

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу

Якименко Кирилла Александровича

«Гибридные синтезаторы частот с низким уровнем фазовых шумов»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и  
устройства телевидения»

Якименко Кирилл Александрович, 1992 года рождения, поступил в Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» на специальность «Радиотехника» в 2009 году. Исследованиями по теме диссертации начал заниматься со второго курса обучения в институте. В 2014 г. окончил институт с отличием и в том же году поступил в очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», где обучается в настоящее время.

В качестве формирователей высокостабильных сигналов широко используются гибридные синтезаторы частот на основе систем фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и цифровых вычислительных синтезаторов (ЦВС). Такие гибридные синтезаторы обеспечивают широкий диапазон выходных частот с малым шагом перестройки. Тем не менее, актуальной задачей остается снижение уровня фазовых шумов гибридных синтезаторов частот. Решению данной задачи посвящена диссертационная работа Якименко К.А.

В диссертации были разработаны и экспериментально подтверждены математические модели спектральной плотности мощности фазовых шумов 4-х вариантов известных схем гибридных синтезаторов частот. Проведенные с их помощью исследования показали, что уровень фазовых шумов гибридных синтезаторов можно существенно снизить за счет уменьшения коэффициента деления в цепи обратной связи. Для этого в диссертации предлагается использовать копии спектра (образы) основной частоты цифровых вычислительных синтезаторов.

В диссертационной работе была разработана обобщенная схема гибридного синтезатора, использующего образы основной частоты ЦВС. Разработана математическая модель его шумовых характеристик. На современных интегральных микросхемах был реализован

экспериментальный образец такого гибридного синтезатора. Проведенное исследование подтвердило разработанную математическую модель шумовых характеристик, а также показало, что гибридный синтезатор, использующий образы основной частоты ЦВС, имеет существенный выигрыш (до 18 дБ) по уровню фазовых шумов перед другими гибридными синтезаторами.

Были разработаны алгоритмы частотного планирования гибридного синтезатора с использованием образов основной частоты цифровых вычислительных синтезаторов, позволяющие на основе заданных значений опорной и выходных частот определить все комбинации параметров гибридного синтезатора для формирования заданных частот. Кроме того, реализован алгоритм, позволяющий выбрать те параметры, при которых гибридный синтезатор будет обеспечивать наименьший уровень фазовых шумов выходного сигнала.

В качестве практически значимых результатов диссертационной работы следует отметить разработанный Якименко К.А. в Matlab программный комплекс, позволяющий провести частотное планирование и структурное проектирование 5-ти вариантов гибридных синтезаторов частот на основе ФАПЧ и цифровых вычислительных синтезаторов, моделирование, сравнение и исследование их шумовых характеристик. Кроме того, предложенная схема гетеродина на основе гибридного синтезатора, использующего образы основной частоты цифрового вычислительного синтезатора (защищена патентом на полезную модель), обеспечивает малый шаг перестройки частоты (доли Гц), широкий диапазон выходных частот (до 10 октав) и низкий уровень фазовых шумов (выигрыш 10–18 дБ перед малошумящими гетеродинами современных анализаторов спектра).

В ходе работы над диссертацией Якименко К. А. проявил способность четко определять цели исследования, решать поставленные научные задачи, анализировать полученные результаты. За время обучения Якименко К.А. был удостоен стипендии Президента РФ (2012–2013 гг.), стипендии «Надежда Земли Владимирской» (2014 г.). На проведение научных исследований по теме диссертации им были получены: грант Администрации Владимирской области (2015 г.) и грант РФФИ «Мой первый грант» (2016-2017 гг.).

Содержание диссертации соответствует специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», работа

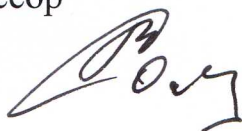
оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ. Основные результаты опубликованы в 30 публикациях, из которых 6 статей в научных журналах, входящих в перечень ВАК, 3 публикации в сборниках, входящих в международную реферативную базу Scopus. Материалы диссертации в достаточной мере апробированы на Международных и Всероссийских научных конференциях. Получен патент РФ на полезную модель и 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Имеются акты внедрений, подтверждающие использование результатов диссертационной работы в НИОКР на АО «Муромский завод радиоизмерительных приборов», в учебном процессе кафедры радиотехники Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

По научной новизне, объему выполненных работ и значимости полученных результатов диссертация соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор диссертации – Якименко Кирилл Александрович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Научный руководитель  
заведующий кафедрой радиотехники,  
д-р технических наук, профессор

Ромашов  
Владимир Викторович

07.03.18



Подпись д. т. н., профессора В. В. Ромашова удостоверяю.

Ученый секретарь Ученого Совета Муромского института (филиала)  
ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени  
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»



О. Н. Полулях