Отзыв

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

Развитие высокоэффективных и мощных источников когерентного электромагнитного излучения миллиметрового, субмиллиметрового и инфракрасного диапазонов является одной из приоритетных задач современной электроники больших мощностей. Освоение этих частотных диапазонов важно как для фундаментальных, так и для прикладных исследований.

Одна из главных проблем мощных генераторов - селекция мод - связана со «сверхразмерностью» резонаторов, то есть их большими по сравнению с длиной волны излучения размерами. Одним из простых и стандартных решений является использование открытых резонаторов, но для лазеров на свободных электронах с широким ленточным электронным пучком и твердотельных лазеров оно нецелесообразно. Использование стандартных одномерных и двумерных структур распределённой обратной связи при больших размерах канала взаимодействия ведет к потере селективности и затрудняет вывод энергии. Диссертационная работа Е. Д. Егоровой, посвященная применению брэгговских структур с мультипериодической гофрировкой поверхности для решения указанных фундаментальных проблем, обладает безусловной и высокой актуальностью.

В работе получен целый ряд интересных и оригинальных научных результатов:

- Разработаны проекты пространственно-развитых релятивистских генераторов с использованием оригинальных «трехмерных» (3D) брэгговских резонаторов.
- Разработаны оригинальные концепции планарных релятивистских генераторов поверхностной волны с дополнительными гармониками гофрировки, позволяющие организовать эффективный (до 70–90% по мощности) вывод излучения по нормали к замедляющей структуре с формированием пучка гауссова профиля.
- Успешно решена задача дифракционной селекции мод в полупроводниковых гетеролазерах инфракрасного диапазона с распределённой обратной связью. Специально подобранная гофрировка позволила обеспечить наклонный вывод излучения под углом к поверхности, минимизируя паразитные отражения от торцов и оптимизируя инверсию населенностей.

Практическая значимость работы подтверждается разработкой конкретных крупномасштабных проектов СВЧ-приборов, например, мультигигаваттного мазера на свободных электронах миллиметрового диапазона на базе ускорительного комплекса «У-2» ИЯФ СО РАН.

Большой практический интерес представляет численный расчёт времени затухания основной моды 3D брэгговского резонатора с учётом конечной проводимости стенок.

Высоко оценивая общий научный уровень и глубину проведенного исследования, к материалам автореферата можно сделать следующие замечания.

1. Так как амплитуды гофрировки 3D структуры довольно малы, было бы интересно сделать численные расчёты для определения допусков на отклонения высот поверхности от расчётных. Это касается как

разброса высот соседних выступов, так и таких ошибок, как плавное искривление поверхности стенки.

2. Так как использованная для измерений технология фотополимерной печати вряд ли подойдёт для изготовления резонатора мощного генератора, аналогичные оценки полезно было бы сделать для учёта влияния шероховатостей, обработки и окисления меди.

3. Было бы интересно рассмотреть применение мультипериодических брэгговских структур в усилителях, так как существуют маломощные задающие генераторы (например, лампы обратной волны).

Эти замечания относятся к перспективам дальнейших исследований и, безусловно, не снижают общей высокой научной ценности выполненного исследования и не влияют на достоверность его выводов.

Диссертационное исследование Егоровой Екатерины Дмитриевны является законченным научно-квалификационным трудом, выполненным на высоком теоретическом и практическом уровне. В работе решена важная научная задача — разработаны и всесторонне исследованы мультипериодические электродинамические брэгговские структуры, обеспечивающих устойчивую одномодовую генерацию и эффективный вывод энергии в существенно сверхразмерных квантовых и классических генераторах миллиметрового, субмиллиметрового и инфракрасного диапазонов.

Работа полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Ее автор, Егорова Екатерина Дмитриевна, безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – радиофизика.

Главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук»

доктор физико-математических наук, профессор, чл.-к. РАН

_____ Винокуров Николай Александрович

«03» 09 2026 г.

Адрес: 630090, г. Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 11.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук» (ИЯФ СО РАН)

e-mail: vinokurov@inp.nsk.su

рабочий телефон: (383)3294003

мобильный телефон: +79137408560

Подпись Винокурова Николая Александровича заверяю.

Учёный секретарь ИЯФ СО РАН

кандидат физико-математических наук

Резниченко А. В.