

ОТЗЫВ

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

Актуальность работы. Прогресс в исследованиях плазмы, в развитии энергетики, систем радиолокации, радиоастрономии, космической связи, ускорительных устройств во многом определяется характеристиками и параметрами применяемых в них мощных электровакуумных СВЧ приборов. Наиболее востребованными в этих областях в настоящее время устройствами для усиления и генерирования мощных электромагнитных колебаний миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов, а также умножения частот, являются гироприборы, в которых фазовая группировка и отбор мощности происходят для поперечного вращательного движения электронов. Повышение параметров гироприборов – КПД, мощности, устойчивости работы, влечет за собой разработку новых конструкций пространственно-развитых электронно-оптических систем (ЭОС), эмиттеров и приборов в целом: неадиабатических ЭОС, многоствольных и планарных ЭОС. Это в свою очередь требует решения ряда научных и практических проблем: точного трехмерного расчета и оптимизации электронно-оптических систем, анализа влияния мешающих факторов – поля пространственного заряда, тепловых скоростей, шероховатости эмиттера.

Эффективная разработка новых типов подобных систем невозможна без привлечения современных методов математического моделирования и специальных программ.

Решению описанных проблем и посвящена диссертационная работа К. А. Лещевой, в которой предложены как средства математического моделирования и оптимизации ЭОС, так и оригинальные типы эмиттеров и ЭОС на их основе. Поэтому тема диссертации К.А. Лещевой, безусловно, **актуальна.**

Материалы диссертации опубликованы в 6 статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, апробированы на 13 конференциях, а также получен патент на изобретение.

Судя по содержанию опубликованных автором работ, можно не сомневаться, что все представленные в работе результаты, как в области

математического моделирования, так и в области разработки и исследования новых электродинамических структур получены при непосредственном участии К. А. Лещевой. Таким образом, **личный вклад** соискателя в представленные в диссертации материалы **является определяющим**.

В диссертационной работе содержится целый ряд **новых научных результатов**, к наиболее существенным из которых относятся:

1. Разработанные методика и программное обеспечение пред- и пост-обработки к коммерческому пакету моделирования электронно-оптических систем CST Studio. Следует отметить, что в современной науке распространенной тенденцией стало использование коммерческого программного обеспечения в сочетании с оригинальными модулями, расширяющими возможности стандартных пакетов. Ситуация аналогична применению коммерчески доступного измерительного оборудования, дополненного оригинальными экспериментальными установками и методиками.

2. Новые схемы трехмерных вариантов неадиабатических ЭОС, пригодные для многозеркальных и многоствольных гиротронов. Показано, что при сохранении устойчивости пучка, возможно одновременное снижение скоростного разброса и увеличение питч-фактора по сравнению с традиционными адиабатическими МИП.

3. Многолучевая ЭОС с оптимизированной формой эмиттеров, позволяющая скомпенсировать дрейф ведущих центров электронов под действием сил пространственного заряда.

4. Планарная ЭОС с оптимизированной формой анодного электрода, позволяющей скомпенсировать дрейф ведущих центров электронов под действием сил пространственного заряда.

Достоверность научных результатов подтверждается их соответствием результатам исследований других авторов в России и за рубежом, а также экспериментальной проверкой для частного случая ленточного пучка.

Представленные в диссертационной работе результаты исследований прошли апробацию на международных и всероссийских научных конференциях, опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, и в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science.

Практическая значимость работы состоит в том, что предложенные методики и подходы к проектированию ЭОС для современных гиросприборов позволяют разрабатывать приборы с повышенным КПД и устойчивостью работы в том числе и в режимах с повышенным КПД. Предложенная методика моделирования с использованием программы постобработки позволяет уменьшить время вычислений при оптимизации параметров ЭОС. Предложенные и исследованные в диссертации конструкции ЭОС и приборов, созданных на их основе, могут быть полезны при разработке новых многолучевых и планарных приборов с улучшенным комплексом выходных параметров.

В качестве **замечаний** нужно отметить, что в автореферате не нашел отражения вопрос об устойчивости и чувствительности достигнутых характеристик к неточностям геометрии, которые могут возникнуть при изготовлении исследованных конструкций.

В автореферате говорится об особой точке электрического поля $E \rightarrow 0$, но не раскрывается, что это означает.

Одним из основных результатов работы является тезис о значительном снижении разброса вращательных скоростей в неадиабатических ЭОС по сравнению с адиабатическими. Следовало бы привести не только результаты численного моделирования, демонстрирующие данный эффект, но дать объяснение физики этого явления.

В автореферате использована характеристика под названием «жесткость фокусировки» $F = (\omega_p/\omega_c)^2$, хотя жесткость скорее характеризуется обратной величиной.

Не разъяснено, что означает использованная единица измерения «МКПВ».

Однако указанные недостатки не уменьшают практической и научной значимости работы. Результаты работы представляют большой научный и технический интерес для разработчиков гиросприборов и других ЭВП, особенно в части использования программного обеспечения. Автореферат выполнен в соответствии с требованиями ВАК, предъявляемыми к кандидатским диссертациям, и достаточно полно отражает содержание работы.

С нашей точки зрения, диссертационная работа К. А. Лещевой является законченной научно-квалификационной работой. Она выполнена на высоком научно-техническом уровне, соответствует паспорту специальности 1.3.5 –

Физическая электроника и отвечает требованиям пп. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Ксения Александровна Лещева, достойна присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5 – Физическая электроника.

Отзыв составил:

Начальник отделения проектирования
СВЧ приборов АО «НПП «Исток» им. Шокина»
к.ф.м.н. Анатолий Васильевич Галдецкий



5 сентября 2022 г.

141190, Московская область,
г. Фрязино, ул. Вокзальная, 2а
тел. +7(495) 465-86-20
e-mail: galdetskiy@istokmw.ru

Подпись Галдецкого Анатолия Васильевича заверяю

Ученый секретарь
диссертационного совета
АО «НПП «Исток» им. Шокина»



И.В. Куликова