

Отзыв
официального оппонента на диссертацию
Гоголева Сергея Юрьевича
«КОГЕРЕНТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ
ВАВИЛОВА-ЧЕРЕНКОВА РЕЛЯТИВИСТСКИХ
ЭЛЕКТРОННЫХ СГУСТКОВ В РАДИАТОРАХ
КОНЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 — Физика атомного ядра и элементарных частиц.

В диссертационной работе Гоголева С.Ю. изучается механизм излучения Вавилова-Черенкова, реализующийся в оптической области спектра при взаимодействии пучка электронов с однородными немагнитными прозрачными средами в различной геометрии построения радиатора. Работа в основном имеет теоретический характер, при этом, поставленные задачи ориентированы на дальнейшее прикладное применение в области развития методов диагностики пучков заряженных частиц. Диссертация состоит из пяти взаимосвязанных разделов и содержит всю необходимую информацию в рамках требований к диссертационным исследованиям.

Актуальность работы обосновывается двумя существующими проблемами развития современной ускорительной техники – разработка новых подходов к диагностике импульсных пучков ускоренных заряженных частиц со сверхкороткой длительностью импульса (длительность импульса менее 1 пс) и разработка моделей для описания когерентного излучения, генерирующегося при взаимодействии сверхкоротких импульсов ускоренных заряженных частиц с веществом. Результаты, полученные автором, вносят существенный вклад в оба указанных направления.

Содержание диссертации

Во введении обосновывается актуальность исследований, проводимых в рамках данной диссертационной работы, приводится краткий обзор научной литературы по изучаемой проблеме, формулируется цель, ставятся задачи работы, сформулированы научная новизна и практическая значимость представляемой работы.

В первой главе диссертации приводится изложение метода поляризационных токов для немагнитных, однородных и изотропных сред, в частности, обладающих частотной дисперсией. Представлены основные ограничения рассматриваемого метода. В частности, метод поляризационных токов должен удовлетворять пределам применимости макроскопического подхода классической электродинамики. Кроме того, для корректного использования метода необходимо, чтобы мишень обладала резкими границами раздела двух сред.

Во второй главе выполняется исследование азимутального распределения оптического излучения Вавилова-Черенкова (ИВЧ) и радиационных потерь на оптическое ИВЧ на единицу длины траектории для случая, когда заряд в вакууме движется параллельно бесконечной и плоской поверхности диэлектрика и когда заряд взаимодействует с неоднородностью в виде передней входной грани радиатора конечной толщины. Представленные аналитические выкладки достаточно удобны для анализа свойств ИВЧ.

В третьей главе проводится исследование азимутального распределения излучения Вавилова-Черенкова, возникающего при наклонном пролёте заряженной частицы через радиатор с конечной толщиной и безграничными поперечными размерами и проводится сравнение

полученных выражений с известным результатом В.Е.Пафомова (метод изображений). Глава состоит из двух основных разделов. В первом разделе исследуется традиционный механизм ИВЧ, когда заряженная частица при наклонном пролёте пересекает радиатор конечной толщины. Во втором разделе получены основные выражения для спектрально-угловой плотности энергии когерентного поляризованного излучения в вакууме, вышедшего из передней грани пластины, возникающего при наклонном пролёте сгустка заряженных частиц с нормальным распределением вблизи диэлектрической пластины.

В четвертой главе диссертации проведено исследование спектрально-угловых характеристик когерентного ИВЧ в субмиллиметровом диапазоне на примере конической мишени с внутренним вакуумным каналом. На примере сгустка заряженных частиц с нормальным распределением в продольном направлении показано, что мишень с дисперсионными свойствами в субмиллиметровом диапазоне может служить энергодисперсионным элементом, с помощью которой можно измерять угловое распределение когерентного ИВЧ, тем самым, определяя длину субпикосекундного сгустка заряженных частиц.

В пятой главе диссертации проводится исследование спектрально-угловых характеристик когерентного ИВЧ, которое генерируется коротким электронным сгустком, движущимся через мишень. Получено выражение, позволяющее рассчитывать спектрально-угловое распределение энергии поляризованного излучения для радиатора с конечными поперечными и продольными размерами. Также, в главе исследуется угловое распределение когерентного ИВЧ для сгустка заряженных частиц с асимметричным распределением заряда.

Научная новизна и практическая значимость работы определяется обнаруженными новыми явлениями, основой которых является механизм излучения Вавилова-Черенкова. Достаточно высокий уровень публикаций автора по тематике исследований подтверждает научную новизну и значимость полученных результатов. Возможность прикладного использования полученных результатов обосновывается возможностями применения результатов для решения задач, связанных с разработкой интенсивных источников электромагнитного излучения и разработкой новых подходов к диагностике импульсных пучков ускоренных заряженных частиц современных ускорителей.

Достоверность полученных в работе результатов определяется неоднократным обсуждением результатов работы на международных конференциях, публикацией в престижных научных журналах, использованием апробированных подходов математической физики и теории излучения заряженных частиц.

Замечания

Несмотря на отмеченную ценность полученных результатов, работа имеет следующие недостатки:

1. Представленные на рисунках 2.2 и 2.3 азимутальные распределения интенсивности оптического ИВЧ содержат особенность, связанную с отличной от нуля интенсивностью излучения при угле наблюдения 0 градусов при определённых параметрах рассматриваемой задачи. Какая физическая причина появления излучения в направлении распространения излучающей частицы?
2. В работе обсуждаются возможности применения полученных результатов для диагностики пучков современных ускорителей. Какие ограничения на применимость результатов можно было бы ожидать?

3. При наклонном взаимодействии излучающей частицы с мишенями не принято во внимание влияние многократного рассеяния частицы в мишени, что могло бы оказать значительное влияние на исследуемые процессы.

Указанные замечания не снижают ценности полученных результатов и не противоречат защищаемым положениям.

Подводя итог необходимо отметить, что все основные результаты работы являются новыми и вносят существенный вклад в развитие физики атомного ядра и элементарных частиц, а полученные результаты соответствуют поставленным задачам и находятся на высоком научном уровне, что подтверждается достаточным количеством научных статей и участием в международных конференциях. Диссертация в целом представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой достигнуты все поставленные цели. Полученные результаты доказывают положения, выносимые на защиту. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. Материалы диссертационного исследования достаточно полно опубликованы автором и представлены на ведущих конференциях по тематике исследований. Диссертация соответствует паспорту научной специальности 01.04.16 — Физика атомного ядра и элементарных частиц.

Считаю, что диссертационная работа актуальна, обладает достаточной научной новизной, представляет научный и практический интерес, полностью соответствует требованиям п.п. 8-10 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», утвержденным Приказом Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» от 06 декабря 2018 г. № 93/од. Автор диссертации

С.Ю. Гоголев заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 — Физика атомного ядра и элементарных частиц.

Доктор физико-математических наук,
заведующий международной
научно-образовательной лабораторией
радиационной физики НИУ «БелГУ»

Кубанкин Александр Сергеевич

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет». Международная научно-образовательная лаборатория радиационной физики, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 15, Тел. +7(920) 593-33-36; email: kubankin@bsu.edu.ru

