

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Семенова Алексея Сергеевича «Микрополосковые ферритовые развязывающие приборы миллиметрового диапазона длин волн с улучшенными характеристиками», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Разработка, оптимизация и создание миниатюрных ферритовых развязывающих приборов миллиметрового диапазона длин волн представляют в настоящее время одно из важных, успешно развивающихся направлений твердотельной электроники СВЧ. Актуальность создания таких приборов для техники СВЧ обусловлена, прежде всего, необходимостью развития отечественной электронной компонентной базы СВЧ диапазона, сравнимой по параметрам с мировыми аналогами, что способствует укреплению национальной безопасности России.

Хотя ферритовые Y-циркуляторы и вентили известны в СВЧ технике ещё со второй половины прошлого века, автору на основе предложенного им алгоритма проектирования с использованием современных расчётных и экспериментальных методик удалось создать указанные СВЧ приборы для миллиметрового диапазона длин волн с комплексом параметров, превосходящим отечественные и зарубежные аналоги, и осуществить внедрение этих приборов в АО НПП «Исток» им. Шокина. Для достижения поставленной цели автором были разработаны методики и стенды для точного измерения электромагнитных параметров ферритовых материалов, из которых и были разработаны и изготовлены микрополосковый ферритовый вентиль и Y-циркулятор. Кроме того, Алексей Сергеевич изучил возможность разработки микрополосковых развязывающих приборов на основе гексаферритов, что позволит создать невзаимные устройства без магнитной системы не только в верхней, но и в нижней части миллиметрового диапазона длин волн.

Диссертация состоит из Введения, четырех глав, раздела «Основные результаты и выводы» и списка использованной литературы из 80 наименований. Работа аккуратно оформлена и грамотно написана. Использование большого количества рисунков и таблиц позволило Семенову Алексею Сергеевичу в ясной и доступной форме изложить полученные результаты, представляющие несомненный интерес для разработчиков радиоэлектронной аппаратуры и специалистов в области твердотельной электроники. Подробно представлен обзор предшествующих или близких по тематике исследований, показано место диссертационной работы в твердотельной электронике СВЧ, ясно сформулированы выводы к главам, а также основные результаты и выводы в заключительном разделе. Среди наиболее значимых **новых результатов**, полученных в работе, можно выделить следующие:

- Предложена методика экспериментального определения электромагнитных параметров ферритовых материалов с более высокой точностью.
- Предложен алгоритм проектирования микрополосковых ферритовых развязывающих приборов миллиметрового диапазона длин волн, позволяющий повысить точность расчёта их конструкции. Указанный алгоритм использован для расчёта конструкции микрополоскового ферритового вентиля и Y-циркулятора миллиметрового диапазона длин волн и последующей оптимизации их электрических характеристик на основе точно измеренных параметров феррита.

- Установлены технологические режимы, позволяющие снизить прямые потери микрополосковых ферритовых развязывающих приборов миллиметрового диапазона, а также увеличить выход годных плат микрополосковых ферритовых вентиляей и Y-циркуляторов на 20%.
- На основе экспериментальных данных установлены условия, определяющие взаимосвязь между частотой ферромагнитного резонанса и рабочим диапазоном частот микрополосковых развязывающих приборов мм-диапазона без магнитной системы на подложках из гексаферрита.

Разработанный алгоритм и методики, используемые автором разумны и общепризнаны. **Достоверность и новизна** полученных автором научных результатов не вызывает сомнений и обусловлена хорошим соответствием расчётов с данными, полученными в экспериментах.

Ценность для науки и техники выполненных в работе исследований состоит в заметном улучшении основных характеристик (увеличение рабочей полосы частот, снижение прямых потерь) микрополосковых ферритовых развязывающих приборов миллиметрового диапазона длин волн по сравнению с существующими аналогами.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанные автором измерительные методики и технология изготовления миниатюрных микрополосковых ферритовых развязывающих приборов мм-диапазона позволили осуществить внедрение и организовать производство ферритовых вентиляей и Y-циркуляторов с улучшенными характеристиками в АО НПП «Исток» им. Шокина.

Основные результаты диссертации представлены в 11 публикациях, из них 5 статей в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК, и 2 статьи в научных изданиях, входящих в международную базу данных Scopus. Работа прошла апробацию на нескольких конференциях. Автореферат адекватно отражает основные научные результаты диссертации.

По работе имеются следующие замечания:

1. В диссертации отсутствует раздел «Используемые обозначения и сокращения», из-за чего не всегда сразу можно понять, какую физическую величину обозначает та или иная буква, и что означает та или иная специфическая аббревиатура, – приходится искать в тексте место, где впервые ведено данное обозначение или аббревиатура.
2. В диссертации присутствуют рисунки, не имеющие прямого отношения к работе (например, представленная Рисунке 4.3 фотография вытяжного шкафа, использованного при химической обработке подложек). Матрица рассеяния идеального циркулятора представлена в виде рисунка 1.3, хотя её следовало бы дать в виде формулы.
3. В диссертации встречаются фрагменты текста и рисунки, не достаточно ясно описывающие представленные исследования. Так, например, на стр. 13-14 написано: «При соответствующем подборе этих величин картина стоячих волн на боковой поверхности вкладыша приобретает вид, показанный на рисунке 2». По-видимому, имеется в виду рис. 1.2. Кроме того, ни в подписи к рисунку 1.2., ни в тексте работы не поясняется, что означают линии, отходящие от поверхности круглого ферритового вкладыша.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают высокой оценки диссертации.

Рассмотренная диссертация является законченной научной работой. Совокупность результатов, полученных при выполнении расчётов и экспериментов по созданию миниатюрных микрополосковых ферритовых развязывающих приборов миллиметрового диапазона с улучшенным комплексом электрических параметров, позволяет заключить, что данная диссертация имеет **существенное научно-техническое значение** и соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор – Семенов Алексей Сергеевич – заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Официальный оппонент: руководитель лаборатории
исследования СВЧ свойств ферромагнетиков
Фрязинского филиала Федерального государственного
бюджетного Учреждения науки
Института радиотехники и электроники
им. В.А. Котельникова Российской академии наук
(ФирЭ им. В.А. Котельникова РАН),
главный научный сотрудник,
доктор физико-математических наук



Локк Эдвин
Гарривич

Адрес: 141190, г. Фрязино, пл. Введенского д. 1
Телефон: +7(496) 565-24-02
e-mail: edwin@ms.ire.rssi.ru

Подпись д.ф.-м.н., Локка Э.Г. удостоверяю:
Ученый секретарь
ФирЭ им. В.А. Котельникова РАН
доктор физико-математических наук




Чучева Галина
Викторовна