

В диссертационный совет Д 212.232.44
от Тюхтина Андрея Викторовича
Адрес: 198302, Санкт-Петербург,
пр. Стачек, д.101, корп.1, кв.615
Телефон: +7 921 339 76 81
Электронная почта: a.tyuhitin@spbu.ru
Место работы: Санкт-Петербургский
государственный университет
Должность: профессор

**Отзыв научного руководителя
на диссертационное исследование А.А. Григорьевой
«Трансформация мод и излучение зарядов в круглом
волноводе с однородной и двухслойной областями»,
представленное на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.03 — «Радиофизика»**

Диссертационная работа А.А. Григорьевой, в основном, посвящена аналитическому и численному исследованию процессов излучения заряженных частиц в волноводах с частичным диэлектрическим заполнением и поперечными границами. Однако анализируются также и задачи в традиционной для теории волноводов постановке, когда падающее на поперечную границу поле представляет собой отдельную волноводную моду.

Данная тематика представляет интерес как для развития фундаментальной области радиофизики – теории волноведущих структур с заполнением – так и для ряда приложений. Среди них можно назвать разработку новых методов генерации терагерцового и гигагерцового излучения, развитие кильватерного метода ускорения заряженных частиц, развитие новых способов диагностик пучков частиц. Актуальность тематики подчеркивается тем, что известные к настоящему времени структуры, предназначенные, частности, для целей кильватерного ускорения, имеют относительно небольшую длину, так как изготавливаются из весьма непростых в обращении и дорогостоящих материалов (металлокерамики, искусственный алмаз и др.). Поэтому исследование взаимодействия поля пучка частиц с поперечными границами представляется весьма существенным для приложений. Между тем, в литературе при анализе задач с пучковым возбуждением таких структур, как правило, ограничиваются рассмотрением бесконечного регулярного волновода. В тех редких случаях, когда рассматривается поперечная граница раздела в волноводе, возбуждаемом пучком заряженных частиц, речь обычно идет о контакте двух

поперечно однородных областей. Между тем, пучок движется в вакуумном канале, наличие которого принципиально усложняет решение подобных задач.

В работе рассмотрено несколько задач описанного выше типа. Прежде всего, анализируется взаимодействие волноводной моды с границей между однородной и двухслойной областями. При этом рассматривается падение моды как со стороны однородной области, так и со стороны двухслойной области. Основное внимание уделяется такой ситуации, когда однородная область и центральная часть двухслойной области являются вакуумными. Задача решается с помощью разложений отраженного и проходящего полей по собственным функциям поперечных операторов. Коэффициенты в разложениях определяются бесконечной системой алгебраических уравнений. Проведенное аналитическое исследование, а также численный анализ, позволили сделать ряд существенных физических выводов. К примеру, было показано, что даже при задании эванесцентной (местной) падающей волны происходит генерация распространяющихся мод в отраженном и проходящем полях.

Далее анализируется излучение заряда, который вылетает из двухслойной области и влетает в чисто вакуумную область. При этом предполагается, что в двухслойной области выполнено условие генерации излучения Вавилова-Черенкова. Решение такого рода задач значительно сложнее, чем при задании отдельной падающей моды. Излучение является не монохроматическим. Его основная часть, имеющая дискретный частотный спектр, представляется в виде двойной суммы (по частотам и модам). Главное внимание в данной задаче уделяется наиболее интересному эффекту – выходу излучения Вавилова-Черенкова в вакуумную область (его можно назвать черенковско-переходным излучением). Особое внимание к этому процессу объясняется тем, что подобный источник излучения может рассматриваться как возможный конкурент для традиционных источников излучения в высокочастотной электронике. Кроме аналитического исследования, в работе приведен ряд численных примеров. Они показывают, в частности, что возможна реализация как мультичастотного, так и монохроматического черенковско-переходного излучения.

Третья глава посвящена исследованию задачи, сходной с рассмотренной во второй главе, однако с той разницей, что теперь точечный заряд влетает в двухслойную область волновода. При этом особое внимание уделяется части поля излучения с дискретным частотным спектром в двухслойной области. В случае неограниченного волновода данное поле представляет собой излучение Вавилова-Черенкова, которое в волноводах зачастую называется кильватерным полем. В работе показано, что, при наличии границы вакуум – двухслойная область, это поле становится «редуцированным»: оно состоит из цугов, длина которых определяется групповыми скоростями соответствующих мод. Процесс «отрезания» мод может носить весьма сложный характер (примеры такого процесса приведены в работе).

Полученные в диссертации результаты указывают на существенную значимость работы для развития фундаментальных представлений об излучении частиц в волноводных структурах. Результаты представляют ценность и для ряда приложений в ускорительной физике и высокочастотной электронике.

Основные результаты опубликованы в двух статьях в ведущих международных журналах, входящих в базы данных "Web of Science" и "Scopus", и в одной статье в журнале из списка ВАК. Они докладывались на многих конференциях (отмечу, что труды некоторых из них индексируются в базе "Scopus"). Почти на всех конференциях А.А. Григорьева лично представляла свои результаты.

В процессе работы над диссертацией А.А. Григорьева проявила себя как сформировавшийся исследователь, хорошо владеющий как аналитическими, так и численными методами. Ее вклад в работу был решающим. Выбор методов исследования и обсуждение получаемых результатов проводились нами совместно, а наиболее трудоемкая часть работы – получение аналитических результатов и разработка на их основе численных алгоритмов – была проделана А.А. Григорьевой практически самостоятельно.

Оценивая работу А.А. Григорьевой в целом, хочу отметить, что, по моему мнению, она представляет собой достаточно объемное, законченное и вполне оригинальное исследование, представляющее ценность как для теории процессов излучения заряженных частиц и пучков частиц, так и для потенциальных приложений. Диссертация полностью соответствует специальности 01.04.03 — «Радиофизика».

На основании всего сказанного полагаю, что работа А.А. Григорьевой «Трансформация мод и излучение зарядов в круглом волноводе с однородной и двухслойной областями» может быть представлена к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 — «Радиофизика».

Научный руководитель
доктор физ.-мат. наук, профессор СПбГУ

А.В. Тютин

ЛИЧНО ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ
НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА
Н. И. МАШТЕРА

