

ОТЗЫВ

официального оппонента Коробова Дениса Станиславовича на диссертационную работу 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. В настоящее время в области формирования стабильных частот и сигналов все большее распространение получают цифровые вычислительные синтезаторы (ЦВС) за счет своих преимуществ перед устройствами, использующими метод косвенного синтеза на основе петли фазовой автоподстройкой частоты: высокого разрешения по частоте, быстродействия и др. Однако их существенным недостатком остается наличие фазовых искажений ЦВС, возникающих в процессе формирования, значительно ухудшающих спектральный состав синтезируемого сигнала. Сложность их предотвращения зачастую обусловлена тем, что причины их вызывающие не всегда априорно известны.

Повышение требований к спектральной чистоте синтезируемых колебаний современных радиосистем заставляет разработчиков искать новые или совершенствовать существующие методы снижения данных искажений. Именно поэтому исследования, приведенные Суржиком Д.И. в диссертационной работе и связанные с использованием метода автоматической компенсации фазовых искажений цифровых вычислительных синтезаторов актуальны и имеют практическое значение в решении проблемы улучшения спектральных характеристик указанных синтезаторов.

В ходе проведенных исследований автором получен ряд результатов, обладающих научной новизной, практической значимостью и выдвигаемых на защиту:

- алгоритм выделения фазовых искажений выходного сигнала цифровых

вычислительных синтезаторов и реализация принципа автоматической компенсации этих искажений с помощью петли фазовой автоподстройки частоты;

- структурные схемы цифровых вычислительных синтезаторов с автоматической компенсацией фазовых искажений и петель фазовой автоподстройки частоты;

- результаты исследований характеристик предложенных схем цифровых вычислительных синтезаторов с автоматической компенсацией фазовых искажений.

Следует отметить, что данные положения являются строго обоснованными и логически связанными друг с другом.

Научная новизна работы заключается в том, что автор впервые предлагает приложение принципа автокомпенсации применительно к фазовым искажениям цифровых вычислительных синтезаторов многоуровневых сигналов: разрабатывает алгоритм их выделения, а также два варианта тракта автокомпенсации. Наряду с этим диссертант внимательно подходит к выбору устройства управления задержкой, предлагая реализовать его на основе петли ФАПЧ и получая структурные схемы гибридных синтезаторов частот с автокомпенсацией фазовых искажений ЦВС и регулировкой вперед. Петля ФАПЧ в данном случае вносит незначительные собственные искажения и обладает фильтрующей способностью к искажениям от предыдущих каскадов устройства. Полученные автором основные математические соотношения (дифференциальные уравнения, передаточные функции и условия полной компенсации фазовых искажений) позволяют теоретически исследовать частотные, динамические и шумовые свойства предложенных в работе устройств.

Практическая значимость полученных результатов заключается в разработке автором структурных схем устройств с автоматической компенсацией фазовых искажений цифровых вычислительных синтезаторов

(гибридных синтезаторов частот и формирователя на их основе), позволяющих уменьшить уровень дискретных паразитных составляющих и фазового шума сигналов на 6 - 13 дБ. Разработанные математические модели и инструментальные средства способствуют осуществлению исследований основных параметров и характеристик предложенных устройств.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается корректностью постановки задач исследования и тем, что результаты математического, схемотехнического и экспериментального исследований в целом совпадают.

Следует отметить четкую структуру диссертации. Содержание работы соответствует названию и обозначенной проблематике. Диссертация состоит из введения, обзорной главы, в которой рассматриваются источники искажений выходного сигнала ЦВС и способы их снижения, главы, посвященной разработке и исследованию цифровых вычислительных синтезаторов с автоматической компенсацией фазовых искажений, главы, в которой проведен анализ шумовых свойств предложенных устройств, главы, посвященной экспериментальному исследованию и практическому применению результатов работы, списка литературы и приложения. Диссертация написана хорошим литературным языком, оформление текста работы, таблиц и рисунков удовлетворяет требованиям стандартов. Автореферат соответствует тексту диссертации.

Основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту, а также результаты, представляющие научную новизну и практическую значимость, достаточно широко опубликованы и апробированы автором в 21 работе, 2 патентах на полезные модели, 2 свидетельствах о регистрации программ для ЭВМ, обсуждались на научно-технических конференциях различного уровня. Кроме того, часть результатов диссертационной работы Суржика Д.И. внедрена в исследования на предприятии радиотехнического

профиля и учебном процессе кафедры радиотехники МИ(ф)ВлГУ, использовалась автором при выполнении гранта РФФИ.

Однако считаю необходимым выделить следующие замечания по диссертационной работе Суржика Д.И.:

1. На стр. 12 автор использует понятие «образа частоты» цифрового вычислительного синтезатора без описания данного термина и ссылок на литературные источники, в которых он мог упоминаться.

2. Алгоритм выделения фазовых искажений выходного сигнала цифрового синтезатора (п. 2.1) не проиллюстрирован соответствующей блок-схемой, что затрудняет его восприятие.

3. В п. 2.7 для анализа динамических характеристик гибридных синтезаторов частот с автоматической компенсацией фазовых искажений цифровых вычислительных синтезаторов используется подход на основе кусочно-линейной аппроксимации спектральной плотности выходного колебания, однако не проводится его обоснование и сравнение с известными способами моделирования переходных процессов при сложных воздействиях (свертка на основе быстрого преобразования Фурье, метод Филона интегрирования быстро осциллирующих функций, аналитическое или численное преобразование Лапласа и др.).

4. Работа приобрела бы еще большую практическую значимость, если бы автор оценил эффективность автоматической компенсации фазовых искажений цифровых вычислительных синтезаторов в сравнении с рассмотренными в п. 1.3 методами улучшения их спектральных характеристик (фильтрацией, рандомизацией или др.).

Отмеченные замечания не носят принципиального характера и не снижают значимости представленной диссертации.


В связи с этим считаю, что диссертационная работа Суржика Д.И. на тему «Цифровые вычислительные синтезаторы с автоматической компенсацией фазовых искажений» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных

исследований предложены новые результаты, имеющие важное научное и практическое значение в области формирования и преобразования сигналов, а также методов и устройств автоматической компенсации фазовых искажений. Для достижения поставленной цели автор разработал оригинальный алгоритм, структурные схемы устройств, получил необходимые математические соотношения, осуществил моделирование и экспериментальное исследование, подтверждающее и доказывающие возможность эффективного улучшения спектральных характеристик цифровых вычислительных синтезаторов с помощью метода автокомпенсации.

Следует также отметить, что развитие тематики диссертационного исследования имеет существенное теоретическое и практическое значение как для проектирования радиосистем, содержащих в своем составе цифровые вычислительные синтезаторы, так и для разработки методов улучшения их спектральных характеристик.

Таким образом, считаю, что тема и содержание диссертации соответствуют заявленной научной специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», а ее автор – Суржик Дмитрий Игоревич - заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент, кандидат технических наук, ведущий инженер-электроник отдела аппаратуры измерения электромагнитного излучения АО «Нижегородское научно-производственное объединение им. М.В. Фрунзе»

 12.01.2014 Коробов Д.С.

Подпись Коробова Д.С. заверяю:

Кандидат технических наук, заместитель генерального директора по науке АО «Нижегородское научно-производственное объединение им. М.В. Фрунзе»

Аверин И.М.

