

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.238.01,  
СОЗДАННОГО 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 20.12.2021 №150

О присуждении Проявину Михаилу Дмитриевичу, гражданину РФ,  
учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Увеличение эффективности гиротронных комплексов для микроволновых технологий» по специальности 1.3.4 – Радиофизика принята к защите 18.10.2021, протокол № 141 диссертационным советом 24.1.238.01, созданным 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 о создании совета №717/нк от 09.11.2012.

Соискатель, Проявин Михаил Дмитриевич, 1993 года рождения, в 2017 году окончил ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», в 2021 году окончил аспирантуру ИПФ РАН, работает младшим научным сотрудником в ИПФ РАН. Диссертация выполнена в отделе электронных приборов ИПФ РАН.

Научный руководитель - доктор физ.-мат. наук, доцент Глявин Михаил Юрьевич, заведующий отделом электронных приборов ИПФ РАН.

Официальные оппоненты, Геннадий Гиршевич Соминский, доктор физико-математических наук, профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого и Нина Николаевна Скворцова, доктор физико-математических наук, профессор Федерального государственного бюджетного учреждения науки (ФГБУН) Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» дали положительные отзывы на диссертацию. Ведущая организация, ФГБУН

Институт радиотехники и электроники Российской академии наук» (ИРЭ РАН), в своём положительном заключении, подписанном чл.-корр. РАН В.А. Черепениным, кандидатом физико-математических наук В.А. Вдовиным и утверждённом директором ИРЭ РАН чл.-корр. С.А. Никитовым, указала, что диссертация М.Д. Проявина удовлетворяет критериям п. 9 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 — Радиофизика.

Соискатель имеет по теме диссертации более 30 опубликованных работ, в том числе 14 статей в рецензируемых журналах. Наиболее значимыми работами являются:

1. Glyavin, M. Y., Kuntsevich, A. D., Luchinin, A. G., Manuilov, V. N., Morozkin, M. V., Fokin, A. P., & Proyavin, M. D. (2013). A magnetron injection gun with a reduced filament temperature and elongated cathode lifetime. *Technical Physics Letters*, 39(12), 1068-1070.
2. Proyavin, M., Dumbrajs, O., Nusinovich, G., & Glyavin, M. (2020). To the theory of gyrotrons with wide emitters. *Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves*, 41(2), 141-151.
3. Proyavin, M. D., Glyavin, M. Y., Zavol'sky, N. A., Manuilov, V. N., Morozkin, M. V., Sobolev, D. I., & Krapivnitskaya, T. O. (2019). Development of a high-power continuous-wave gyrotron for high-efficiency technological K-band microwave complexes. *Radiophysics and Quantum Electronics*, 62(7- 8), 506-512.
4. Morozkin, M.V., Proyavin, M.D., Manuilov, V.N. et al. Optimization of Collector Systems of Technological Gyrotrons with Shielded Magnetic Systems. *Radiophysics and Quantum Electronics*, 63, 413–421 (2020).

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

Положительный отзыв ведущей организации содержит следующие замечания: автор не уделил должного внимания влиянию радиальной компоненты статического магнитного поля, которая может иметь значительную

величину; желательно пояснить отличия в теоретических и экспериментальных данных на рис.1 и, возможно, более подробно изложить предложенные усовершенствования в алгоритмах расчета.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Г.Г.Соминского содержит следующие замечания: для сформулированных в диссертации задач в ряде случаев требуется пояснить новизну предложенных решений, например, исследовалась ли ранее перестройка частоты в гиротроне с помощью неоднородных на длине резонатора магнитных полей; остается непонятным влияние частиц, отраженных магнитной пробкой и бомбардирующих катод, на качество электронного пучка.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Н.Н.Скворцовой, наряду с редакционными, содержит замечание: желательно пояснить, для каких технологических приложений предполагается использовать разработанные источники излучения.

Положительный отзыв на автореферат начальника отдела ЗАО НПП «ГИКОМ» к.ф.-м.н. Е.А. Солуяновой содержит, наряду с редакционными, следующие замечания: из автореферата непонятна физическая причина распада электронного пучка, осаждаемого на коллекторе малого диаметра, на отдельные фракции; вызывает сомнение заявленная в пункте 2.2 высокая температура подогревателя катода. Положительный отзыв на автореферат заведующего лабораторией Саратовского филиала ФГБУН Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, д.ф.-м.н. Н.М. Рыскина содержит замечание о необходимости пояснения обозначений в формулах на стр. 9 автореферата. Положительные отзывы на автореферат заведующего отделением НТС ОАО «ВНИИКП», д.т.н. В.С. Высоцкого и профессора кафедры физики плазмы Новосибирского государственного университета, д.ф.-м.н., А.В. Аржанникова замечаний не содержат.

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

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- теоретически и экспериментально показаны возможности значительного повышения КПД приборов гиротронного типа посредством профилирования магнитного поля в области резонатора гиротрона. В технологическом гиротроне с рабочей частотой 30 ГГц КПД увеличен в 1.3 раза по сравнению со случаем однородного распределения;
- продемонстрирована возможность формирования качественных электронных пучков в условиях бомбардировки катода гиротрона отраженными от магнитной пробки электронами. Соответствующее снижение мощности накала подогревателя позволяет заметно увеличить время жизни прибора;
- для гиротронов с теплыми соленоидами разработана и испытана магнитно-экранированная система (МЭС), позволяющая примерно втрое снизить энергопотребление соленоида и существенно увеличить КПД комплекса в целом. На базе МЭС разработан технологический гиротрон, способный осуществлять эффективную генерацию излучения мощностью до 25 кВт на частотах 28, 35, 45 и 95 ГГц. На частоте 28 ГГц экспериментально продемонстрирована мощность излучения 20 кВт при КПД комплекса 32%, что в 1.5 раза больше, чем в существующих технологических комплексах.

**Теоретическая значимость работы** состоит в исследовании динамики электронных потоков и процессов электронно-волнового взаимодействия, что позволило предложить решения, улучшающие выходные параметры гиротронных комплексов.

**Практическая значимость работы** связана с разработкой и испытанием высокоэффективного технологического комплекса с МЭС, способного обеспечить микроволновое излучение на серии частот с мощностью в десятки киловатт. Результаты диссертационной работы М.Д.Проявина использованы ЗАО НПП ГИКОМ при создании комплексов для микроволновой обработки материалов и электронно-циклотронного нагрева в источниках пучков многозарядных ионов.

**Достоверность результатов** исследования обоснована совпадением результатов расчетов, выполненных с использованием различных

математических моделей и программных кодов, а также соответствием теоретических результатов экспериментальным данным, полученным соискателем.

**Личный вклад соискателя** состоит в том, что основные результаты, представленные в диссертации, получены лично автором или при его непосредственном участии. Постановка задач, обсуждение и интерпретация результатов проводились совместно с научным руководителем и соавторами. Эксперименты проводились совместно с группой специалистов, обеспечивавших работу гиротронных комплексов. Обработка результатов эксперимента производилась автором лично.

На все вопросы и замечания, высказанные в ходе защиты и содержащиеся в отзывах, М.Д. Проявиным были даны ответы и комментарии.

На заседании от 20.12.2021 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития радиофизики, присудить Проявину М.Д. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 9 докторов наук по специальности 1.3.4, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 23, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета,

чл.-корр. РАН

Денисов Григорий Геннадьевич

Ученый секретарь диссертационного совета,

доктор физ.-мат. наук

Абубакиров Эдуард Булатович

«20» декабря 2021 г.

