

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Быковского Сергея Васильевича **«Циклотронные защитные устройства приемников радиолокационных систем сверхвысокочастотного диапазона»**, представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.1 – Вакуумная и плазменная электроника

Эффективность и тактико-технические характеристики современных радиолокационных систем (РЛС) находятся в прямой зависимости от функциональных параметров, используемых в них модулей, в данном случае, – от устройств защиты приемников РЛС от СВЧ мощности высокого уровня. Разработка и исследование Быковским С.В. нового класса устройств защиты – циклотронных защитных устройств (ЦЗУ), обладающих рядом исключительных преимуществ перед известными ранее аналогами, позволяет сделать еще один шаг на пути совершенствования отечественной радиолокации. Положительные качества и преимущества ЦЗУ обусловлены прежде всего принципами работы устройства – передача полезного сигнала осуществляется через электронный луч, распространяющийся в вакууме. Это обуславливает исключительно высокое быстродействие защитного устройства и выдающееся качество защиты входных каскадов приемника РЛС.

ЦЗУ представляет собой новый тип электронно-лучевых СВЧ приборов О-типа с поперечным взаимодействием, разрабатываемый и выпускаемый единственным предприятием в мире – АО «НПП «Исток» им. Шокина». По этой причине диссертационная работа соискателя имеет особую важность и представляет значительный интерес для развития отечественной вакуумной СВЧ

электроники. В диссертации представлены комплексные результаты по созданию ЦЗУ в диапазоне частот от 2 ГГц до 15 ГГц, которые охватывают весь спектр работ – от теоретического анализа процессов до исследования, разработки, конструирования, измерения параметров и проработки вопросов применения устройств в аппаратуре РЛС.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и заключения. Включает список литературы и четыре приложения. Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цели и задачи, решаемые в диссертации. Обоснованы научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Приведены основные положения, выносимые на защиту. А также кратко изложена предыстория создания циклотронных защитных устройств.

В первой главе представлен обзор существующих типов СВЧ защитных устройств приемников РЛС, приведены их характерные параметры. Показано, что наиболее распространенные в настоящее время газоразрядные и полупроводниковые защитные устройства уступают ЦЗУ по времененным параметрам вследствие необходимости инициализации (либо затухания) газового разряда или в связи с относительно невысокой подвижностью зарядов в твердом теле.

Во второй главе изложены основные принципы работы ЦЗУ. Аналитически рассматривается взаимодействие резонаторов ЦЗУ с быстрой циклотронной волной электронного луча, поясняется, что возбуждение такой поперечной волны не приводит к образованию сгустков заряда в луче и объясняет высокую амплитудную линейность устройства. Обосновываются важнейшие электрические параметры ЦЗУ: отсутствие пиков просачивающейся мощности, рабочая полоса частот, частотная избирательность, низкий коэффициент шума, а также уровень ослабления входной мощности в режиме защиты.

В третьей главе рассматриваются вопросы разработки и исследования ЦЗУ, взаимосвязь основных параметров устройства с конструктивными особенностями и электрическими режимами работы. Изучено рассеяние электронов луча на частицах остаточных газов и соответствующее ухудшение

коэффициента шума. Аналитически и экспериментально рассмотрены вопросы амплитудной линейности и перехода устройства в режим защиты, а также время восстановления параметров после окончания импульса мощности на входе ЦЗУ. Исследованы параметры электромагнитной совместимости.

В четвертой главе приведены наиболее важные конструктивные решения, принятые при разработке ЦЗУ: устройство магнитной системы, электронной пушки, предложен запатентованный вариант исполнения электронного зазора в паре резонаторов устройства с поворотом плоскости зазора, согласованным с поворотом луча в процессе его дрейфа от катода к коллектору.

В пятой главе «Применение ЦЗУ в аппаратуре приемников РЛС» показано, что наиболее оптимальным вариантом использования ЦЗУ в аппаратуре является его комплексирование с последующим малошумящим транзисторным усилителем и другими сервисными цепями, и устройствами. Такого рода устройство – циклотронно-защищенный комплексированный усилитель (ЦЗКУ) – не только позволяет получить низкий коэффициент шума приемника РЛС, но и обеспечивает потребителю ряд важнейших дополнительных функций и удобство использования.

В заключении к диссертации отмечается, что задача создания циклотронных защитных устройств СВЧ диапазона к настоящему моменту в целом решена. Приведены основные выводы по работе, совокупность которых представляет содержание концепции циклотронных защитных устройств, представленной соискателем к защите в виде одного из научных положений.

По материалам диссертации соискателем опубликованы 48 работ, в том числе 10 работ, индексируемых в международных базах данных, 17 статей в журналах, рекомендованных ВАК для публикации материалов диссертаций, получено 8 патентов РФ, опубликовано 13 работ в других научных изданиях. Результаты работы докладывались на всероссийских и международных конференциях. Публикации в полной мере раскрывают основные положения и результаты работы.

Практическая значимость работы обеспечивается поставкой нескольких тысяч образцов изделий типа ЦЗУ и ЦЗКУ предприятием, на котором работает

соискатель, ряду организаций военно-промышленного комплекса, выпускающих РЛС.

Диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне. Автореферат достаточно полно раскрывает содержание диссертации. Замечаний по материалам диссертации и автореферата нет.

Материалы диссертационного исследования имеют важное значение для развития отечественной вакуумной СВЧ электроники, свидетельствуют о научной зрелости соискателя, о его способности решать значимые научные и практические задачи в данной области. Это позволяют сделать заключение о том, что квалификация Быковского Сергея Васильевича соответствует ученой степени доктора технических наук.

Диссертация Быковского Сергея Васильевича «Циклотронные защитные устройства приемников радиолокационных систем сверхвысокочастотного диапазона» является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых внесло значительный вклад в развитие страны. Диссертация отвечает всем требованиям п. 9 - 14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени доктора технических наук по специальности 2.2.1 – Вакуумная и плазменная электроника.

Официальный оппонент,  
генеральный директор  
ООО «Базовые технологии и компоненты  
вакуумных приборов»  
доктор технических наук



Масленников Олег Юрьевич

Адрес организации: 117342, г. Москва, улица Введенского, 3 корп. 5  
e-mail: ntcvmz@mail.ru