

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.069.02 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 25.04.2016 №57

О присуждении Седову Антону Сергеевичу, гражданину РФ,

ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Исследование процессов электронно-волнового взаимодействия в целях разработки высокостабильных терагерцовых гиротронов средней мощности» по специальности 01.04.03 – радиофизика принята к защите 24 февраля 2016 г., протокол №54, диссертационным советом Д 002.069.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института прикладной физики Российской академии наук (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ ФАНО №334 от 30.06.2015.

Соискатель, Седов Антон Сергеевич 1984 года рождения, в 2007 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», работает младшим научным сотрудником в ИПФ РАН.

Диссертация выполнена в отделе электронных приборов ИПФ РАН.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Запевалов Владимир Евгеньевич, заведующий лабораторией гиротронов для УТС ИПФ РАН.

Официальные оппоненты:

Рыскин Никита Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой нелинейной физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»;

Соминский Геннадий Гиршевич, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН» (ИРЭ РАН, г. Москва), в своем положительном заключении, подписанном Владимиром Алексеевичем Черепениным, чл.-корр. РАН, указала, что диссертация А.С. Седова является законченной научно-исследовательской работой, в которой решена важная задача разработки и создания гиротронов средней мощности терагерцового диапазона частот для многочисленных научных и технологических приложений и удовлетворяет требованиям «положения о присуждении ученых степеней» (п. 0-14), утвержденным постановлением Правительства российской Федерации от 24.09.2013 г., №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиоп физика.

Соискатель имеет 55 публикаций по теме диссертации: 14 статей в ведущих отечественных и зарубежных журналах, 41 публикацию в сборниках тезисов и трудов всероссийских и международных конференций.

Наиболее значимыми работами являются:

1. М. Ю. Глявин, Г. Г. Денисов А. С. Седов, и др. Терагерцовые гиротроны: состояние и перспективы. Радиотехника и электроника 2014, Т.59, № 8, С. 745–751.
2. Glyavin M.Yu., Zavolskiy N.A., Sedov A.S., Nusinovich G.S. Low-Voltage Gyrotrons Physics of Plasmas, 2013, V. 20, 033103:1-7,
3. А.С. Седов и др. Экспериментальное исследование непрерывного высокостабильного гиротрона на второй гармонике гирочастоты для спектроскопии динамически поляризованных ядер. Изв. ВУЗов Радиофизика, 2010, Т.53, № 4, С.260-268.

4. А.С.Седов и др. Автоматизированный микроволновый комплекс на основе работающего в непрерывном режиме гиротрона с рабочей частотой 263 ГГц и выходной мощностью 1 кВт. Изв. ВУЗов Радиофизика 2015, Т.58, №9, Стр.709-719

5. А.С Седов и др. Влияние азимутальной несимметрии электронно-волнового взаимодействия на характеристики излучения гиротронов субтерагерцового диапазона. Изв. ВУЗов ПНД 2015, Т. 23, № 2, Стр. 108-118.

На диссертацию и автореферат поступили 5 отзывов. Все отзывы положительные. В них отмечаются актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Положительный отзыв ведущей организации содержит следующие замечания и вопросы: 1. В п. 1.2 следовало бы привести уравнения многомодовой модели и объяснить какая физическая модель ей соответствует. 2. Неясно как учитывается ВЧ составляющая пространственного заряда электронного потока. 3. Не приведен способ получения оценок перестройки частоты при помощи изменения температуры. 4. Непонятен способ решения электродинамической задачи о гофрированной поверхности.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Н.М. Рыскина содержит следующие замечания и вопросы: 1. Не очевидно, что решение задачи об косвенном определении параметров электронного пучка является единственным; Неясно, как эти результаты в дальнейшем использовались для проектирования гиротронов. 2. Не описаны должным образом многие детали численного моделирования. То же можно сказать относительно результатов моделирования при помощи трехмерных программных пакетов. 3. В формуле (2.14), по-видимому, пропущено приближенное выражение для зависимости электронной восприимчивости от угла пролета. 4. Второе положение, выносимое на защиту, в определенной степени входит в противоречие с утверждением на стр. 90-91 5. На стр. 136 упоминается, что разработана система управления гиротронным комплексом. Однако никакой информации об этой системе не приводится.

В положительном отзыве официального оппонента д.ф.-м.н. Г.Г. Соминского были сделаны замечания 1. Хочется высказать пожелание, чтобы были разработаны подходящие к этим приборам методы экспериментального исследования

электронного потока. 2. Могут ли современные технологии обеспечить достаточно хорошую воспроизводимость характеристик создаваемых приборов? 3. Не может ли влиять на температуру резонатора излучение катода?

