

ОТЗЫВ

официального оппонента Куркина Семена Андреевича
о диссертационной работе Ошарина Ивана Владимировича «Селективное возбуждение высоких циклотронных гармоник и высоких продольных мод в гироприборах терагерцового частотного диапазона» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Диссертационная работа Ивана Владимировича Ошарина посвящена исследованию новых схем гиротронов с повышенной селективностью возбуждения высоких циклотронных гармоник, а также изучению особенностей процессов электронно-волнового взаимодействия в подобных системах. Для достижения поставленных целей в диссертационной работе, в частности, разработаны численные коды, моделирующие пространственно-временную динамику возбуждения гиротронов; проведены разработка и расчет экспериментальных макетов гиротронов терагерцового частотного диапазона, включая гиротроны со сложными микроволновыми системами. Проблема селекции высоких мод в гироприборах является принципиально важной задачей для развития данного класса приборов. Отметим, что разработанные в диссертационной работе модели, схемы и полученные результаты имеют большое значение для развития гироприборов терагерцового частотного диапазона, освоение которого является особенно актуальной задачей современной радиофизики и электроники. Также достоинством работы является сочетание различных методов исследований: теоретического анализа, численного моделирования и экспериментальных работ. Таким образом, несомненна теоретическая и практическая значимость диссертационной работы Ивана Владимировича.

Диссертационная работа Ошарина И.В. состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Общий объем диссертации – 161 страница, включая 67 рисунков, 2 таблицы. Список литературы содержит 181 наименование. Список трудов автора по теме диссертации состоит из 15 статей в рецензируемых российских и зарубежных журналах, входящих в перечень ВАК, и 20 работ в материалах российских и международных конференций. Автореферат диссертации изложен на 28 страницах, содержит 12 рисунков.

В диссертационной работе Ошарина И.В. были поставлены следующие цели.

1. Изучение особенностей процессов электронно-волнового взаимодействия в субтерагерцовых гиротронах с относительно слабым электронно-волновым взаимодействием (низкие рабочие токи, работа на высоких гармониках циклотронной частоты). Исследование новых схем гиротронов как путь повышения электронного и выходного КПД в таких гиротронах.
2. Исследование новых схем гиротронов с повышенной селективностью возбуждения высоких циклотронных гармоник.
3. Исследование особенностей электронно-волнового взаимодействия в маломощных коротковолновых гиротронах с низкими энергиями рабочих электронов.

4. Разработка численных кодов, моделирующих пространственно-временную динамику возбуждения гиротронов. Разработка и расчет экспериментальных макетов гиротронов терагерцового частотного диапазона, включая гиротроны со сложными микроволновыми системами.

Все цели были успешно достигнуты; основными результатами диссертационной работы Ошарина И.В. стали следующие результаты.

1. Предложен механизм возбуждения относительно высоких продольных мод в гиротронном режиме, основанный на использовании резонаторов с периодическими фазовыми корректорами. Такой подход перспективен для использования в гиротронах со слабым электронно-волновым взаимодействием, обусловленным низкими рабочими токами и/или работой на высоких циклотронных гармониках, как метод повышения мощности генератора за счет существенного снижения омических потерь.

2. Предложены новые схемы гиротронных резонаторов с короткими селективными элементами, использование которых позволяет существенно улучшить селективность возбуждения пространственно развитых поперечных мод на высоких циклотронных гармониках.

3. Теоретически продемонстрирована возможность работы гиротрона при экстремально низких напряжениях 1,5-2 кВ с относительно высокими уровнями КПД и выходной мощности. Результаты численных расчетов подтверждены в эксперименте.

4. Для гиротронов с относительно низкими ускоряющими напряжениями рабочих электронных пучков продемонстрирована возможность достижения устойчивой и высокоэффективной генерации при возбуждении высоких продольных мод в режиме взаимодействия электронов с попутной бегущей компонентой стоячей резонаторной волны. Такие режимы могут использоваться в качестве пути повышения мощности генерации в гиротронах с протяженными резонаторами за счет существенного снижения доли омических потерь при относительно высоких уровнях электронного КПД.

