

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Игнаткова К.А. на тему: “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

Системы ближней радиолокации (СБРЛ) являются весьма эффективными для бесконтактного обнаружения объектов, определения координат и параметров их движения, Они применимы для решения задач ближней навигации, охраны объектов и безопасности, контроля и регулирования на транспорте, в различных технологических процессах промышленного производства и в научных исследованиях. С учетом требований, предъявляемых на практике к СБРЛ, существенные преимущества имеют СБРЛ с автодинным построением приемо-передатчика. В автодинных СБРЛ (АСБРЛ) функции передатчика и приёмника совмещает в себе единственный каскад, работающий непосредственно на антенну. Автодинные СБРЛ благодаря малым габаритам, весу и стоимости представляют большой интерес для практики.

Научная проблема, решению ряда задач которой посвящена диссертационная работа, связана с развитием теории и техники автодинных приёмо-передающих устройств для СБРЛ КВЧ диапазона (30...300 ГГц), изучением 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 тему диссертации, посвящённой дальнейшему развитию теории и техники автодинных приемо-передатчиков, направленной на поиск новых методов анализа, технических решений и режимов работы, улучшающих параметры и характеристики автодинов и расширяющих область их применения, следует считать актуальной. Целью диссертации является развитие методов анализа, принципов построения и применения автодинных устройств для СБРЛ.

К основным результатам работы относятся следующие:

– анализ методов расчёта автодинных параметров и характеристик показал, что широко используемый квазистатический метод обеспечивает удовлетворительную точность инженерного расчёта автодинного отклика в частотном диапазоне порядка 20% от его граничной частоты; при этом в расчётах не учитываются такие особенности автодинов диапазона КВЧ, как частотная дисперсия автодинной девиации частоты и инерционность изменений амплитуды автоколебаний при высоких скоростях движения объектов локации; кроме того применимость данного метода ограничена условием малости времени запаздывания отражённого излучения по сравнению с периодом автодинного отклика; внедрение в теорию автодинов нового подхода к их анализу, основанного на описании отраженного от объекта локации излучения математическими методами теории систем с запаздыванием позволило разработать новые методы расчета сигнальных и шумовых параметров и характеристик, учитывающих динамику перемещения объектов локации и собственную инерционность процессов в автодинном генераторе; разработанные методы устранили отмеченные выше принципиальные ограничения предшествующей теории автодинных систем; на основе новых методов расчета сигнальных и шумовых параметров и характеристик автодинов выполнены исследования одноконтурной модели автодинного

генератора как системы с запаздывающим воздействием собственного отражённого от объекта локации излучения с учетом их как внутренней, так и внешней инерционности;

- в результате разработки математической модели АСБРЛ с частотной модуляцией получены общие соотношения для анализа особенностей формирования сигнальных и шумовых характеристик как для случая неподвижного, так и движущегося отражающего объекта локации при использовании произвольных законов частотно-модулированного излучения; разработанная модель предусматривает анализ взаимодействия АСБРЛ с отражённым от объекта локации излучением при любом соотношении времени запаздывания отражённого излучения и периода автодинного сигнала;

- в плане поиска новых принципов построения автодинных устройств для СБРЛ в диссертации выполнен комплекс исследований, которые позволили получить следующие научные результаты и положения, в том числе улучшения характеристик автодинов, стабилизированного внешним дополнительным высокочастотным резонатором; разработана математическая модель автодинного приемопередатчика с внешними детекторами; отмечено, что для уменьшения степени искажения сигналов целесообразно снижение величины автодинной девиации частоты; из результатов исследований следует вывод о перспективности разработки интегральных автодинных модулей с квадратурным детектированием; в результате исследований установлены особенности автодинного эффекта системы двух взаимно синхронизированных парциальных генераторов при сильной связи и др.; результаты экспериментальных исследований подтвердили адекватность разработанной математической модели синхронизированного автодина в отношении анализа автодинных параметров и характеристик как при квазистатически малых, так и больших скоростей движения объектов локации; из результатов выполненных исследований следует также вывод о перспективности разработки интегральных автодинных модулей с синхронизацией частоты от дополнительного маломощного генератора; особую актуальность такое техническое решение имеет в диапазоне миллиметровых и более коротких волн;

- в плане практического применения результатов диссертации выполнен ряд исследований прикладного характера и разработаны автодинные радиолокаторы, датчики различного назначения; показана перспективность применения стабилизированных по частоте внешним резонатором двухдиодных и синхронизированных автодинов в СБРЛ, предназначенных для решения задач обнаружения, измерения параметров движения объектов локации, а также радиоволнового контроля технологических параметров и диагностики.

Основные положения диссертации, как следует из автореферата, отражены в публикациях автора, в том числе в трудах научно-технических конференций, в журналах, рецензируемых и индексируемых в базах данных.

По автореферату следует сделать замечания.

1. На стр. 5-6 автореферата сказано, что “Научная проблема, решению ряда задач которой посвящена настоящая диссертационная работа, связана с развитием теории и техники автодинных приёмопередающих устройств для систем ближней радиолокации КВЧ диапазона (30...300 ГГц), изучением протекающих в них явлений и особенностей формирования сигналов”. При рассмотрении в автореферате содержания глав диссертации следовало бы более подчеркнута отмечать специфику полученных результатов для автодинных СБРЛ этого частотного диапазона.

2. Основные выводы и результаты диссертации, в конце текста автореферата, следовало бы изложить более сжато, представить более укрупненно.

Эти замечания не снижает ценности диссертационной работы.

В целом, судя по автореферату, диссертационная работа соответствует специальности 2.2.16 – Радиолокация и радионавигация, требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УРФУ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Игнатков Кирилл Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.16 – Радиолокация и радионавигация.

На обработку своих персональных данных согласен.

Доктор технических наук, профессор,  
главный научный сотрудник ИПУ РАН



Совлуков Александр Сергеевич

8.11.2023

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем  
управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук (ИПУ РАН)

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 65.

Сайт организации: [www.ipu.ru](http://www.ipu.ru)

Тел.: +7(495) 334-89-10.

Адреса электронной почты:

[sovlas@ipu.ru](mailto:sovlas@ipu.ru)

[sovlukov@yandex.ru](mailto:sovlukov@yandex.ru)

Подпись

*Совлуков Александр Сергеевич*

ВЕД. ИНЖЕНЕР  
ЗАЛОЖНЕВА

