



Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«Московский государственный
технический университет имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1
тел. +7 (499) 263-63-91, факс +7 (499) 267-48-44

bmstu.ru bauman@bmstu.ru

ОГРН 1027739051779

ИНН 7701002520 КПП 770101001

И.О. ученого секретаря диссертационного
совета 2.2.04.12 ФГАОУ ВО «Уральский
федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»
д.т.н., проф. С.Н. Шабунину
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель НУК

«Специальное машиностроение»,
доктор технических наук, профессор

№
от

24.00.00.10/4883



В.Т. Калугин

« 15 » / 12 2023 года

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации ИГНАТКОВА Кирилла Александровича
«Развитие методов анализа, принципов построения и применения
автодинных устройств для систем ближней радиолокации», представленной
на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
2.2.16. - Радиолокация и радионавигация.

Среди систем ближней радиолокации (СБРЛ) важное место занимают
устройства, которые построены на основе свехрегенеративных устройств –
автодинов. Одним из безусловных достоинств таких устройств является их
малая стоимость и возможность массового производства, то чрезвычайно важно
для целого ряда применений, в том числе в военной технике. В этой связи
решаемая автором научная проблема развития теории и техники автодинных
приёмопередающих устройств для систем ближней радиолокации КВЧ
диапазона (30...300 ГГц), исследования протекающих в них явлений и
особенностей формирования сигналов. Эти устройства по сравнению с

автодинами диапазона СВЧ (от 3 до 30 ГГц), имеют качественные отличия в своём функционировании, а также в методах и подходах к их анализу. Поэтому тема диссертации, посвящённая дальнейшему развитию теории и техники автодинных приемо-передатчиков, направленная на поиск новых методов анализа, технических решений и режимов работы, улучшающих параметры и характеристики автодинов и расширяющих область их применения, является **актуальной**.

Целью диссертации является развитие методов анализа, принципов построения и применения автодинных устройств для систем ближней радиолокации. Автором поставлены и решены следующие задачи:

1. Выполнен анализ современного состояния теории и техники автодинных систем, обобщены полученные данные и накопленный опыт предшествующих исследований, обоснованы цели и задачи исследования.

2. Разработаны новые методы расчета процесса формирования сигнальных и шумовых характеристик, учитывающие динамику изменения положения объекта локации и собственные инерционности автодинной системы «генератор – объект локации».

3. Разработана математическая модель и выполнены исследования сигнальных и шумовых параметров и характеристик АД с частотной модуляцией для общего случая произвольного соотношения времени запаздывания отраженного от объекта локации излучения и периода автодинного сигнала.

4. Выполнены исследования АД со стабилизацией частоты внешним высокочастотным резонатором, с интерференционным принципом формирования сигналов, на основе взаимно синхронизированных генераторов при сильной связи и с внешней синхронизацией в режиме захвата частоты, обеспечивающих улучшение параметров и характеристик, а также расширение функциональных возможностей СБРЛ.

5. Получены технические решения СБРЛ, предназначенных для контроля параметров движения, вибраций, малых перемещений, размеров металлических изделий и диагностики объектов локации, а также для решения задач радиозондирования атмосферы, при создании которых использованы результаты диссертационных исследований.

Теоретическая значимость работы состоит в том, что в ней в рамках единого методологического подхода к решению проблемы анализа автодинных генераторов СВЧ диапазона, находящихся под воздействием собственного запаздывающего отраженного от объекта локации излучения, разработана теория их функционирования. Она обеспечивает возможность учитывать различные параметры и характеристики активных элементов и колебательной

системы генераторов, динамику перемещения объекта локации и произвольное время запаздывания отражённого излучения, а также различные виды модуляции излучения. Выполненные на базе разработанной теории исследования параметров и характеристик автодинных устройств для СБРЛ обобщают и развивают результаты предшествующих исследований АД. Кроме того, они также дополняют ее за счет новых объектов исследования:

генераторов со стабилизацией частоты внешним резонатором,

АД с дополнительными диодами в передающей линии между генератором и антенной,

двухдиодных АД и АД в режиме захвата частоты внешним генератором.

Разработанная теория работы автодинных устройств обеспечивает возможность расчета основных параметров и характеристик, необходимых при создании систем и устройств на их основе с улучшенными качественными показателями, а также с более широкими функциональными возможностями, что является вкладом в прикладных областях науки и техники.

