

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.238.01, СОЗДАННОГО НА  
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ  
ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ ИМ. А.В. ГАПОНОВА-ГРЕХОВА РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 14.10.2024 №201

О присуждении Новожиловой Юлии Владимировне, гражданке РФ,  
ученой степени доктора физико-математических наук

Диссертация «Повышение эффективности и стабилизация частоты мощных гиротронов при воздействии внешнего сигнала» по специальности 1.3.4 – радиофизика принята к защите 10.06.2024, протокол № 198 диссертационным советом 24.1.238.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В.Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ Министерства образования и науки РФ № 717/нк от 09.10.2012 г.

Соискатель Новожилова Юлия Владимировна 1960 года рождения в 1982 году окончила с отличием Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Теория генерации когерентного излучения магнитонаправляемыми потоками и сгустками электронов-осцилляторов» защитила в 1995 году в диссертационном совете К003.38.01, созданном на базе ИПФ РАН, работает старшим научным сотрудником в ИПФ РАН. Диссертация выполнена в отделении физики плазмы и электроники больших мощностей ИПФ РАН.

Официальные оппоненты: Лукша Олег Игоревич, доктор физико-математических наук, профессор высшей инженерно-физической школы Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (г. Санкт-Петербург); Кудрин Александр Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой электродинамики радиофизического факультета Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского (г. Нижний Новгород); Аржанников Андрей Васильевич, доктор физико-математических наук,

главный научный сотрудник, профессор кафедры физики плазмы физического факультета Новосибирского государственного университета (г.Новосибирск) дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук (ИРЭ РАН) в своем положительном заключении, подписанном д.ф.-м.н. г.н.с. академиком РАН Черепениным Владимиром Алексеевичем и утвержденном директором ИРЭ РАН академиком РАН Никитовым Сергеем Аполлоновичем, указала, что диссертация Ю.В.Новожиловой выполнена на высоком уровне и представляет собой завершённый научный труд, который вносит значительный вклад в теорию многомодовых автогенераторов, а автор диссертации, Новожилова Юлия Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.4 – радиофизика.

Соискатель имеет по теме диссертации 44 статьи в рецензируемых научных журналах, удовлетворяющим требованиям ВАК к научным изданиям, в которых излагаются основные результаты диссертации. Наиболее значимыми работами соискателя являются:

1. М.Ю.Глявин, Г.Г.Денисов, М.Л.Кулыгин, Ю.В.Новожилова. Стабилизация частоты гиротрона отражением от нерезонансной и резонансной нагрузки // Письма в ЖТФ. 2015. Т. 41, № 13. С. 25-32.
2. M.M.Melnikova, A.G.Rozhnev, N.M.Ryskin, A.V.Tyshkun, M.Yu.Glyavin, Yu.V.Novozhilova. Frequency stabilization of a 0.67-THz gyrotron by self-injection locking // IEEE Trans. On Electron Devices. 2016. V. 63, no. 3. P. 1288-1293.
3. V.L.Bakunin, G.G.Denisov, Yu.V.Novozhilova. Principal enhancement of THz-range gyrotron parameters using injection locking // IEEE Electron Device Letters. 2020. V. 41, no. 5. P. 777-780.
4. В.Л.Бакунин, Ю.М.Гузнов, Г.Г.Денисов, Н.И.Зайцев, С.А.Запечалов, А.Н.Куфтин, Ю.В.Новожилова, А.П.Фокин, А.В.Чирков, А.С.Шевченко. Экспериментальное исследование влияния внешнего сигнала на режим генерации гиротрона мегаваттного уровня мощности // Письма в ЖТФ. 2018. Т. 44, № 11. С. 38-45.
5. A.A.Bogdashov, A.P.Fokin, M.Yu.Glyavin, Yu.V.Novozhilova, A.S.Sedov. Experimental study of the influence of reflections from a non-resonant load on the gyrotron operation regime // J. of Infrared, Millimeter and Terahertz Waves. 2020. V. 41, no. 2. P. 164-170
6. A.P.Fokin, A.A.Bogdashov, Yu.V.Novozhilova, V.L.Bakunin, V.V.Parshin, M.Yu.Glyavin. Experimental demonstration of gyrotron frequency stabilization by resonant reflection // IEEE Electron Device Letters. 2021. V. 42, no. 7. P. 1077-1080.

7. V.L.Bakunin, G.G.Denisov, Y.V.Novozhilova. Influence of an external signal with harmonic or stepwise-modulated parameters on the high-power gyrotron operation // J. of Infrared, Millimeter and Terahertz Waves. 2021. V. 42, no. 2. P. 117–129.
8. V.L.Bakunin, G.G.Denisov, M.Yu.Glyavin, YuV.Novozhilova. Effect of non-ideal electron beam characteristics on the performance of a megawatt power gyrotron with an external monochromatic signal // J. of Infrared, Millimeter and Terahertz Waves. 2023. V. 41, no. 9. P. 1131-1143.

