

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Игнаткова К. А.

### «Исследование гибридно-интегральных автодинных модулей миллиметрового диапазона»

За короткий в историческом плане отрезок времени – чуть более полувека – интегральная электроника дала человечеству совершенные, миниатюрные и надежные средства восприятия, обработки, передачи и хранения информации и подошла к следующему этапу развития – нанoeлектронике. Этого удалось достигнуть за счет использования физической, технологической, схемотехнической и конструктивной интеграции элементов, схем, блоков, систем.

Автодинный принцип построения электронных устройств позволяет реализовать еще один тип интеграции – функциональной, когда автогенератор (АГ) совмещает (интегрирует) функции радиопередатчика, приемника и устройства первичной обработки информации. Благодаря этому он нашел широчайшее применение при построении датчиков разных физических величин практически во всех диапазонах длин волн.

Следствием совмещения функций в одном «элементе» - автогенераторе, его принципиальной нелинейности, многообразия существующих активных элементов, особенностей работы в разных диапазонах частот, разнообразия используемых режимов работы с различными видами модуляции и других факторов является незавершенность теории автодинов с одной стороны и отсутствие универсальных инженерных методов расчета автодинов, особенно в крайне высокочастотном (КВЧ) диапазоне, - с другой.

В связи с этим поставленная в диссертации Игнаткова К. А. научная проблема теоретического и экспериментального исследования перспективных гибридно-интегральных модулей миллиметрового диапазона на основе мезопланарных диодов Ганна с целью выработки рекомендаций по их созданию и методики их расчета является весьма актуальной.

Представленный в первой главе обзор различных конфигураций автодинных модулей КВЧ диапазона, анализ результатов их теоретического исследова-

ния позволил автору выбрать в качестве базового объекта исследования серийно выпускаемый отечественной промышленностью автодинный модуль на диоде Ганна 8-мм диапазона «Тигель-08».

В теоретической части работы представлены результаты исследований параметров и характеристик автодинных КВЧ генераторов, полученные на основе линеаризованных в окрестности стационарного режима уравнений с учетом синфазной и ортогональной составляющих шума в нормированном виде. Дана удачная физическая трактовка основных коэффициентов уравнений. Методом Ляпунова выявлены условия устойчивости работы автодина при наличии внутренней и внешней обратных связей. Большой интерес вызывает оригинальная функциональная схема преобразований сигналов и шумов в автодине, дающая наглядное представление и подчеркивающая наличие в автодине двух видов обратных связей – внешней и внутренней. На этой основе систематизирована существующая в автодинных исследованиях терминология.

На основе уточненных представлений о внутренних параметрах АГ, характеризующих внутреннюю обратную связь, исследовано их влияние на уровень шумов стабилизированного по частоте внешним высокочастотным резонатором КВЧ автодина. Результаты исследований доведены до расчетных соотношений (потенциала, динамического диапазона и др.).

Экспериментальная часть работы по исследованию обычного и стабилизированного по частоте автодинного модуля выполнена по общепризнанной в автодинных исследованиях методике с использованием оригинальных доплеровского имитатора сигналов и виртуального прибора в среде LabVIEW. Осциллограммы и спектрограммы автодинных сигналов подтверждают теоретические выводы, в частности, существенное снижение характерных нелинейных искажений сигналов в стабилизированном автодине относительно обычного. Данные по измерению уровней шумов в стабилизированном и обычном автодинном модуле хорошо коррелируют с расчетными, что свидетельствует об адекватности предложенной модели КВЧ автодина.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований были использованы для создания опытного образца СБРЛ для сортировочной горки, бесконтактного датчика вибраций на модуле «Тигель-08». Выполнены первичные исследования возможности практического применения автодинного модуля в качестве приемо-ответчика аэрологического шара-зонда.

Таким образом, диссертационная работа Игнаткова К. А. представляет собой законченное научное исследование актуальной проблемы разработки и практического применения автодинных модулей КВЧ диапазона. Результаты исследований имеют научную новизну и практическую ценность, соответствуют требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842.

Её автор Игнатков К. А. достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Доцент кафедры общепрофессиональных дисциплин филиала УрГУПС в г. Нижнем Тагиле, кандидат физико-математических наук

3 декабря 2014 г.

Почтовый адрес филиала:  
622013 Россия, Свердловская область, г. Нижний Тагил, ул. Красногвардейская, д. 8а.  
e-mail: znm53@mail.ru

Закарлюк Николай Михайлович



Подпись Е.М. Закарлюка заверяю.

Директор филиала УрГУПС в г. Нижнем Тагиле

Л.В. Туркина

