

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Киселева Алексея Прохоровича
на диссертацию Симакова Евгения Сергеевича
«Излучение пучков заряженных частиц в присутствии проводящих гофрированных
структур с малым периодом»,
представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических
наук
по специальности 1.3.4 Радиофизика.

В работе Евгения Сергеевича Симакова исследуется излучение пучков заряженных частиц, движущихся в присутствии проводящих периодических гофрированных структур. Основное внимание уделено длинноволновому случаю, когда длины волн сильно превышают период гофрировки. В данном приближении рассматриваемая структура может быть описана с помощью эффективных (или, как еще говорят, эквивалентных) граничных условий, которые были получены в книге Нефедова и Сивова (1977). Длинноволновой случай, исследованный гораздо меньше, чем резонансный (когда длина волны излучения соизмерима с периодом структуры), привлекателен для теоретика как поприще для применения аналитических и асимптотических приемов, приводящих к легко обозримым результатам. И сказанное, и то, что полученные результаты могут быть использованы для диагностики пучков, свидетельствуют об актуальности исследования. Перейдем к анализу по главам.

В первой главе рассматривается равномерное движение заряженного пучка вблизи планарной структуры, глубина гофрирования которой существенно меньше длины волны излучения. По отдельности анализируются задачи 1) о движении пучка вдоль структуры перпендикулярно канавкам гофры и 2) сквозь структуру перпендикулярно к ней. Показано, что в продольном случае при ультрарелятивистском движении пучка могут генерироваться поверхностные волны (а при меньших скоростях - нет). При сквозном же движении заряда, для любой его скорости, волновое поле состоит из поверхностных и объемных волн. В обеих задачах проведен подробный аналитический анализ излученного поля, получены явные формулы для него, что позволило дать его качественный анализ. Показано, каким образом по структуре поверхностных волн можно судить о форме пучка и о его длине.

Во второй главе анализируются аналогичные задачи в ситуации, когда глубина гофрированной поверхности имеет тот же порядок, что и обратное волновое число (глубокое гофрирование). Как и в уже разобранным случае, при продольном движении пучка возбуждаются поверхностные волны, а при сквозном – поверхностные и объемные. Эквивалентные граничные условия для глубокогогофрированной структуры существенно отличны от условий для мелкой гофры. Это различие сильно сказывается на свойствах генерируемого излучения. В частности, с ростом глубины гофры диаграмма направленности излучения (как объемного, так и поверхностного) становится более вытянутой в направлении гофрирования. При продольном движении заряда вдоль глубокой гофры генерация поверхностных волн происходит в гораздо более широком диапазоне скоростей пучка по сравнению со случаем мелкой гофры. Ценным представляется наблюдение, что глубокая гофра способствует генерации более интенсивных поверхностных волн. Структура поверхностной волны при этом усложняется, что

затруднило бы ее использование для определения параметров пучка. Указаны условия, при которых поверхностная волна может быть использована для диагностики, впрочем, с меньшим успехом чем в случае мелкой гофры.

В третьей главе исследуется излучение пучка заряженных частиц, движущегося вдоль оси цилиндрического волновода с глубокогофрированной стенкой (случай мелкой гофры изучен коллегами диссертанта). Сначала анализируется сравнительно простая задача о бесконечном волноводе. Показано, что излучение заряда существует позади него и состоит из бесконечного числа волноводных мод. Основное внимание, что естественно, уделяется первой (имеющей наименьшую частоту) моде. Изучаются зависимости поля моды от параметров гофрирования и скорости заряда. Далее рассматривается аналог знаменитой задачи Вайнштейна о дифракции волноводной моды на открытом конце цилиндрического глубокогофрированного волновода с фланцем, естественно, методом Винера-Хопфа. В итоге получены интегральные представления для поля вне волновода и исследовано поведение данного поля в дальней зоне. В частности, построены и проанализированы типичные диаграммы направленности.

Полученные в диссертации результаты являются новыми и представляют существенный интерес для развития фундаментальных представлений о процессах излучения пучков частиц в периодических структурах. Результаты могут быть полезны и для приложений, среди которых выделяется развитие невозмущающих методов диагностики пучков частиц.

Отметим самые существенные новые результаты, свидетельствующие о научной и практической значимости работы:

- Проведено аналитическое и численное исследование излучения пучка заряженных частиц при его движении вдоль мелкогофрированной планарной поверхности и сквозь нее, при этом описано возбуждение поверхностных электромагнитных волн и установлена возможность диагностики пучка с их помощью;

- Проведено аналитическое и численное исследование аналогичных задач с глубокогофрированной структурой; детально описаны генерируемые поверхностные волны и объемное излучение при пролете заряда сквозь поверхность; описаны отличия от случая мелкой гофры; указаны возможные применения структуры электромагнитного поля поверхностной волны для диагностики пучков;

- Проведено аналитическое и численное исследование излучения пучка заряженных частиц при его движении вдоль оси бесконечного цилиндрического волновода с глубокогофрированной стенкой; дан анализ дифракции моды этого излучения на открытом конце волновода; указана возможность применения волноводных гофрированных структур для развития методов кильватерного ускорения частиц.

Во всех задачах автор успешно применял обоснованные аналитические подходы, включающие строгие и асимптотические методы электродинамики и математической физики. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

Работа написана понятно и хорошим языком. Евгений Сергеевич несомненно продемонстрировал квалификацию теоретика, отвечающую кандидатскому уровню.

Пара замечаний, не влияющих на высокую оценку диссертации.

1. В задаче о дифракции на открытом конце глубокогогофрированного волновода следует более детально проанализировать зависимость количества распространяющихся отраженных мод от параметров задачи.

2. Было бы интересно сопоставить результаты, полученные в диссертации, с результатами численного моделирования для рассматриваемых задач. Впрочем, это скорее пожелание на будущее.

Основные результаты диссертации опубликованы в пяти статьях в журналах, индексируемых в базах WoS, Scopus и РИНЦ, а также докладывались на различных международных и российских конференциях. Диссертация Е.С. Симакова соответствует требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 №11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете». Нарушения пунктов 9 и 11 данного Порядка не выявлено.

Итак, диссертация Евгения Сергеевича Симакова «Излучение пучков заряженных частиц в присутствии проводящих гофрированных структур с малым периодом» соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 Радиофизика, а ее автор заслуживает присвоения ему соответствующей ученой степени.

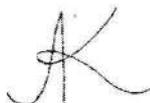
Член диссертационного совета

Киселев Алексей Прохорович

доктор физ.-мат. наук, профессор ведущий научный сотрудник лаборатории математических проблем геофизики ПОМИ РАН, Санкт-Петербург, наб. Фонтанки 27
e-mail: kiselev@pdmi.ras.ru

тел.: +79216526742

Подпись:



Дата: 20.10.2024

Подпись Киселева А.П. заверяю
Ученый секретарь

