

В диссертационный совет Д 212.243.01 на базе
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный
исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского»

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе Адиловой Асель Булатовны «Влияние запаздывания в канале связи на синхронизацию связанных автогенераторов с предельным циклом», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 - «Радиофизика».

Современный этап исследований и разработок источников высокочастотного излучения большой мощности миллиметрового диапазона длин волн характеризуется освоением мультимегаваттных уровней выходного сигнала. Дальнейшее повышение мощности единичного прибора в настоящее время выглядит проблематично, как по фундаментальным причинам, таким как возрастающая сложность обеспечения одномодовой генерации при увеличении сверхразмерности электродинамических систем, так и по техническим, связанным с чрезвычайно высокой энергетикой систем питания таких устройств и других элементов обеспечения их функционирования. В этой связи теоретический анализ возможности достижения совместной когерентной работы нескольких автогенераторов, в частности, мощных гиротронов, который проведен в диссертационной работе А.Б.Адиловой, безусловно, представляется актуальным.

Научная новизна проведенного исследования связана, в первую очередь, с учетом конечного времени группового запаздывания в канале связи между единичными источниками, которое для мощных автогенераторов оказывается большим и сравнимым с временем установления генерации, поскольку протяженность этого канала из-за характерных габаритов таких устройств не может быть сделана малой.

Важно отметить, что использование комплексов мощных гиротронов активно рассматривается как средство решения ряда прикладных задач. В частности, система нагрева и контроля плазмы в проекте Международного экспериментального термоядерного реактора (ITER) использует более 20 мегаваттных гиротронов. Очевидно, что потенциальная когерентная работа такого комплекса источников открыла бы принципиально новые возможности по его использованию. Эти обстоятельства дают

возможность утверждать и о практической ценности проведенного исследования и его результатов.

Содержательная часть диссертации состоит из трех глав.

В главах 1 и 2 рассмотрены задачи о взаимной синхронизации двух осцилляторов с мягким и жестким возбуждением соответственно, связанных между собой с задержкой сигнала по времени. На основе модели автогенератора с простой полиномиальной нелинейностью автором выявлены особенности процессов взаимной синхронизации двухэлементной системы, определены области пространства параметров, в которых реализуются характерные режимы работы, исследованы механизмы, обуславливающие появление мультистабильной синхронизации.

Выявление основных закономерностей совместной работы генераторов, синхронизуемых по цепи с временной задержкой, проведенное на простейшей модели, позволило автору в главе 3 перейти к анализу явлений, возникающих при взаимной связи конкретных высокочастотных автогенераторов – гиротронов. Отметим эффективный подход, использованный в диссертации, суть которого состоит в аппроксимации функции электронной восприимчивости относительно простой рациональной зависимостью. Такая замена позволила упростить процедуру вычислений и провести детальный бифуркационный анализ режимов синхронизации и рассчитать их основные количественные характеристики, такие как выходная мощность и частота генерации. Кроме того, для связанных гиротронов автором предложен и проанализирован метод коммутации между мультистабильными состояниями синхронизации, основанный на модуляции мощности генерации одного из источников. Особо интересным представляется проведенное в этой главе исследование взаимной синхронизации гиротронов в условиях конкуренции мод.

Характеризуя диссертацию в целом, следует сказать, что в работе теоретический анализ и результаты расчетов представлены в большом объеме, свидетельствующем о полноте и завершенности проведенных исследований. Основные результаты работы опубликованы в ведущих научных журналах, докладывались на представительных международных конференциях, 25 публикаций по теме диссертации индексируются в базе данных РИНЦ, 12 – в Scopus. Диссертация в целом написана хорошим языком и качественно оформлена.

По содержанию и тексту диссертации есть замечания:

1. По виду основных уравнений связанных автогенераторов (1.4) можно предположить, что электронная проводимость Φ является функцией амплитуды колебаний только одного генератора. Вместе с тем очевидно, что сигнал от второго генератора будет воздействовать на электронный поток и изменять величину проводимости. Из текста диссертации остается непонятным, учитывается ли это влияние или же оно считается пренебрежимо малым, например, из-за слабой связи. Здесь же замечу, что во втором уравнении системы (1.4) есть опечатка в аргументе функции Φ .
2. В главе 3 электронная проводимость Φ аппроксимирована рациональной функцией (формула (3.12) и далее). Следовало бы указать, какой практический эффект, в частности, в скорости вычислений, достигнут в результате такой замены.
3. В автореферате диссертации приведена ссылка на отсутствующий рисунок 4.
4. В диссертации рассмотрена синхронизация двух автогенераторов, практический интерес представляет совместная работа и большего числа источников. Представляется, что оценки возможности развития теории в этом направлении были бы уместны.

Приведенные замечания носят уточняющий характер и не ставят под сомнение общий высокий уровень диссертационной работы.

Выполненный в диссертации комплекс теоретических работ можно квалифицировать как решение научной задачи, имеющей значение для исследований и разработок источников высокочастотного излучения большой мощности. Автореферат и публикации автора полно и правильно отражают содержание диссертации.

Таким образом, по степени обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертационной работе, их достоверности и новизне, актуальности выбранной темы исследования, практической значимости полученных результатов диссертационная работа «Влияние запаздывания в канале связи на синхронизацию связанных автогенераторов с предельным циклом» соответствует критериям пп. 9-11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Адилова Асель Булатовна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Официальный оппонент Абубакиров Эдуард Булатович, доктор физико-математических наук, специальность 01.04.04 «Физическая электроника», ведущий научный сотрудник

отдела высокочастотной релятивистской электроники Федерального государственного
бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт
прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН)

Адрес 603950, г. Нижний Новгород, БОКС-120, ул. Ульянова, 46.

Телефон (831) 416-48-47, адрес электронной почты edward@appl.sci-nnov.ru

Выражаю свое согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой
диссертации

Э.Б.Абубакиров

24 ноября 2020 г.

Подпись Э.Б.Абубакирова заверяю

Ученый секретарь ИПФ РАН

к.ф.-м.н



И.В.Корюкин