

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор

АО «Муромский завод

радиоизмерительных приборов»

А.К.Мошнин

15 декабря 2016 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Суржика Дмитрия Игоревича «Цифровые вычислительные синтезаторы с автоматической компенсацией фазовых искажений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Актуальность темы диссертации

Синтезаторы частот находят все большее применение в качестве формирователей сигналов различных устройств и систем: связи, телевидения, телеметрии, радионавигации, радиолокации и др. К основным тенденциям развития формирователей сигналов в настоящее время можно отнести: повышение выходной частоты при уменьшении шага сетки частот, низкий уровень искажений синтезируемых сигналов и высокую скорость переключения.

Перспективным решением, обеспечивающим высокие указанные технические характеристики, является метод прямого синтеза на основе цифровых вычислительных синтезаторов (ЦВС). Однако не до конца решенным и актуальным вопросом остается минимизация искажений в выходном сигнале данных синтезаторов. Автором проведен глубокий анализ их источников и методов снижения. Показано, что наибольшее влияние на спектральную чистоту синтезируемых сигналов оказывают фазовые искажения, вызванные усечением кода фазы, воздействием

дестабилизирующих факторов, собственные шумы и шумы квантования ЦВС. При этом существующие на данный момент способы снижения указанных искажений недостаточно эффективны и, зачастую, имеют ограниченное применение. Поэтому тема диссертационной работы Суржика Д.И., направленная на улучшение спектральных характеристик цифровых вычислительных синтезаторов, является весьма перспективной и **актуальной.**

Научная новизна исследований

Целью диссертационной работы автор поставил улучшение спектральных характеристик цифровых вычислительных синтезаторов с использованием метода автоматической компенсации фазовых искажений.

Сформулированная цель достигается решением ряда задач, в результате которых получены следующие новые научные результаты:

- предложено использовать метод автоматической компенсации фазовых искажений применительно к цифровым вычислительным синтезаторам, для чего разработан алгоритм выделения фазовых искажений и их автоматической компенсации с помощью петли фазовой автоподстройки частоты и структурные схемы трех вариантов устройств, его реализующих;

- получены дифференциальные уравнения, передаточные функции и условия полной компенсации фазовых искажений цифровых вычислительных синтезаторов, позволяющие теоретически исследовать частотные и динамические свойства цифровых вычислительных синтезаторов с автоматической компенсацией фазовых искажений;

- разработаны математические модели и исследованы шумовые характеристики цифровых вычислительных синтезаторов с автоматической компенсацией фазовых искажений при различных параметрах анализируемых устройств.

Практическая значимость полученных результатов

Практическая значимость полученных в диссертационной работе результатов заключается в том, что разработанные структурные схемы

гибридных синтезаторов частот на основе цифровых вычислительных синтезаторов с автоматической компенсацией фазовых искажений и петель фазовой автоподстройки частоты, а также формирователь сигналов радиосистемы на их основе, позволяют уменьшить уровень паразитных спектральных составляющих и фазового шума синтезируемого сигнала на 6-13 дБ. Приведенные в 4-й главе диссертации результаты схемотехнического моделирования подтверждают это.

Предложенные автором диссертации математические модели шумовых характеристик цифровых вычислительных синтезаторов с автоматической компенсацией фазовых искажений позволяют на стадии проектирования с низкой погрешностью проводить оценку спектральной плотности мощности фазовых шумов разрабатываемых устройств, а разработанный математический аппарат и инструментальные средства в виде программ расчета на ЭВМ - исследовать основные параметры и характеристики данных устройств.

Достоверность полученных выводов и научных результатов

Достоверность результатов, полученных в диссертационной работе, подтверждена схемотехническим моделированием и экспериментальным исследованием системы гибридного синтеза частот с автокомпенсатором фазовых искажений ЦВС AD9854 (производитель Analog Devices).

Основные результаты диссертации опубликованы в 21 работе, в том числе 6 статьях в журналах перечня ВАК, 3 статьях в международной реферативной базе Scopus, 9 тезисах докладов. Автор диссертационной работы имеет 2 патента на полезные модели и 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Материалы диссертации хорошо апробированы на различных международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы Д.И. Суржика могут быть рекомендованы для использования в научно-исследовательских и конструкторских организациях при разработке и проектировании

радиосистем различного назначения, использующих цифровые вычислительные синтезаторы и гибридные синтезаторы частот.

Замечания по диссертации

1. Согласно выражениям (2.5.3) и (2.5.25), для сохранения требуемого уровня компенсации фазовых искажений при перестройке рабочей частоты гибридного синтезатора (вызванного изменением коэффициента передачи цифрового вычислительного синтезатора) необходимо оперативное изменение коэффициента ослабления аттенюатора автокомпенсатора. Однако в диссертации проработка программной либо аппаратной реализации данного вопроса не проведена.

2. В работе не учтен тот факт, что прохождение выходного сигнала ЦВС гибридного синтезатора через автокомпенсатор фазовых искажений может сопровождаться его задержкой по отношению к модулирующему напряжению генератора управляемого напряжением петли фазовой автоподстройки частоты.

3. Не конкретизируются особенности и преимущества разработанных инструментальных средств перед известными программными продуктами, как специализированными для анализа характеристик синтезаторов частот, так и ориентированными на численное моделирование широкого класса устройств формирования радиосигналов (MathLAB & Simulink и др.).

4. В 4-й главе диссертации недостаточно проработаны вопросы, связанные с практической реализацией звеньев цепи автокомпенсации фазовых искажений цифровых вычислительных синтезаторов и представляющие существенную сложность, в особенности для заявленных автором в таблице 4.2.3 синтезируемых частот СВЧ диапазона (1-3 ГГц).

5. В диссертации присутствуют незначительные погрешности редакционного характера. Например, на стр. 28 используется некорректная запись функции синус Котельникова: $\sin c(x)$ – с пробелом, в аргументах формул на стр. 49 и в других местах используются курсивные круглые скобки, на рис. 4.1.2.1 на стр. 115 $Jtag$ вместо JTAG (аббревиатура).


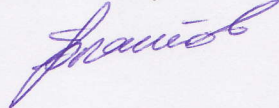
Заключение

В целом диссертация Суржика Д.И. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, сформулированные в ней теоретические положения и практические выводы представляют собой решение задачи улучшения спектральных характеристик формирователей сигналов, содержащих в своем составе цифровые вычислительные синтезаторы, имеющей существенное значение для разработки и проектирования радиосистем широкого применения с низким уровнем паразитных спектральных составляющих и фазовых шумов.

Диссертационная работа Д.И. Суржика выполнена на высоком научном уровне, написана четким, технически грамотным языком. Качество оформления материалов диссертации хорошее.

Считаем, что диссертационная работа соответствует специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Суржик Дмитрий Игоревич - заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Главный конструктор
Инженер-конструктор 1-ой категории,
к.т.н.

Н.В. Лаптев

А.Д. Богатов