Практическая значимость работы

1. Результаты выполненных в диссертации исследований позволяют, исходя из заданных параметров используемых генераторов, рассчитать сигнальные и шумовые параметры и характеристики АД, необходимые для их правильного использования в перспективных системах ближней радиолокации, дистанционного радиозондирования атмосферы и других.

2. Применение в СБРЛ предлагаемых для производства новых типов автодинных устройств со стабилизацией частоты внешним высокочастотным резонатором, применением дополнительных диодных детекторов для выделения сигналов, взаимно синхронизированных (двухдиодных) АД и АД с синхронизацией частоты от дополнительного генератора значительно улучшает их параметры и характеристики, а также расширяет функциональные возможности: увеличение динамического диапазона на 20-30 дБ, повышение энергетического потенциала, отсутствие периодической нестационарности шумов.

3. Разработанные образцы автодинных радиолокаторов для определения параметров движения вагонов на сортировочной станции за счёт применения автодинного приёмо-передающего модуля обеспечивают более низкую себестоимость их изготовления по сравнению с радиолокатором с гомодинным построением приёмо-передатчика. Предложены технические решения по созданию СБРЛ с манипуляцией частоты для измерения параметров движения объектов локации, например, грузовой платформы парашютной системы относительно подстилающей поверхности.

4. Разработаны методические рекомендации по выбору способа и режима регистрации, а также рабочей точки при использовании АД в качестве датчиков параметров вибраций, измерителей размеров металлических изделий, датчиков для контроля и диагностики работы турбоагрегатов и состояния лопаток турбовентиляторных двигателей. Учёт этих рекомендаций обеспечивает повышение точности и расширение динамического диапазона измерений. Реализуемый при этом выигрыш параметров рассчитывается для конкретных условий измерений по полученным в диссертации формулам и использованием данных из графиков.

Обоснованность и достоверность обеспечиваются учетом представительных факторов, выбором исходных данных из практики, использованием современных теоретических и экспериментальных методов исследования и апробированного математического аппарата, корректным выбором показателей и подтверждаются апробацией результатов исследований и совпадением теоретических положений и экспериментальных данных.

Полученные результаты целесообразно использовать при проведении научных исследований, в ОКР по разработке перспективных и при модернизации СБРЛ, специального математического обеспечения существующих систем, а также в учебном процессе ВУЗов.

Научные и практические результаты выполненного лично автором исследования в достаточной степени апробированы и опубликованы.

Достиженные в процессе диссертационного исследования результаты получены автором лично и достаточно обоснованы.

Ряд технических решений внедрен, а математические модели, полученные в работе, используются при разработке аналогичных устройств, что подтверждено соответствующими актами.

Автореферат диссертации построен логически четко, изложен стилистически грамотно.

Судя по автореферату, научная проблема решена и цель исследования - достигнута.

Основные замечания к автореферату и работе:

Не рассмотрена проблема помехоустойчивости автодинных систем, принципиально важная для ряда применений.

Отмечу, это недостаток не является определяющим и не снижает научной значимости и практической ценности проведенного исследования и, полагаю, будет учтен в дальнейшей работе.

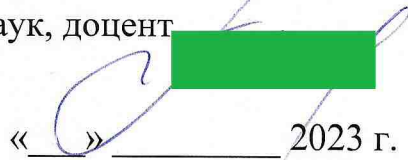
Выводы:

1. Судя по автореферату, диссертация Игнаткова К.А. является научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой

решена научная проблема развития теории и техники автодинных приёмопередающих устройств для систем ближней радиолокации КВЧ диапазона (30...300 ГГц) и исследования протекающих в них явлений и особенностей формирования сигналов.

2. Работа соответствует специальности и требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к докторским диссертациям. Считаю, что автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.16. - Радиолокация и радионавигация.

Профессор кафедры
«Автономные информационные и управляющие системы»
доктор технических наук, доцент


Г.Л. Павлов
« » 2023 г. 15.12.23

Сведения об авторе отзыва:

Павлов Григорий Львович

Профессор кафедры «Автономные информационные и управляющие системы» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.,

доктор технических наук (специальность 20.02.16 – Системы контроля и испытания вооружений и военной техники, военная метрология), доцент.

Телефон: (499) 263 67 53, (903) 591 50 84

E-mail: pavlov_503@bmstu.ru