

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Самсонова Александра Сергеевича «Влияние реакции излучения и генерации электрон-позитронных пар на взаимодействие лазерного излучения и потоков заряженных частиц с веществом» на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9. – Физика плазмы.

Я знаю Самсонова А.С. с 3-го курса ННГУ, когда он начал работать в нашей научной группе. Он успешно выполнил дипломную работу «Динамика частиц в электромагнитном поле в условиях сильных радиационных потерь» на соискание степени бакалавра. В рамках работы Самсонов А.С. принимал участие в разработке теории, описывающей движение заряженной частицы в экстремально сильных электромагнитных полях произвольной конфигурации с учетом силы реакции излучения. Результаты были опубликованы в журнале *Physical Review A*. В течение магистерской программы Самсонов А.С. выполнял научную работу связанную с развитием КЭД каскадов при взаимодействии мощного лазерного излучения с твердотельной мишенью. Результаты исследования были опубликованы в журнале *Scientific Reports*.

Темой диссертационной работы Самсонова А.С. является исследование потоков электромагнитной энергии сверхвысокой интенсивности с веществом, которое имеет важные приложения как в физике плазмы, так и в астрофизике. Такие потоки могут быть сформированы мощным лазерным излучением и пучками заряженных частиц высокой энергии. В этом случае важную роль могут играть квантово-электродинамические эффекты. Данная тематика имеет большое фундаментальное и прикладное значение, а в связи с развитием лазерных и пучковых технологий, а также строительством мощных лазерных и ускорительных систем, в последнее время вызывает еще и огромный интерес.

В диссертационной работе Самсонова А.С. получен ряд новых и важных результатов в области физики плазмы и физики сверхсильных электромагнитных полей, имеющих отношение как к динамике отдельной частицы, так и к коллективным эффектам. Среди них можно выделить следующие:

- 1) Теоретически удалось показать, что траектории заряженных частиц в сильных электромагнитных полях притягиваются к так называемой асимптотической траектории, соответствующей минимальным радиационным потерям. Были выведены уравнения движения частицы с учетом реакции излучения и построены их решения в некоторых частных случаях. Результаты теории проверены с помощью численного интегрирования точных уравнений движения.
- 2) Продемонстрировано, что квантово-электродинамический каскад может развиваться при определенных условиях и в электромагнитных полях, близких по конфигурации к плоской волне. Была разработана аналитическая модель развития каскада в таких условиях. Предсказания модели находится в хорошем согласии с результатами трехмерного численного моделирования.
- 3) Был вычислен темп разрушения пучка при столкновениях пучков с противоположным знаком с учетом реакции излучения. Построена модель, описывающая динамику огибающей пучка в процессе столкновения. Показано, что реакция излучения увеличивает темп разрушения. Предсказания модели подтверждены результатами 3D QED-PIC моделирования.
- 4) Разработана аналитическая модель, описывающая конверсию энергии ультрарелятивистского электронного пучка в энергию гамма-излучения при взаимодействии пучка с твердотельной мишенью. Предсказания модели подтверждены результатами 3D QED-PIC моделирования. Для повышения точности моделирования была разработана и реализована в коде QUILL схема для численного решения уравнений Максвелла, эффективно подавляющая численную черенковскую неустойчивость.

Разработанные в диссертационной работе аналитические результаты проверялись с помощью полномасштабного численного моделирования, основанного на интегрировании фундаментальных исходных уравнений. Полученные результаты могут быть использованы при анализе экспериментов в физике сильных электромагнитных полей, физике плазмы, а также при анализе астрофизических явлений.

В рамках работы над диссертацией Самсонов А.С. провел анализ и классификацию результатов большого количества статей. Самсонов А.С. проявил высокий уровень владения методами теоретической физики, методами численного моделирования, а также эрудицию, изобретательность, аккуратность при выполнении сложных расчетов и высокую работоспособность. Он много раз успешно представлял результаты исследований (в том числе, в устных докладах) на российских и международных конференциях. По теме диссертации Самсонов А.С. вместе с соавторами опубликовал 10 статей в рецензируемых высокорейтинговых российских и международных изданиях, таких как Physical Review A, New Journal of Physics, Scientific Reports, Письма в ЖЭТФ и другие. В 8 из 10 статей он является первым автором, что выражает его определяющий вклад в эти работы. Следует также отметить, что он несколько раз приглашался рецензировать статьи таким авторитетным физическим журналом, как Physical Review D, что свидетельствует о его высоком авторитете в научном сообществе. Таким образом компетентность Самсонова А.С., как будущего исследователя, не вызывает сомнений.

Считаю, что диссертация м.н.с Самсонова Александра Сергеевича «Влияние реакции излучения и генерации электрон-позитронных пар» удовлетворяет требованиям ВАК Минобрнауки РФ, а соискатель заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9. – Физика плазмы.

Научный руководитель:
заведующий отделом сверхбыстрых процессов
доктор физико-математических наук



Костюков Игорь Юрьевич

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр Институт прикладной
физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии
наук» (ИПФ РАН)
603950, г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46
Телефон (831) 416-48-31
Адрес электронной почты kost@ipfran.ru

Подпись Костюкова И.Ю. заверяю
Ученый секретарь ИПФ РАН

м.п.



И.В. Корюкин
(расшифровка подписи)

25.09.2023