

## **ОТЗЫВ**

### **на автореферат диссертации Кирилла Александровича Якименко «ГИБРИДНЫЕ СИНТЕЗАТОРЫ ЧАСТОТ С НИЗКИМ УРОВНЕМ ФАЗОВЫХ ШУМОВ»,**

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения том числе системы и устройства телевидения

Тема диссертационной работы К. А. Якименко по проблеме создания гибридных малошумящих синтезаторов стабильных частот является актуальной в связи с возможностью улучшения технико-экономических характеристик источников опорных колебаний для широкого класса радиотехнических систем за счёт достижения компромисса между погрешностью установки, диапазоном перестройки выходной частоты, длительностью переходного процесса и уровнем мешающих спектральных составляющих вблизи значения выходной частоты.

В работе представлены результаты исследования ряда структурных схем комбинированных синтезаторов сетки стабильных частот, в которых применяются одновременно косвенная схема синтеза на основе системы импульсной фазовой синхронизации частоты подстраиваемого генератора ИФАПЧ и узел прямого цифрового синтеза ЦВС. Выходной сигнал такого синтезатора имеет частоту, значительно превышающую половину тактовой частоты в ЦВС благодаря использованию «образов» (высших спектральных зон) основной частоты.

В отношении таких гибридных схем автором разработаны новые математические модели спектральной плотности мощности фазового шума вблизи несущей частоты для указанных выше копий спектра и выяснено их влияние на уровень шума вблизи значения выходной частоты синтезатора. Эти научные результаты являются новыми и позволяют потребителям выбрать приемлемую для конкретного приложения структуру и компромиссное сочетание параметров ИФАПЧ и ЦВС для снижения уровня фазового шума выходного сигнала при использовании доступной компонентной базы интегральных синтезаторов ИФАПЧ.

Практическая значимость представленных в диссертации алгоритмов и результатов состоит в исследовании и практической проверке возможности построения малошумящих синтезаторов сетки стабильных частот с выходной частотой свыше нескольких гигагерц на основе существующей на мировом рынке, в том числе в России, современной технологии изготовления серийных интегральных микросхем синтезаторов частот с ИФАПЧ.

Достоинством работы является разработка и практическое использование программного комплекса моделирования и структурного проектирования экономически эффективного гибридного малошумящего синтезатора сетки частот с малым шагом, использующего высшие спектральные зоны сигнала ЦВС, который позволяет уменьшить на 10-15 децибел уровень фазового шума синтезатора частот сантиметрового диапазона длин волн.

В качестве критического замечания можно отметить отсутствие оценки наибольшего снижения фазового шума гибридного синтезатора частот за счёт повышения номера образа

высших спектральных зон выходного сигнала ЦВС (рис. 5 автореферата, рис. 3.16 диссертации).

Достоверность получения новых теоретических результатов диссертанта и их практической проверки сомнений не вызывает. Основные результаты работы в должной мере опубликованы в печати, обсуждены на научно-технических конференциях, приоритет созданного программного обеспечения защищён Свидетельствами Роспатента, они используются на отечественных предприятиях радиотехнической промышленности.

На основе изложенного я считаю, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, отвечающую требованиям Высшей аттестационной комиссии, а её автор, Якименко Кирилл Александрович, заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Профессор кафедры Формирования и обработки радиосигналов (ФОРС) Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова (ИРЭ) Национального исследовательского университета «МЭИ»



/Л.А. Белов/

17 апреля 2018 года

Подпись руки профессора, кандидата технических наук, профессора кафедры ФОРС федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14, ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», тел. +7 495 362-75-60, E-mail: universe@mpei.ac.ru) Леонида Алексеевича Белова, подтверждаю