На диссертацию и автореферат поступили 7 отзывов, все отзывы положительные. В них отмечаются высокий уровень работы, ее актуальность, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В положительном отзыве ведущей организации были сделаны следующие замечания: 1) анализ физических процессов в гироприборах проводится с помощью упрощенной модели, работоспособность которой при численных расчетах следовало бы более детально проверить с помощью, например, PIC-кодов. Желательно также более четко сформулировать границы применимости использованной математической модели; 2) в работе приведен излишне беглый и неполный литературный анализ проблемы синхронизации, в частности, отсутствует ссылка на классическую работу К.Ф. Теодорчика.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. О.И.Лукши содержит, наряду с редакционными, следующие замечания: 1) утверждение, сделанное во Введении, о возможности использования проведенного исследования для решения задач подавления магнитогидродинамических (МГД) неустойчивостей в плазме в диссертации не обсуждается. Было бы целесообразно пояснить, о каких МГД-неустойчивостях идет речь и каков механизм их подавления; 2) расхождение расчетных и экспериментальных данных для 170 ГГц гиротрона (раздел 2.5) объясняется неучтенным провисанием потенциала. В то же время в данных для 35 ГГц гиротрона такого расхождения нет, несмотря на аналогичное пренебрежение разницей потенциалов. Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. А.В.Кудрина содержит, кроме редакционных, следующие замечания: 1) утверждение о несущественности ошибок, связанных с выбором сечения, в котором задается граничное условие для уравнения (1.1.6), не подкрепляется в диссертации результатами численных расчетов; 2) в главе 2 при рассмотрении включения ускоряющего напряжения в гиротроне используется вполне определенная модельная функция. Было бы полезно обсудить, насколько полученные результаты зависят от

изменения вида данной функции; 3) при рассмотрении режима захвата частоты гиротрона внешним сигналом в главе 2 автором обсуждается влияние различных факторов неидеальности электронного пучка на КПД генерации. Остается неясным, почему при этом в расчетах используется только одно значение числа фракций пучка, равное 5. Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. А.В.Аржанникова содержит следующие замечания: 1) в первой главе было бы целесообразно привести подробный вывод уравнения возбуждения с фиктивным источником в выходном сечении; 2) во второй главе желательно провести исследование одновременного влияния нескольких факторов неидеальных характеристик электронного пучка; 3) из данных, приведенных в четвёртой главе, следует, что измеренный и расчётный коэффициенты отражения моды  $TE_{02}$  от диафрагмы существенно отличаются, однако в тексте нет пояснений этого несоответствия; 4) в четвертой главе было бы полезным провести исследование устойчивости относительно роста возмущений амплитуды на основе численного решения характеристического уравнения; 5) исследование стабилизации частоты излучения отражением от внешнего резонатора следовало бы выполнить с использованием модели многомодового гиротрона.

Положительные отзывы на автореферат, представленные 1) г.н.с. ИЭФ УрО РАН, д.т.н, профессором, академиком РАН М.И.Яланиным; 2) г.н.с. ИОФ РАН, профессором, д.ф.-м.н. А.М.Игнатовым; 3) г.н.с., рук. лаб. ИРЭ РАН, профессором, д.ф.-м.н. Н.М.Рыскиным и с.н.с. ИРЭ РАН, к.ф.-м.н. А.Г.Рожневым, замечаний не содержат.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области электроники больших мощностей и физики плазмы, а ведущая организация является одним из передовых институтов в области радиофизики и физической электроники.

**Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований:**

- построена модель и выведены уравнения возбуждения для гиротрона, в резонатор которого поступает внешний квазимонохроматический сигнал или отраженная от удаленной нагрузки волна;
- теоретически показано, что в результате подавления паразитных мод при фазовом захвате частоты гиротрона внешним сигналом возможно существенное повышение мощности и КПД гиротрона, увеличение в несколько раз ширины полосы

перестройки частоты излучения, уменьшение на порядок флуктуаций фазы при низкочастотных вариациях ускоряющего напряжения электронного пучка;

– теоретически показано, что при модуляции параметров внешнего сигнала возможен захват частоты гиротрона и генерация на мгновенной частоте сигнала с периодически меняющейся амплитудой;

– теоретически показано, что частота излучения гиротрона может быть стабилизирована при слабом отражении выходного излучения от удаленной резонансной или нерезонансной нагрузки;

– экспериментально реализованы захват частоты гиротронов мегаваттного уровня мощности внешним сигналом и стабилизация частоты технологического гиротрона отраженной волной.

**Теоретическая значимость исследования** состоит в обосновании того, что:

- захват внешним сигналом частоты гиротрона существенно меняет характер конкуренции мод;

- сигнал с низкочастотной модуляцией частоты и амплитуды может обеспечить фазовый захват и управление частотой мощного гиротрона;

- волна, отраженная от удаленной нерезонансной нагрузки или внешнего высокочастотного резонатора, может влиять на гиротрон подобно внешнему сигналу и стабилизировать частоту излучения.

**Значение полученных результатов для практики** состоит в том, что они демонстрируют перспективность нового направления совершенствования гиротронов, основанного на создании комплексов когерентных источников излучения.

**Достоверность** результатов исследования обусловлена использованием хорошо зарекомендовавших себя подходов к построению моделей и методов численных расчетов. Результаты, полученные аналитически, в численном счете и в физических экспериментах, качественно и количественно согласуются. Результаты диссертации опубликованы в авторитетных российских и зарубежных научных журналах, докладывались на многочисленных международных и всероссийских конференциях.

**Личный вклад соискателя** состоит в том, что все изложенные в диссертационной работе результаты получены автором лично, либо при ее непосредственном участии. В совместных теоретических работах роль автора была определяющей в выборе направлений исследований и постановке основных задач, проведении исследований и обсуждении результатов. В экспериментальных работах автор принимала непосредственное участие в выборе параметров эксперимента и интерпретации полученных данных.

На все вопросы и замечания, высказанные в ходе защиты и содержащиеся в отзывах, Ю.В. Новожиловой были даны ответы и комментарии.

На заседании от 14.10.2024 г. диссертационный совет принял решение: за разработку теоретических положений, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, присудить Новожиловой Ю.В. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 25 человек, из них 11 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за - 25, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель диссертационного совета  
академик РАН



Литвак Александр Григорьевич

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор физ.-мат. наук

Абубакиров Эдуард Булатович

14 октября 2024 г.