

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу
Жизняковой Натальи Александровны
«Математические модели быстродействующих цифро-аналоговых преобразователей в специальных режимах работы для формирования высокочастотных сигналов с малым уровнем фазовых шумов»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Жизнякова Наталья Александровна, 1994 года рождения, поступила в Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» на направление подготовки 11.03.01 Радиотехника в 2014 году. Исследованиями по теме диссертации начала заниматься со второго курса обучения в институте. В 2018 году окончила бакалавриат с отличием и в том же году продолжила обучение в магистратуре по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника. После окончания магистратуры с отличием, в 2020 году поступила в очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», которую окончила в 2024 году.

Формирователи радиосигналов современных радиосистем должны генерировать колебания в тысячи мегагерц, имея при этом малый уровень фазовых шумов. Применение устройств формирования на основе метода прямого цифрового синтеза DDS на высоких частотах сдерживается недостаточно высокой основной частотой, определяемой тактовой частотой. Проблема повышения выходной частоты формирователей радиосигналов на сегодняшний день является актуальной и требует поиска новых методов ее решения, чему и посвящена диссертационная работа Жизняковой Н.А..

Основная идея диссертации заключается в использовании высших зон Найквиста быстродействующих цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП) для формирования высокочастотных сигналов. Для увеличения амплитуд сигнала в высших зонах Найквиста используются специальные режимы работы ЦАП, определяемые формой тактового сигнала.

В диссертации разработаны и экспериментально подтверждены математические модели быстродействующих ЦАП в известных 6-ти специальных режимах работы с использованием образов основной частоты. Автором предложены и исследованы два новых специальных режима работы (RFZ3 и RFZ4), обеспечивающих существенное увеличение амплитуд копий спектра (образов) в высших зонах Найквиста. Анализ спектров выходного сигнала ЦАП в этих специальных режимах показал увеличение амплитуд высокочастотных образов до 22 дБ по сравнению с нормальным режимом работы NRZ в высших зонах Найквиста (от 2-й и выше), что позволяет увеличивать выходную частоту более чем в 20 раз без использования дополнительных устройств.

В диссертации для сравнения специальных режимов введено понятие коэффициента эффективного преобразования, показывающего, во сколько раз увеличилась выходная частота ЦАП и уменьшилась амплитуда образа при использовании соответствующего специального режима работы ЦАП.

В диссертации были разработаны и экспериментально подтверждены математические модели шумовых характеристик быстродействующих цифро-аналоговых преобразователей, учитывающие влияние специальных режимов работы. Предложена модернизированная методика определения коэффициентов модели при недостаточности экспериментальных данных, позволяющая получить коэффициенты модели СПМ фазовых шумов в одиночной боковой полосе лишь по нескольким значениям уровня шумов для различных выходных частот, приведенным в техническом описании ЦАП. Математическое моделирование показало эффективность использования специальных режимов работы быстродействующих ЦАП с точки зрения уменьшения уровня фазовых шумов (выигрыш в сравнении с нормальным режимом работы достигает 14,8 дБн/Гц в 9 зоне Найквиста).

Разработанный алгоритм частотного планирования быстродействующих цифро-аналоговых преобразователей, использующих специальные режимы работы, позволяет по исходным данным определить соотношение между частотами ЦАП и его параметрами из условия минимума фазовых шумов (при заданных выходных частотах).

В диссертационной работе предложена и исследована схема гибридного синтезатора на основе быстродействующих ЦАП в специальных режимах работы. Она позволяет формировать высокочастотный опорный сигнал ФАПЧ с пониженным уровнем

спектральной плотности мощности (СПМ) фазовых шумов в одиночной боковой полосе – до минус 150 дБн/Гц при отстройке 1 кГц.

В ходе работы над диссертацией Жизнякова Н.А. проявила способность четко определять цели исследования, решать поставленные научные задачи, анализировать полученные результаты. За время обучения Жизнякова Н.А. была удостоена стипендии Правительства РФ (2019–2020 гг.), единовременной стипендии администрации г. Мурома имени А.В. Ермакова для одаренных и талантливых детей и молодежи (2019 г.), персональной стипендии администрации региона «Надежда Земли Владимирской» (2020 г.). Результаты диссертационной работы Жизняковой Н.А. использованы при выполнении гранта Президента Российской Федерации МК-4044.2021.4 (2021 г.) и гранта РФФИ №22-79-00149 (2022 г.).

Все результаты, изложенные в диссертации, получены Жизняковой Н.А. лично. Постановка цели и задач, обсуждение планов исследований и результатов выполнены совместно с научным руководителем.


Проблематика, исследованная в диссертации, соответствует паспорту научной специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» в части пунктов: 3 «Разработка и исследование радиотехнических устройств и систем, обеспечивающих улучшение характеристик точности, быстродействия и помехоустойчивости», 4 «Разработка и исследование устройств генерирования, усиления, преобразования и синтеза радиосигналов, сигналов изображения и звука в радиотехнических системах различного назначения, включая системы телевидения. Создание эффективных методов их расчета и основ проектирования», 15 «Разработка и исследование физических, математических и гибридных имитационных моделей радиотехнических устройств и систем, включая системы и устройства аналогового и цифрового телевидения и оптоэлектронных устройств».

Основные положения и результаты диссертационного исследования опубликованы в 24 публикациях, из которых 8 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».

Диссертация Жизняковой Натальи Александровны «Математические модели быстросействующих цифро-аналоговых преобразователей в специальных режимах работы для формирования высокочастотных сигналов с малым уровнем фазовых шумов» рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой радиотехники Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», 602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, 23, romashovmurom@mail.ru, +7(49234) 7-72-32.

 Ромашов Владимир Викторович
18.03.26

Подпись д. т. н., профессора В. В. Ромашова заверяю.
Секретарь Ученого совета института



О. Н. Полулях