

ОТЗЫВ

официального оппонента Байковой Ольги Андреевны
на диссертационную работу Чернышева Максима Алексеевича
**«Многомодовые многоканальные резонансные системы для приборов
клистронного типа»**,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника

Работа Чернышова М.А. посвящена исследованию некоторых типов резонаторов, включающих диэлектрические элементы и предназначенных для использования в многолучевых клистронах и в других приборах клистронного типа.

Многолучевые клистроны (МЛК) являются одними из основных типов вакуумных электронных приборов, они широко используются в системах радиолокации, связи, в медицинской СВЧ-технике, в технологическом СВЧ-оборудовании, в ускорительной технике и во многих других областях. Резонаторы являются одними из основных компонент конструкции МЛК, поэтому исследования, направленные на изучение таких резонаторов и на улучшение их характеристик, безусловно, являются актуальными.

Одним из важных направлений таких исследований является изучение возможности уменьшения массы и габаритов резонаторов при одновременном увеличении числа пролетных каналов и при обеспечении равномерности распределения СВЧ поля по зазорам такой электродинамической системы. Обеспечение всех этих условий приводит к необходимости построения сложных конструкций, получивших название пространственно-развитых электродинамических систем.

Как правило, пространственно-развитые электродинамические системы многолучевых клистронов полностью изготавливаются из меди.

В работе Чернышова М.А. исследуются пространственно-развитые электродинамические системы, включающие диэлектрические элементы. Такие системы пока не использовались в разработках МЛК, их исследование представляется очень интересным.

В первой главе диссертации представлен обзор некоторых типов современных многолучевых клистронов, а также обзор работ, в которых

исследованы многозазорные резонаторы и резонаторы с элементами на диэлектрических подложках.

Во второй главе диссертации проводится исследование многозазорных многолучевых резонаторов с полосковыми линиями. Эти резонаторы включают подвешенную диэлектрическую подложку, на которой закреплены металлические втулки, формирующие зазоры резонатора. На подложках расположены четвертьволновые или полуволновые полосковые линии, электрически соединённые с центральными втулками и корпусом резонатора. Рассматриваются конструкции как с цилиндрическими, так и с призматическими втулками. Исследование выполняется по единой методике: сначала с помощью метода конечных элементов проводятся расчёты собственных типов колебаний резонатора в широком диапазоне частот и анализируется структура полей. Затем на основе полученных данных рассчитываются электронные параметры.

В третьей главе диссертации представлена конструкция многозазорного призматического резонатора с тремя керамическими подложками, на которых расположены полосковые линии. Эти подложки размещены под углом 120° . Собственные частоты резонатора находятся в С- и Ку-диапазонах. В этой части работы изучается влияние диэлектрической проницаемости и толщины подложки на частоты, характеристические сопротивления и добротности различных собственных мод резонатора. Рассматривается возможность перестройки частоты с помощью дополнительного закорачивания полосковых линий. При этом обнаружено, что частоты π - и 2π -мод изменяются значительно, а частоты $3\pi/2$ -мод остаются практически неизменными, что позволяет настраивать моды на кратные частоты.

В четвёртой главе диссертации рассматриваются многолучевые двухзазорные резонаторы, которые автор называет «квазифрактальными». Эти резонаторы характеризуются разветвлённой конструкцией опор, которые поддерживают втулки, отверстия в которых образуют пролётные каналы. За счет высокой индуктивности опор такие резонаторы характеризуются высоким характеристическим сопротивлением при малых размерах. Автор рассмотрел как полностью металлическую конструкцию такого резонатора, так и конструкцию с включением диэлектрика (с полосковыми линиями на диэлектрической подложке).

Таким образом, в работе предложены и изучены новые многозачорные многолучевые резонаторы, включающие диэлектрические элементы и характеризующиеся небольшими размерами, высоким характеристическим сопротивлением и широкими возможностями настройки резонансных частот.

По работе можно сделать следующие замечания. Основные замечания по тексту диссертации сводятся к следующему:

- 1) В начале каждой главы диссертации повторяются тезисы о важности и актуальности развития МЛК. Эти доводы достаточно было изложить один раз во введении.
- 2) Выходные характеристики клистрона (КПД 60%, мощность 1кВт), определяются конструкцией прибора в целом, а не конструкцией только одного его резонатора, поэтому включение этих характеристик в первое научное положение вряд ли оправдано.
- 3) Главной опасностью включения диэлектрических элементов в резонаторы клистрона является возможность возникновения электрических пробоев по поверхности диэлектриков. Именно поэтому резонаторы с диэлектриками не получили распространение в конструкциях мощных клистронов. Предполагает ли автор какое-то решение этой проблемы? Или предполагается использование исследованных резонаторов только в клистромах малой мощности? Но выдержат ли маломощные клистроны конкуренцию с полупроводниковыми СВЧ приборами? Все эти вопросы, к сожалению, никак не освещены в диссертации.
- 4) В диссертации встречаются некоторые ошибки и неточности в ссылках, обозначениях и в формулировках. Так, например, на стр.4, 18 есть ссылки на фирму Thomson CSF, которая не существует уже 25 лет (ее преемник – фирма Thales), на стр. 39, рис. 1.33 не указана подложка 4, на стр.77, рис. 3.6, указаны цифрами элементы, но их описание отсутствует, на с.40 дано определение фрактала, не являющееся математически корректным, и т.д.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки диссертации.

Результаты диссертации обладают научной новизной и практической значимостью, основные выводы и положения, выносимые на защиту, представляются обоснованными и достоверными

Содержание диссертации соответствует специальности 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника.

Автореферат достаточно полно и адекватно отражает содержание диссертации.

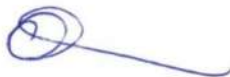
Результаты диссертации полностью опубликованы и прошли необходимую апробацию на научных конференциях.

Материалы диссертации представляют интерес для специалистов, занимающихся исследованием и разработкой клистронов и других электровакуумных СВЧ приборов.

Считаю, что диссертация «Многомодовые многоканальные резонансные системы для приборов клистронного типа» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу и полностью удовлетворяет требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ, № 842 от 24.09.2013 г. и № 415 в редакции от 18.03.2023 г., в части, касающейся кандидатских диссертаций, а её автор Чернышев Максим Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника.

Официальный оппонент:

Байкова Ольга Андреевна



кандидат физико-математических наук,

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования «Национальный исследовательский ядерный

университет «МИФИ», каф.30, доцент

Адрес: г. Москва, Каширское шоссе, 31.

e-mail: obkv@mail.ru

Тел.: +7-916-961-2364

«21» января 2025 г.

Подпись Байковой О.А. заверяю:

должность, звание

Подпись удостоверяю
Заместитель начальника отдела
документационного обеспечения
НИЯУ МИФИ



Влаж

И. Салимов

С. Салимов
27.01.2025
С. Чернышев М. А.