

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заместителя декана  
Физического факультета СПбГУ  
(должность)



А.В. Титов

(подпись)

(инициалы, фамилия)

«10» 04.2024

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

По итогам рассмотрения и обсуждения  
диссертации Симакова Евгения Сергеевича  
(ф.и.о. соискателя ученой степени)  
представленной на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук  
Ученая степень  
по теме «Излучение пучков заряженных частиц в присутствии проводящих гофрированных структур с малым периодом»  
(тема диссертации)  
по научной специальности 1.3.4. «Радиофизика»  
шифр и наименование научной специальности (научных специальностей)  
и выполненной в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», кафедра радиофизики, год представления 2024,  
наименование организации и год представления  
а также представленных соискателем научных публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, приняты следующие решения, замечания и рекомендации:

---

**Актуальность** темы диссертации обусловлена, с одной стороны, тем, что исследования по данной теме представляют интерес для развития фундаментальных представлений о процессах излучения пучков частиц в присутствии периодических структур. С другой стороны, тема работы важна для потенциальных приложений. Излучение, генерируемое пучками в присутствии рассматриваемых структур, может использоваться для диагностики пучков частиц. Кроме того, данные структуры представляют интерес для создания источников гигагерцевого и терагерцевого излучения, а также могут использоваться в методе кильватерного ускорения заряженных частиц, являясь альтернативой гладкому волноводу с диэлектрическим заполнением.

**Научная новизна** работы состоит в следующем.

- Впервые исследовано (аналитически и численно) электромагнитное поле тонкого пучка заряженных частиц при его движении в присутствии безграничной планарной гофрированной структуры, период которой существенно меньше длин рассматриваемых электромагнитных волн. При этом анализировались два вида гофрирования: мелкое гофрирование, когда глубина гофры сравнима с периодом структуры, и глубокое гофрирование, когда глубина имеет тот же порядок, что и обратное волновое число. Для обоих типов гофрирования изучены два варианта движения пучка: движение вдоль структуры перпендикулярно направлению гофрирования и движение сквозь структуру перпендикулярно ей.
- Впервые исследовано (аналитически и численно) электромагнитное поле тонкого пучка заряженных частиц при его движении вдоль оси цилиндрического волновода с глубокогофрированной стенкой, период которой существенно меньше длин рассматриваемых электромагнитных волн. Также впервые решена задача дифракции возбуждаемой волноводной моды на открытом конце рассматриваемого волновода.

**Научная и практическая значимость** работы состоит в аналитическом и численном исследовании процессов излучения пучков частиц в описанных выше условиях. В этой связи можно выделить:

- описание поверхностных волн на безграничной планарной гофрированной структуре при движении пучка вдоль структуры или сквозь нее (для случаев мелкого и глубокого гофрирования);
- описание объемного излучения, генерируемого зарядом при пролете безграничной гофрированной планарной структуры (для случаев мелкого и глубокого гофрирования);
- описание беспорогового излучения заряда при его движении вдоль оси бесконечного цилиндрического волновода с глубокогофрированной стенкой, а также анализ дифракции моды данного излучения на открытом конце цилиндрического глубокогофрированного волновода.

Результаты исследования могут быть полезны для развития новых методов диагностики пучков заряженных частиц. Они показывают, что рассматриваемые структуры позволяют генерировать электромагнитные поля, пространственные распределения которых содержат информацию о размере пучка и о распределении заряда в нем. Это позволяет разрабатывать новые методы диагностики пучков, которые могут быть неразрушающими по отношению к пучку. Кроме того, исследуемые структуры представляют интерес для создания источников мощного излучения на гигагерцевых и терагерцевых частотах, которое может послужить альтернативой волновым кильватерным полям, генерируемым зарядами в волноводных структурах с диэлектрическим заполнением. Полученные результаты могут быть использованы для расчетов полей пучков частиц с помощью алгоритмов, основанных на аналитическом решении уравнений Максвелла, без затраты большого количества вычислительных ресурсов.

**Обоснованность и достоверность** полученных результатов обеспечивается посредством применения строгих и асимптотических аналитических методов электродинамики, математической физики, теории функции комплексной переменной и теории волноводов. Полученные результаты проверялись с помощью предельных переходов к известным из литературы задачам. В некоторых частных ситуациях была проведена проверка путем сравнения с результатами численного моделирования.

**Личное участие автора в получении результатов** заключается в проведении аналитического и численного исследования вышеупомянутых задач. Автором проведены все аналитические расчеты и на их основе разработаны компьютерные программы. Автор участвовал (совместно с научным руководителем) в выборе применяемых методов исследования, анализе получаемых результатов и подготовке публикаций.

**Полнота изложения материалов диссертации в публикациях и апробация работы.** По материалам диссертации опубликованы 5 статей в ведущих международных рецензируемых физических журналах, входящих в перечень ВАК и базы данных РИНЦ, Web of Science и Scopus. Все положения, выносимые на защиту, нашли свое отражение в данных публикациях. Результаты работы докладывались и обсуждались на 7 российских и международных конференциях.

Диссертационное исследование Симакова Евгения Сергеевича «Излучение пучков заряженных частиц в присутствии проводящих гофрированных структур с малым периодом» соответствует паспорту научной специальности 1.3.4. «Радиофизика» и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

---

Нарушения со стороны Симакова Евгения Сергеевича

ФИО соискателя

п. 11 Приказа СПбГУ от «19» ноября 2021 г. №11181/1

не выявлены

не выявлены, выявлены

и Приказа СПбГУ от 03.07.2023 № 9287/1

не выявлены.

не выявлены, выявлены

Все основные выносимые на защиту научные материалы диссертации опубликованы в предложенных соискателем статьях.

**Коллектив сотрудников** кафедры радиофизики Физического факультета СПбГУ

наименование подразделения

рекомендовал

**диссертацию** Симакова Евгения Сергеевича

фио соискателя

**по теме** «Излучение пучков заряженных частиц в присутствии проводящих гофрированных структур с малым периодом»

тема диссертации

**к защите на соискание ученой степени**

кандидата физико-математических наук

ученая степень

**по научной специальности** 1.3.4. «Радиофизика».

шифр и наименование научной специальности (научных специальностей)

---

При проведении голосования коллектива сотрудников подразделения (протокол заседания № 44/12/10-02-2 от 09.04.2024) в количестве 16 человек, участвовавших в заседании из 18 человек штатного состава:

Проголосовали «за»: 16,  
«против»: 0,  
«воздержались»: 0.

Подписал:

Профессор,  
заведующий кафедрой радиофизики  
*(должность)*  
Физический факультет СПбГУ  
*(наименование структурного*  
*подразделения)*  
доктор физ.-мат. наук  
*(ученая степень)*  
старший научный сотрудник  
*(ученое звание)*

*А.В. Тюхтин*  
*(подпись)*

/А.В. Тюхтин/ 09.04.2024

*Расшифровка подписи, дата*