5. Показано, что в низковольтных гиротронах с выводом излучения в сторону катодного конца возможна эффективная и плавная перестройка частоты генерации за счет перехода к работе на высоких продольных модах в режиме лампы обратной волны.

6. Предложено использование сложных режимов возбуждения гиротронов, характеризующихся сменой генерируемой моды в течение переходного процесса, для обеспечения компрессии двухчастотного выходного сигнала. Показано, что пиковая мощность СВЧ импульсов, формирующихся в результате такой компрессии, может превышать мощность рабочего электронного пучка гиротрона.

7. Предложен и исследован режим работы гиротрона на высокой циклотронной гармонике, в котором эффективный вывод излучения осуществляется далекой от отсечки бегущей волной за счет связи этой волны на электронном пучке с рабочей квазикритической волной гиротрона.

Все перечисленные выше основные результаты диссертации обладают научной новизной и представляют интерес. Все это характеризует автора диссертации как высококвалифицированного исследователя-радиофизика.

Тем не менее, к диссертационной работе Ошарина И.В. можно сделать следующие замечания.

1) При использовании математических моделей рассматриваемых в диссертации систем необходимо подробно указывать основные предположения и допущения, которые ложатся в основу данных моделей, области их применения. В работе это сделано не всегда достаточно четко. Также полезным, на мой взгляд, было бы обсуждение следующих основных свойств разработанных моделей: универсальности, области адекватности и полноты.

2) Из диссертационной работы не до конца понятно, из каких соображений выбирается число фазовых корректоров в модификациях гиротронов.

3) Нежелательно использовать слово «относительно» при формулировании результатов (например, «Предложен механизм возбуждения относительно высоких продольных мод в гиротронном режиме»; «Для гиротронов с относительно низкими ускоряющими напряжениями рабочих электронных пучков...»). Корректнее указывать конкретные диапазоны, когда это возможно.

4) Встречаются проблемы с отображением формул в тексте автореферата.

5) Диссертационную работу украсило бы более строгое (количественное) сопоставление полученных результатов аналитического рассмотрения и численного моделирования с известными и полученными экспериментальными данными в случаях, когда это возможно.

6) Качество некоторых иллюстраций можно было бы улучшить. Более того, оформление иллюстраций во всей диссертационной работе в едином стиле сделало бы представление результатов более наглядным и аккуратным.

Однако отмеченные недостатки не являются принципиальными и ни в коей мере не снижают общей положительной оценки диссертации.

В целом диссертация Ошарина И.В. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, посвященную решению актуальной задачи радиофизики. Достоверность результатов диссертационной работы и высокий личный вклад автора не вызывают

сомнений. Диссертация написана грамотным языком, хорошо оформлена и иллюстрирована. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации. Основные выводы и положения, выносимые на защиту, представляются обоснованными и достоверными. Результаты диссертации хорошо опубликованы, включая статьи в таких высокорейтинговых научных журналах, как APL, IEEE Transactions on Electron Devices, Physics of Plasmas и др., прошли широкую апробацию на ведущих всероссийских и международных конференциях по электронике и радиофизике. Содержание диссертации полностью отвечает специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Считаю, что диссертационная работа в полной мере удовлетворяет всем требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Ошарин Иван Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Официальный оппонент:

Куркин Семен Андреевич
д.ф.-м.н., доцент, профессор
Центра технологий компонентов
робототехники и мехатроники,
Университет Иннополис
420500, г. Иннополис, ул. Университетская, 1
e-mail: kurkinsa@gmail.com
тел.: 8(927)055-77-70



Я, Куркин Семен Андреевич, выражаю свое согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации.

Подпись Куркина С.А. заверяю:

Руководитель отдела по
работе с персоналом



Ахунова Э.Р.