

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лещевой Ксении Александровны  
«Развитие методов формирования винтовых электронных пучков для новых  
разновидностей giroприборов»  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по  
специальности 1.3.5 – Физическая электроника

В качестве цели диссертационной работы Лещевой К.А. указано развитие методов трехмерного анализа формирования винтовых электронных пучков применительно к разработке новых схем электронных пушек, которые необходимы для нового поколения мазеров на циклотронном резонансе. Необходимость развития именно трёхмерного анализа электронно-оптических систем (ЭОС), предназначенных для формирования винтовых электронных пучков (ВЭП) вызвана тем, что традиционное описание этих систем в рамках геометрии с аксиальной симметрией и слабо неоднородными электрическими и магнитными полями (классические магнетронно-инжекторные электронные пушки) оказалось неприменимым при разработке новых приборов вакуумной электроники с улучшенными характеристиками. В этом отношении, проведенный автором в условиях трехмерного описания задачи анализ различных вариантов адиабатических и неадиабатических электронно-оптических систем для генерации пучков, предназначенных для перспективных гиротронов и giro-ЛБВ со сложной геометрией, даёт основание признать несомненную актуальность исследований в рамках диссертационной работы.

В ходе исследований диссертантом разработана методика проведения трехмерного моделирования ЭОС сложной геометрии на основе использования широко распространенного пакета программ CST Studio с дополнением его функциональных возможностей программными продуктами собственной разработки. Синтезированные в ходе компьютерного моделирования варианты электронно-оптических систем характеризуются значительным продвижением по параметрам генерируемого электронного пучка. Так показано, что при небольших токах неадиабатические системы генерации винтовых пучков дают снижение разброса электронов по скоростям в полтора - два раза по сравнению с адиабатическими системами, и это позволяет повысить величину пичч-фактора электронов до уровня 2 при сохранении устойчивости пучка. Разработанный подход согласуется с уже зарекомендовавшими себя способами моделирования электронной оптики и, как показано в последней главе, с результатами экспериментов.

Несомненный интерес представляет разработка систем с секционированными эмиттерами, которые могут найти свое применение в многозеркальных и многоствольных источниках микроволнового излучения. Такие источники электронных пучков позволят поднять КПД современных высокочастотных гиротронов, а также расширить возможности перестройки частоты и повышения выходной мощности giro-ЛБВ. Именно для таких случаев особенно важным оказывается использование полного трехмерного моделирования процесса формирования пучка, которое разработано в ходе выполнения данной диссертации. Результаты проведенного трехмерного моделирования позволили автору предложить пути снижения влияния краевых эффектов и неоднородного дрейфа частиц на качество электронного пучка; в частности, им предложено подавление дрейфа электронов за счет размещения эллиптических эмиттеров под углом к продольной оси прибора.

Также следует отметить выполненный в рамках диссертации полный цикл работ по разработке, оптимизации и экспериментальному исследованию планарной магнетронно-инжекторной пушки, позволяющей генерацию электронного пучка с ленточным сечением, сильно вытянутым по одной из координат. Такой пучок открывает возможность для реализации мощных гиротронов с планарной конфигурацией пространства взаимодействия и дифракционным выводом энергии перпендикулярно поступательному движению ВЭП.

Такая геометрия электродинамической системы обеспечит существенное повышение выходной мощности генератора, продвижение в более высокие частоты генерируемого излучения, а также расширение области непрерывной плавной перестройки частоты. Хорошее соответствие результатов теоретического расчета и результатов экспериментальных измерений свидетельствует о надежности и точности методов расчета, что гарантирует их применение в будущих проектах.

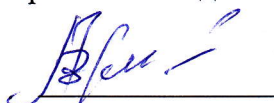
Текст автореферата характеризуется ясным изложением научного содержания и хорошим уровнем грамотности написания. В то же время нельзя не отметить недостаточную полноту описания изображений в подписях к ряду рисунков (рис. 1, рис. 3, рис. 5), что затрудняет восприятие их содержания. К замечаниям по тексту также относится использование термина «двумерные поля» при описании некоторых схем электронной оптики. Такое словосочетание представляется мне некорректным, поскольку во всех рассмотренных в диссертации задачах описание электромагнитного поля осуществляется для трехмерного случая. При этом, учёт характера симметрии задачи позволяет автору существенно упростить её рассмотрение.

Отмеченное замечание не могут существенно понизить высокую оценку представленной работы. Проведенные исследования обладают несомненной новизной; в свою очередь, достоверность полученных результатов подтверждена их опубликованием в ведущих российских и зарубежных научных журналах, а также их представлением в докладах на всероссийских конференциях. Несмотря на краткость изложения достигнутых результатов, автореферат позволяет читателю получить достаточно полное представление о содержании работы.

Содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что диссертационная работа Лещевой Ксении Александровны соответствует требованиям ВАК к квалификационным работам на соискание учёной степени кандидата наук, а автор безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5 – Физическая электроника.

Даю согласие на обработку моих персональных данных

Аржанников Андрей Васильевич



Доктор физико-математических наук по специальности 01.04.08 – физика и химия плазмы,  
главный научный сотрудник

8(383) 3294589, a.v.arzhannikov@inp.nsk.su

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

адрес: Россия, 630090 г. Новосибирск, пр-т Лаврентьева, 11

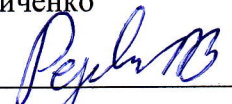
Сайт организации: <http://www.inp.nsk.su/>

Подпись А.В. Аржанникова удостоверяю  
Ученый секретарь ИЯФ СО РАН, к. ф.-м. н

А.В. Резниченко



Подпись



9»

09

2022 г.