

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Манжосина Михаила Алексеевича «Улучшение режимов многомодового усиления в низковольтных многолучевых клистродах K_u и K – диапазонов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника.

Актуальность. Диссертация Манжосина Михаила Алексеевича посвящена поиску способов улучшения режимов усиления в импульсных низковольтных многолучевых клистродах (НМЛК), которые широко используются в радиолокационной технике, ускорителях передатчиках космической и тропосферной связи, телевидении, установках РЭБ и других видах оборонной и гражданской аппаратуры. Поэтому расширение полосы усиления и увеличение КПД в НМЛК является актуальной задачей.

Цель. Улучшение комплекса параметров процесса многомодового взаимодействия многолучевого потока с электромагнитным полем в НМЛК K_u и K - диапазонов для расширения полосы усиления до 300 МГц при выходной мощности не менее 400 Вт и повышения КПД до 40-50%, без увеличения их габаритов и массы.

Поставленные в автореферате задачи соответствуют достижению цели.

Научная новизна работы.

1) Найдено приближенное аналитическое выражение, позволяющее (с погрешностью не более 1,5%) пересчитать размеры, полученные для случая сеточных зазоров с разными длинами на эквивалентные размеры бессеточных зазоров при условии равенства коэффициентов взаимодействия для каждого сеточного зазора и усредненных по радиусу луча коэффициентов взаимодействия соответствующих бессеточных зазоров резонаторов.

2) Предложена уточненная (имеющая погрешность не более 3%) методика приближенного расчета основных электродинамических параметров призматических многоканальных резонаторов, позволяющая при численном моделировании ускорить процесс выбора оптимальной конструкции путем перехода от трудоемкой 3D модели исходного резонатора к более простой двумерной модели эквивалентного цилиндрического резонатора с одинаковыми волновым сопротивлением и торцевой емкостью.

3) Теоретически и экспериментально обоснованы преимущества использования на выходе НМЛК двухззорных призматических резонаторов с неравными длинами зазоров, возбуждаемых во второй зоне усиления, которая характеризуется увеличенными (примерно в два раза), по сравнению с традиционно используемыми, углами пролета между центрами зазоров, что обеспечивает дополнительные возможности для увеличения КПД (примерно на 3-5%) и повышения устойчивости к тепловым нагрузкам.

4) Подтверждена возможность повышения электронного КПД в шестирезонаторном 19-ти лучевом НМЛК Ку - диапазона, примерно на 15-16%, за счет использования удлиненной трубы между 4 и 5 резонатором, инверсии частот этих резонаторов, оптимального выбора параметра пространственного заряда и применения двухззорной выходной резонансной системы с неравными длинами зазоров, уменьшающимися по ходу электронного потока.

5) Определены частотные расстройки многомодовой выходной резонаторной системы, установленной на выходе шестирезонаторного НМЛК, требуемые для реализации широкополосного усиления (с полосой около 300 МГц) в Ку и К - диапазонах.

6) Показано, что благодаря выбору оптимального угла наклона уголкового пассивного резонатора, установленного в волноводе вывода энергии, можно обеспечить эффективную передачу энергии электромагнитных волн из выходного активного резонатора в выходной СВЧ

тракт с заданным коэффициентом передачи во всем рабочем диапазоне НМЛК.

7) Установлено, что наибольшая вероятность паразитного самовозбуждения при использовании системы двух связанных через щель призматических резонаторов, возбуждаемых в двухмодовом режиме, имеет π -вид колебаний. На основании проведенных экспериментов с двумя моделями НМЛК К-диапазона, получены аппроксимационные соотношения для расчета углов пролета между центрами зазоров, при которых возможно возникновение монотронных колебаний на первой и второй зонах возбуждения.

Научная и практическая значимость.

1) Манжосиным М.А. теоретически доказана и экспериментально подтверждена возможность эффективного взаимодействия с многолучевым электронным потоком противофазного (основная мода) и синфазного (высшая мода) видов колебаний металлокерамического резонатора вывода энергии, что позволяет активно управлять формой АЧХ с помощью настроечных стержней, расположенных вне вакуумной части выходного волновода, без изменения массы и габаритов НМЛК и нарушения вакуума.

2) Автором разработаны рекомендации для модернизации резонаторной системы и вывода энергии НМЛК K_u и К-диапазонов, реализация которых позволяет существенно расширить полосу усиления без увеличения массы и габаритов, с сохранением выходной мощности на уровне 300-500 Вт, что обеспечивает повышение энергоэффективности систем радиосвязи.

3) На производственных мощностях АО "НПП "Алмаз" разработаны перспективные экспериментальные образцы НМЛК К-диапазона, которые могут быть использованы в качестве научного задела при проведении научно-исследовательских работ по освоению приборами этого класса новых частотных диапазонов (акт внедрения).

4) Разработанные макеты резонаторных систем могут использоваться в качестве учебного пособия при прохождении производственной практики студентами кафедры «Электронные приборы и устройства» СГТУ имени Гагарина Ю.А., а также при выполнении практических работ по дисциплине «Проектирование и технология электронной компонентной базы», изучаемой в рамках направления «11.03.04 Электроника и нанoeлектроника» (акт об использовании). Получен патент на изобретение.

Замечания.

- Из текста автореферата непонятно, каким образом можно активно управлять формой АЧХ?

- В автореферате недостаточно полно представлен анализ результатов расчета в программе DISKLY. Проводились ли расчеты по другим одномерным программам?

Отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы, не затрагивают научных положений и не влияют на достоверность полученных результатов.

Автореферат отражает основные результаты диссертации, одобренные на всероссийских и международных конференциях и опубликованные в журналах российского и международного уровня. Материалы диссертации использованы при выполнении гранта в рамках Всероссийского инновационного конкурса «УМНИК-2017», победителем которого является автор.

Диссертация соответствует специальности 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника.

Таким образом, считаю, что диссертация Манжосина Михаила Алексеевича «Улучшение режимов многомодового усиления в низковольтных многолучевых клистронах K_u и K – диапазонов» является законченной квалификационной работой, полностью соответствует требованиям пунктов 9-14 "Положения по присуждению ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., в

части, касающейся кандидатских диссертаций, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника.

Давидович Михаил Владимирович

доктор физико-математических наук, профессор, кафедра радиотехники и электродинамики, Институт физики, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

Давидович / Михаил Владимирович Давидович /

Адрес: 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, корпус 8

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского (СГУ имени Н.Г. Чернышевского)

Телефон: +7(8452)514562

e-mail: davidovichmv@info.sgu.ru

«27» ноября 2024 г.

