

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ОБЪЕДИНЕННАЯ
ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ»
(АО «ОПК»)**

Улица Верейская, д. 29, стр. 141, Москва, 121357
тел.: +7 (495) 357-09-04
факс +7 (495) 777 42 94
e-mail: info@opkrt.ru
http://opkrt.ru

ОТЗЫВ

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

Разработка СВЧ электронных компонентов, существенно влияющих на параметры радиолокационных систем (РЛС) и, соответственно, на возможности вооружения, военной и специальной техники, имеющих в своем составе РЛС, является крайне важной задачей, стоящей перед российской высокочастотной электроникой.

Актуальность диссертационной работы Быковского Сергея Васильевича обусловлена тем, что она посвящена созданию нового типа электронно-лучевых малошумящих СВЧ приборов О-типа с поперечным взаимодействием – циклотронных защитных устройств. Данные устройства обеспечивают исключительные параметры защиты приемников радиолокаторов от СВЧ излучений как собственных передатчиков, так и посторонних излучений. Циклотронные защитные устройства позволяют создавать РЛС с предельно малой скважностью и короткими импульсами, высокой чувствительностью приемников и надежной защитой от средств радиопротиводействия.

Циклотронные защитные устройства по комплексу основных электрических параметров превосходят существующие отечественные и зарубежные функциональные аналоги. К их основным электрическим параметрам следует отнести: отсутствие пиков просачивающейся на выход СВЧ мощности, сверхмалое время восстановления параметров после окончания импульса входной мощности –

10 – 30 нс, коэффициент шума 0,7 – 1,2 дБ, границу линейности по входной мощности на уровне 1 – 5 мВт, устойчивость к входной импульсной мощности до 10 – 50 кВт при ослаблении входной мощности в режиме защиты более 60 – 70 дБ.

Из автореферата видно, что в ходе работы автора по теме диссертации решены следующие научно-технические задачи: исследованы и проанализированы принципы работы циклотронных защитных устройств, выявлены и обусловлены преимущества перед функциональными аналогами других типов. Разработана серия циклотронных устройств и на их основе – циклотронно-защищенных комплексированных усилителей в диапазонах частот от 2 до 15 ГГц. Таким образом, можно сделать заключение о создании нового типа вакуумных электронно-лучевых СВЧ приборов.

Научная новизна диссертационной работы обусловлена тем, что направление циклотронных защитных устройств является оригинальным направлением в вакуумной СВЧ электронике и существует на единственном предприятии в России и в мире – в АО «НПП «Исток» им. Шокина» и подтверждает состоятельность циклотронных защитных устройств, как научно-технического направления.

Работа имеет высокую практическую значимость. За двадцать лет работы по теме диссертации автором разработаны более 20 типов устройств из которых 18 типов производятся в настоящее время серийно. За это время выпущено и поставлено ряду предприятий, выпускающих радиолокационную технику, более 8 тысяч устройств.

На защиту диссертантом выносятся следующие научные положения:

1) Разработана и реализована концепция циклотронных защитных устройств приемников РЛС СВЧ диапазона, по комплексу основных электрических параметров, превосходящих отечественные и зарубежные аналоги.

Содержание концепции изложено в виде основных выводов по работе.

2) В циклотронных защитных устройствах принципиально отсутствует пик просачивающейся на выход СВЧ мощности, характерный для других типов защитных устройств, что обусловлено конструктивным разделением входной и выходной высокочастотных линий устройства, связь между которыми осуществляется через электронный луч в пределах его энергетической емкости.

3) Время восстановления циклотронных защитных устройств определяется

преимущественно добротностью входного резонатора и рабочей частотой и в диапазоне длин волн 3 см составляет приблизительно 10 нс.

4) Линейность амплитудной характеристики циклотронных защитных устройствах в режиме передачи сигнала нарушается лишь за счет оседания электронов луча на стенках пролетного канала, при этом верхняя граница линейности амплитудной характеристики циклотронных защитных устройств диапазона длин волн 3 см по уровню компрессии коэффициента передачи 1 дБ составляет 1...5 мВт по входной мощности.

5) Образование шумового пика в циклотронных защитных устройствах связано с увеличением в луче количества рассеянных электронов, при этом сам факт появления шумового пика и частота, на которой он фиксируется, зависят от следующих факторов: диапазона рабочих частот, величины зазора резонатора, потенциала дрейфа луча, плотности пространственного заряда луча.

6) Увеличение электронной нагрузки резонаторов циклотронных защитных устройств и, соответственно, расширение рабочей полосы частот устройства может быть достигнуто посредством приближения стенок пролетного канала к электронному лучу за счет выполнения электронного зазора в паре резонаторов (входном и выходном) совместно, обеспечивая при изготовлении непрерывность поворота зазора на всей длине пространства взаимодействия согласно с поворотом «ленты» электронного луча в зазоре (патент на изобретение № 2731297 от 28.01.2020).

Научные положения убедительно подтверждают научно-техническую состоятельность диссертационной работы С.В. Быковского.

К недостаткам диссертации следует отнести отсутствие тепловых расчетов устройств в режиме защиты при воздействии на их вход предельной СВЧ мощности.

Данное замечание не снижает значимости работы. Работа является комплексной и цельной, содержит научную и техническую новизну, выполнена на высоком научно-техническом уровне и обуславливают вклад автора в науку и практику применения циклотронных защитных устройств приемников радиолокационных систем сверхвысокочастотного диапазона.

В заключение следует отметить, что материал, представленный в автореферате

диссертации «Циклотронные защитные устройства приемников радиолокационных систем сверхвысокочастотного диапазона» подтверждает законченность научно-технического исследования, в ходе которого решен ряд научных и технических проблем по созданию нового типа электронно-лучевых малошумящих СВЧ приборов О-типа с поперечным взаимодействием – циклотронных защитных устройств. Разработанные устройства внедрены в производство и производятся серийно. Использование данных устройств в современных РЛС позволяет достигать параметров, обеспечивающих лидирующие позиции российской радиолокации.

Результаты, представленные в автореферате, позволяют квалифицировать диссертацию Быковского Сергея Васильевича «Циклотронные защитные устройства приемников радиолокационных систем сверхвысокочастотного диапазона», как соответствующую всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.1 – вакуумная и плазменная электроника.

Руководитель направления
Управления научно-технического развития
Департамента научно-технической политики и
и инновационного развития АО «ОПК»,
кандидат военных наук, доцент
тел. +7(985)454-00-93
email: rfarсланov@opkrt.ru

Радик Фанавеевич Арсланов

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального директора,
доктор технических наук, член-корреспондент РАН



Азрет Юсупович Беккиев