. 61, no. 7. -- P. 074003.
3. Artemenko, II Ionization-induced laser-driven QED cascade in noble gases / II Artemenko, I Yu Kostyukov // Physical Review A. -- 2017. -- Vol. 96, no. 3. -- P. 032106.
4. Artemenko, II. Quasiclassical approach to synergic synchrotron-Cherenkov radiation in polarized vacuum / II Artemenko, EN Nerush, I Yu Kostyukov // New Journal of Physics. -- 2020. -- Vol. 22, no. 9. -- P. 093072.
5. Kostyukov, I Yu. Growth rate of QED cascades in a rotating electric field / I Yu Kostyukov, II Artemenko, EN Nerush // Voprosy Atomnoj Nauki i Tekhniki. -- 2018. -- Pp. 256--263.

Работа аспиранта представляет высокую научную ценность. Материалы диссертации в работах, опубликованных соискателем ученой степени, изложены полно. Ссылки на отдельные результаты, в том числе работы, выполненные аспирантом в соавторстве, оформлены корректно.

Научная специальность, которой соответствует диссертация: 1.3.9. Физика плазмы.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертация соответствует критериям, установленным в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 23 августа 1996 года № 127-ФЗ "О науке и государственной научно-технической политике".

Диссертация «Ионизационная инициация каскадов, спиновые и радиационные эффекты в сильных лазерных и плазменных полях» Артеменко Ивана Игоревича

рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности: 1.3.9. Физика плазмы.

Настоящее заключение составлено на основании решения Ученого совета отделения нелинейной динамики и оптики по проведению итоговой аттестации по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности: 1.3.9. Физика плазмы.

Присутствовало на заседании 16 чел.

Результаты голосования: «за» — 16 чел., «против» — 0 чел., «воздержалось» — 0 чел.
протокол № 11 от « 30 » июня 2023 г.



Коржиманов Артем Владимирович,
кандидат физико-математических наук,
Учёный секретарь отделения нелинейной динамики
и оптики, зам.зав.отделом 330