В отзыве на автореферат от к.ф.-м.н. А.Н. Кулешова (Харьков, Украина) содержатся замечания: 1. Отсутствует информация о сравнении результатов, полученных с помощью аналитических моделей, с численным моделированием в современных программных пакетах. 2. Недостаточно полно описаны результаты перестройки частоты с использованием одновременной перестройки магнитного поля и температуры резонатора. 3. Недостаточно полно описан механизм стабилизации рабочей частоты и мощности излучения в процессе измерений.

В отзыве на автореферат от к.т.н. Е.М. Мясина (ФирЭ РАН) содержится следующие замечания: 1. Не указано какие именно известные теоретические модели использованы и что пришлось в них доработать автору. 2. В Автореферате почему-то в п.1.2 упомянут и п.1.3. 3. говорится о введении эмпирического коэффициента  $\frac{1}{2}$ , но нет формулы, в которую его нужно ввести. 4. На Рис.1 толстые и тонкие линии практически неразличимы 5. На стр.10 «проведено численное моделирование нескольких гиротронов в диапазоне 0.2-0.8 ТГц, но не указано, с какой именно электродинамической системой. 6. На стр.11 в п.2.4 не указано, на какой гирогармонике будет работать гиротрон. 7. на Рис.3 следовало рядом с гиротроном разместить спичечный коробок или авторучку

В отзыве на автореферат от к.ф.-м.н. Е.А. Солуяновой (НПП «Гиком») содержится следующее замечание: к мелким недостаткам автореферата следует отнести опечатки, большая справка про гиротроны, отсутствие указания на специфику программного обеспечения. Способ увеличения перестройки частоты в гиротронах с распространением излучения в сторону катода описан довольно скудно.

Отзывы на автореферат от д.ф.-м.н. Н.Н. Скворцовой (ИОФ РАН, Москва) и доктора философии В. Денисенкова (Франкфурт-на-Майне, Германия) замечаний не содержат.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области радиофизики и микроволновой электроники, а одним из важнейших

направлений деятельности ведущей организации является разработка источников терагерцового излучения. Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Созданы гиротроны субтерагерцового диапазона частот средней мощности для многочисленных научно-технических приложений, в том числе для задач спектроскопии на основе динамической поляризации ядер. Продемонстрирована необходимая для спектроскопических исследований стабильность выходной частоты  $5 \cdot 10^{-6}$  в течение нескольких часов непрерывной работы.

Предложен механизм комбинированной перестройки частоты генерации согласованным изменением магнитного поля в рабочем пространстве и температуры резонатора, с использованием режимов с несколькими продольными вариациями высокочастотного поля в резонаторе.

Показана эффективность электродинамической системы с выводом излучения в сторону катода, обеспечивающей увеличение полосы плавной перестройки рабочей частоты гиротрона.

Продемонстрированы возможности продвижения гиротронов на гармониках гирочастоты в терагерцовый диапазон при использовании электродинамических систем с повышенной селективностью.

На основе анализа влияния различных параметров на стабильность выходных характеристик терагерцовых гиротронов определены требования к оборудованию для спектроскопических гиротронных комплексов.

Исследовано влияние различных факторов (несоосность электронного пучка и резонатора, разброс скоростей электронов, омическая добротность) на режимы генерации гиротронов. Результаты исследования включены в методику проектирования терагерцовых гиротронов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Хорошее соответствие теоретических и экспериментальных данных, а также комплексный подход к изучению процессов электронно-волнового взаимодействия в гиротронах.

Проведенные экспериментальные и теоретические исследования позволяют считать, что сформулированные в диссертации положения и выводы обладают высокой степенью достоверности.

Основные результаты диссертации опубликованы в ведущих рецензируемых российских и зарубежных журналах, неоднократно докладывались на международных и всероссийских конференциях.

Личный вклад соискателя состоял в аналитическом исследовании электронно-волнового взаимодействия в giroприборах, численном моделировании различных режимов генерации, проведении экспериментальных исследований, анализе полученных данных, написании отчетов и статей.

На заседании 25.04.2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Седову А.С. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 24 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 24, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Зам. председателя диссертационного совета  
академик РАН

А.Г. Литвак

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор физ.-мат. наук, профессор

Ю.В.Чугунов

подписи Ю.В.Чугунова и А.Г. Литвака заверяю:  
ученый секретарь ИПФ РАН  
кандидат физ.-мат. наук



И.В. Корюкин

«25» апреля 2016 г.