

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 10.12.2018 № 81

О присуждении Фокину Андрею Павловичу, гражданину РФ,

ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Субтерагерцовые гиротроны с рекордными параметрами для перспективных приложений» по специальности 01.04.03 – радиофизика принята к защите 08 октября 2018 г., протокол № 77, диссертационным советом Д 002.069.02 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ ФАНО №334 от 30.06.2015.

Соискатель, Фокин Андрей Павлович 1991 года рождения, в 2014 году окончил ННГУ 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 Глявин Михаил Юрьевич, заместитель директора института по научной работе.

Официальные оппоненты: Соминский Геннадий Гиршевич, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»; Скворцова Нина Николаевна, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (г. Саратов), в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой электроники, колебаний и волн, членом-корреспондентом РАН, д.ф.-м.н., профессором Трубецковым Дмитрием Ивановичем и утвержденном проректором по научно-исследовательской работе д.ф.-м.н., профессором Короновским Алексеем Александровичем, указала, что диссертация А.П. Фокина является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне и содержащей новые научные результаты, имеющие существенное значение для радиофизики, включая многочисленные приложения. Автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

Соискатель имеет 49 публикаций по теме диссертации, из них 15 статей в рецензируемых научных изданиях, 34 публикации в сборниках тезисов и трудов всероссийских и международных конференций. Наиболее значимыми работами являются:

1. *Fokin A.P., Glyavin M. Yu., Nusinovich G.S.* Effect of ion compensation of the beam space charge on gyrotron operation // *Phys. Plasmas*. 2015. Т. 22. 043119
2. *А.А.Богдашов, М.Ю.Глявин, Р.М.Розенталь, А.П.Фокин, В.П.Тараканов,* Уменьшение ширины спектра излучения гиротрона при использовании внешних отражений // *Письма в ЖТФ*, Т. 44, №. 5, 87-94 (2018).
3. *A. Fokin, M. Glyavin, G. Golubiatnikov, L. Lubyako, M. Morozkin, B. Mowshevich, A. Tsvetkov and G. Denisov,* High power sub-terahertz microwave source with record frequency stability up to 1 Hz // *Scientific Reports*, V. 8, 4317 (2018)
4. *G. G. Denisov, M. Yu. Glyavin, A. P. Fokin, A. N. Kuftin, A. I. Tsvetkov, A. S. Sedov, E. A. Soluyanov, M. I. Bakulin, E. V. Sokolov, E. M. Tai, M. V. Morozkin, M. D. Proyavin, and V. E. Zapevalov,* First experimental tests of powerful 250 GHz gyrotron for future fusion research and collective Thomson scattering diagnostics // *Review of Scientific Instruments* 89, 084702 (2018).

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов. Все отзывы положительные. В них отмечаются актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В положительном отзыве ведущей организации сделаны следующие замечания:

1) излишняя краткость и конспективность изложения, а также наличие опечаток в тексте диссертации и подписях к рисункам; 2) неправильно соотнесен набег фазы отраженного сигнала для некоторых экспериментальных результатов; 3) неясен выбор двухлучевого гиротрона для демонстрации эффекта стабилизации частоты.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Н.Н. Скворцовой содержит следующие замечания: 1) неочевидно, является ли моделирование и эксперимент с низкочастотным (28 ГГц) гиротроном необходимым условием для подготовки методик и моделирования субтерагерцовых гиротронов; 2) насколько отражение от турбулентности плазмы будет влиять на подавление плазменных неустойчивостей в будущих установках при помощи описанных гиротронов?

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Г.Г. Соминского содержит замечания: 1) нужен ли эксперимент при применении отработанных методов моделирования, и если нужен, то в каких случаях? 2) Какие принципиальные трудности необходимо преодолеть для достижения долговременной стабильности на уровне 10^{-12} и возможна ли подобная стабильность в более мощных (МВт уровня) гиротронах? 3) При каких энергиях электронов характерное время ионной компенсации составляет порядка 10-100 мс, и учитывается ли в рассмотрении уход ионов в сторону катода?

