ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Егоровой Екатерины Дмитриевны
"Мультипериодические брэгговские структуры для генерации мощного когерентного излучения микроволнового, терагерцового и инфракрасного диапазонов",
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – радиофизика

Развитие источников мощного когерентного излучения в коротковолновой части миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов является одной из важных задач современной электроники больших мощностей. Как отмечается в автореферате, существенное повышение мощности при переходе к субтерагерцовому и терагерцовому диапазонам связано с необходимостью создания электродинамических систем, способных обеспечивать эффективную селекцию рабочих мод в условиях значительной сверхразмерности пространства взаимодействия, а также эффективный вывод генерируемого излучения. Особую сложность представляет обеспечение устойчивого одномодового режима генерации при значительном превышении поперечными размерами электродинамической системы длины волны излучения. Традиционные одномерные и двумерные брэгговские структуры при увеличении сверхразмерности теряют часть своих селективных свойств. В связи с этим разработка новых электродинамических структур, способных обеспечить эффективную распределенную обратную связь при больших поперечных размерах, является актуальной научной задачей.

Основным научным результатом работы является разработка и исследование нового типа мультипериодических брэгговских структур, обеспечивающих взаимное рассеяние волновых потоков, распространяющихся в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Предложенные структуры использованы в качестве высокоселективных резонаторов для мазеров на свободных электронах, замедляющих систем релятивистских генераторов поверхностной волны, а также электродинамических систем квантово-каскадных гетеролазеров. Важным результатом является также разработка комбинированной двухзеркальной схемы мазера на свободных электронах, содержащей 3D- и 1D-брэгговские структуры. Согласно результатам моделирования, применение такой схемы позволяет сохранить устойчивый одномодовый режим при значительной сверхразмерности и одновременно снизить омические потери по сравнению с односекционной схемой. Значительный научный интерес представляет разработка мультипериодических замедляющих систем для генераторов поверхностной волны. Автором показана возможность эффективного преобразования поверхностной волны в волновой поток, распространяющийся в направлении, поперечном плоскости структуры. Для отдельных вариантов электродинамических систем продемонстрирована возможность вывода более 90 % генерируемой мощности, а для мультипериодической структуры с трехмерным рассеянием — около 70 %.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием взаимодополняющих методов исследования. В работе применяются аналитические модели, метод связанных волн, квазиоптическое и геометрооптическое приближения, прямое трехмерное электродинамическое моделирование и PIC-моделирование. Полученные теоретические результаты в ряде случаев сопоставлены с результатами численного моделирования, а для разработанных брэгговских структур выполнена экспериментальная проверка.

Практическая значимость работы определяется возможностью использования разработанных электродинамических систем при создании мощных узкополосных источников микроволнового, субтерагерцового и терагерцового излучения.

Результаты диссертационной работы получили широкую апробацию. По теме диссертации опубликовано 34 работы, включая статьи в рецензируемых научных изданиях, публикации в трудах международных и всероссийских конференций, а также патент на изобретение.

Несмотря на высокую научную и практическую ценность диссертации, по автореферату можно сделать несколько замечаний.

1. В работе рассматривается широкий спектр электродинамических систем (от мазеров на свободных электронах и генераторов поверхностной волны до полупроводниковых гетеролазеров). Такое расширение области исследований является достоинством работы, однако в автореферате не всегда достаточно подробно раскрывается единый физический принцип, связывающий предлагаемые структуры для столь различных типов генераторов.

2. Представленные результаты моделирования перспективных сверхмощных генераторов имеют преимущественно проектный характер. Поэтому представляло бы интерес более подробно обсудить влияние технологических отклонений параметров электродинамической системы, неоднородности электронного пучка и других неидеальностей на устойчивость одномодового режима и достижимую выходную мощность.

В целом, результаты диссертационной работы Егоровой Е.Д. хорошо обоснованы, имеют несомненное научное и практическое значение, Автореферат диссертации свидетельствует о том, что автором выполнено самостоятельное, законченное и актуальное научное исследование, направленное на решение важной задачи радиофизики, связанной с разработкой электродинамических систем нового типа для эффективной селекции, генерации и вывода мощного когерентного электромагнитного излучения в условиях значительной сверхразмерности.

Считаю, что работа Егоровой Е.Д. соответствует требованиям пп. 9–11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – радиофизика.

Отзыв составил Лукша Олег Игоревич, доктор физ.-мат. наук, специальность 01.04.04 – физическая электроника, доцент Высшей инженерно-физической школы ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».
Почтовый адрес: 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.
Телефон: (812) 552-61-27.
Электронная почта: olouksha@spbstu.ru

/Лукша О.И./
07 сентября 2026 г.

Подпись Лукши О.И. заверяю

