

ОТЗЫВ

официального оппонента

Дубинова Александра Евгеньевича

на диссертационную работу

Розенталя Романа Марковича «Теоретическое и экспериментальное исследование автомодуляционных режимов генерации в приборах гирорезонансного типа», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – "Радиофизика"

Диссертация Розенталя Романа Марковича **«Теоретическое и экспериментальное исследование автомодуляционных режимов генерации в приборах гирорезонансного типа»**, представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – "Радиофизика", содержит следующие разделы: введение, 3 главы с 2-мя приложениями, основные результаты и список литературы. Она представлена на 148 страницах текста, содержит 104 рисунка, список литературы из 138 наименований, а также список собственных публикаций автора из 34 наименований. Автореферат диссертации изложен на 28 страницах, содержит 7 рисунков, список литературы из 61 наименований, а также список основных публикаций автора из 34 наименования.

Работа относится к физике генерации и усиления мощного СВЧ-излучения в гирорезонансных приборах.

Актуальность темы диссертации обусловлена большим научным и практическим интересом к источникам мощного СВЧ-излучения, а также быстрым расширением сферы их научных и технологических приложений в различных областях таких, нагрев плазмы, ускорение электронов, радиолокация, медицина и др.

Целями диссертационной работы Р.М.Розенталя являлись:

1. Теоретические и экспериментальные исследования условий реализации автомодуляционных (периодических и хаотических) режимов генерации в гиротронах с внешними отражениями. Анализ возможности управления спектром выходного излучения в указанных режимах.
2. Экспериментальное наблюдение режимов хаотической генерации с мегаваттным уровнем мощности в релятивистском гиротроне с внешними отражениями.
3. Теоретическое исследование нестационарной динамики гиротронов с большой надкритичностью в рамках модели, учитывающей изменение структуры поля за время

пролета электронов, а также изменение продольного импульса частиц в процессе взаимодействия.

4. Теоретическое исследование моделей гироклистронов и гиро-ЛБВ с запаздывающей обратной связью с целью демонстрации возможности создания на этой основе широкополосных источников хаотического излучения большой мощности в миллиметровом диапазоне длин волн. Анализ возможности повышения равномерности спектра хаотического излучения.

Результаты диссертационной работы Розенталя Р.М. представлены в **положениях, выносимых автором на защиту:**

1. В гиротронах с внешними отражениями возможно управление частотой периодической автомодуляции в режиме возбуждения соседних продольных мод электродинамической системы, что обусловлено зависимостью собственных частот и добротностей указанных мод от положения отражателя.
2. Полоса хаотической генерации в гиротронах может быть существенно расширена за счет оптимального подбора отстройки гирочастоты относительно критической частоты рабочей моды, когда достаточно сильно разнесены высокочастотный и низкочастотный циклотронные резонансы. В этих условиях при большом превышении рабочих токов над стартовым значением возникает перекрытие полос генерации на указанных резонансах.
3. При введении запаздывающей обратной связи в гироклистровах и гиро-ЛБВ с винтовой гофрировкой могут быть реализованы режимы «развитого» хаоса, адекватное описание которых требует построения нестационарных моделей с нефиксированной (самосогласованной) продольной структурой высокочастотного поля.
4. Повышение однородности спектра шумоподобного излучения миллиметрового диапазона может быть реализовано в генераторе на основе винтовой гиро-ЛБВ при введении в цепь запаздывающей обратной связи элемента, который обеспечивает нелинейный амплитудно-зависимый сдвиг фазы сигнала (нелинейная флуктуирующая задержка). В качестве такого элемента с доминирующей реактивной нелинейностью может быть использована дополнительная винтовая гиро-ЛБВ со специальной настройкой параметров.

Основное достоинство диссертации, на мой взгляд, заключается в последовательном и подробном изложении развитой автором теории автомодуляционных и хаотических процессов в гирорезонансных СВЧ-приборах таких как процесс перехода к хаотическим колебаниям через последовательность удвоений периода, процесс генерации ультракоротких импульсов излучения. Теория подтверждена РС-моделированием и целым рядом экспериментов.

Диссертация написана ясным языком, хорошо иллюстрирована.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

К **замечаниям** по работе можно отнести следующие.

1. Автором продемонстрирована возможность генерации хаотической последовательности ультракоротких импульсов излучения. В диссертации такие импульсы называются волнами-убийцами. Известно, что волны-убийцы (rogue waves) есть волны, имеющие одновременно пространственную и временную локализацию и представляющие собой короткие пространственно-временные всплески (в отличие от солитонов, которые имеют только пространственную локализацию). На рис. 2.22 (стр. 95) и на др. подобных рисунках построены графики зависимости мощности волны от времени в виде последовательности ультракоротких импульсов. Известно, что при РС-моделировании с помощью программы КАРАТ эти графики получаются как результат вычислений потока вектора Пойнтинга в каком-то сечении. На рис. 2.23 показаны два пространственных распределения мощности в различные моменты времени. Представленных в диссертации данных на рис. 2.22 и 2.23 недостаточно для интерпретации этих импульсов как волн-убийц, т.к. не подтверждена их пространственно-временная локализация. Более того, из графиков на рис. 2.17 следует, что они могут быть отнесены скорее к солитонам с переменной амплитудой, бегущим вдоль оси генератора, нежели к волнам-убийцам.

2. Как указано во втором пункте раздела **Практическая значимость работы** (стр. 9), генерация случайных последовательностей коротких импульсов большой мощности («волн-убийц») могла бы быть полезна для транспортировки импульсов по волноводным трактам. Однако, если в приборе действительно генерируются волны-убийцы, то их транспортировать нельзя, так как они должны быть локализованы в пространстве и во времени. По этой же причине волны-убийцы не могут быть излучены. Транспортировать и излучать можно только солитоны.

3. Размерность физических величин на некоторых графиках указана на английском языке, а на рис. 2.17 имеются подписи на английском языке.

Однако изложенные здесь замечания не умаляют теоретических и практических результатов диссертации и той высокой оценки, которую она заслуживает.

Оценивая диссертационную работу Р.М. Розенталя в целом, следует заключить, что автором выполнен большой объем весьма сложных и трудоемких расчетов и экспериментов и получен богатейший научный материал. Представленная работа имеет неоспоримую научную и практическую ценность.

Результаты исследований и разработок могут быть использованы в организациях, ведущих разработку и эксплуатацию мощных СВЧ-генераторов различного назначения.

Диссертация Р.М. Розенталя удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения...» ВАК РФ, т.к. она представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические и экспериментальные положения, совокупность которых можно классифицировать как решение задачи, имеющей существенное значение для радиофизики, а именно —

генерация сверхширокополосного, многочастотного и хаотического СВЧ-излучения в gyroприборах мегаваттного уровня мощности.

Учитывая актуальность, высокий научный уровень, новизну, достоверность полученных результатов и их практическую ценность, следует заключить, что диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Розенталь Роман Маркович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 "Радиофизика".

Заместитель директора
НПЦФ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» по НИР,
начальник научно-исследовательского отдела
доктор физико-математических наук, доцент

Дубинов Александр Евгеньевич

ФГУП
«Российский Федеральный Ядерный Центр –
Всероссийский научно-исследовательский
институт экспериментальной физики»,
607188, Нижегородская обл., г. Саров,
пр. Мира, 37,
тел. (83130)42144
dubinov@ntc.vniief.ru

Подпись Дубинова А.Е. заверяю

Директор НПЦФ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»
член-корреспондент РАН,
доктор физико-математических наук




Селемир Виктор Дмитриевич