В положительном отзыве на автореферат д.ф.-м.н. А.В. Аржанникова (ИЯФ СО РАН, г. Новосибирск) отмечена чрезмерная краткость изложения результатов, вынуждающая обращаться к дополнительным материалам.

В положительном отзыве на автореферат к.ф.-м.н. А.В. Балакина (МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва) содержатся следующие замечания: 1) в тексте автореферата не указано, где были опубликованы представляемые результаты; 2) в тексте отсутствуют ссылки на рисунки, а в рисунках не показаны ошибки измерений или доверительные интервалы; 3) нет единообразия в оформлении списка литературы.

В положительном отзыве на автореферат к.ф.-м.н. В.Н. Корниенко (ИРЭ РАН,

г.Москва) содержатся следующие замечания: 1) из текста автореферата трудно оценить личный вклад автора в объем работ, обозначенный в качестве основных результатов диссертации; 2) не совсем понятно, почему для демонстрации эффекта стабилизации частоты за счет отражения от нерезонансной нагрузки был выбран гиротрон с частотой 28 ГГц, хотя ближе к названию диссертации был бы гиротрон с частотой 231 ГГц. В положительных отзывах на автореферат д.ф.-м.н. Б.А. Князева (ИЯФ СО РАН, г. Новосибирск) и к.т.н В.Е Мясникова (НПП Гиком-М, г. Москва) замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области радиофизики и микроволновой электроники, а одним из направлений работ ведущей организации является исследование нелинейных процессов в различных электронных приборах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- предложен механизм плавной механической перестройки частоты излучения за счет изменения положения диафрагмы в выходном волноводном тракте;
- реализована система быстрого управления параметрами излучения гиротронов с триодной магнетронно-инжекторной пушкой на основе изменения потенциала анода с малой межэлектродной емкостью. В эксперименте показана возможность модуляции параметров излучения с частотой до 1 МГц, что на 1-2 порядка выше, чем требуется, например, для подавления плазменных неустойчивостей;
- за счет применения системы фазовой автоподстройки частоты непрерывного гиротрона с рабочей частотой 263 ГГц экспериментально достигнута рекордно узкая линия излучения шириной в 1 Гц при уровне мощности в сотни ватт, что на 3 порядка лучше, чем ранее опубликованные результаты;
- продемонстрированы возможности дальнейшего продвижения мощных гиротронов на основном циклотронном резонансе в субтерагерцовую область частот. В импульсно-периодическом режиме на частоте 250 ГГц получена выходная мощность более 300 кВт при КПД выше 30% в гиротроне без рекуперации энергии;

– на основе гиротрона с импульсным магнитным полем при мощности генерации 200 кВт на частоте 670 ГГц реализован комплекс для получения локализованного газового разряда, позволивший получить рекордную мощность излучения в диапазонах вакуумного и экстремального ультрафиолета.

Практическая значимость работы связана с разработкой методов модуляции выходного излучения гиротронов, высокоточной стабилизации его частоты, с созданием гиротронов для исследований в области физики терагерцового разряда.

Оценка достоверности результатов исследования выявила хорошее качественное и количественное совпадение теоретических результатов с экспериментально полученными данными. Результаты диссертации опубликованы в ведущих рецензируемых российских и зарубежных научных журналах, докладывались на международных и всероссийских конференциях.

Личный вклад соискателя: теоретические исследования проводились автором при консультативной поддержке со стороны научного руководителя и соавторов совместных работ. Экспериментальные исследования проводились в составе группы ученых и инженеров, работавших на гиротронных комплексах. Численное моделирование режимов генерации и обработка результатов эксперимента производилась автором лично. Постановка задач, обсуждение и интерпретация результатов проводилась совместно с научным руководителем и соавторами публикаций.

На заседании от 10.12.2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Фокину А.П. ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 25 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 25, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета

член-корр. РАН

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор физ.-мат. наук



Г.Г. Денисов

Э.Б. Абубакиров