

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Ефремова Ивана Андреевича на тему «Математическое и методическое обеспечение САПР устройств приема и обработки радиосигналов на основе программно-контролируемого радио» по специальности 05.13.12 - «Системы автоматизации проектирования (промышленность)» на соискание ученой степени кандидата технических наук.

1. Актуальность избранной темы.

Современные устройства приема и обработки сигналов строятся на основе сложных реконфигурируемых аналоговых и цифровых структур, проектирование и анализ которых занимает много времени. Одной из основных проблем в процессе разработки подобных устройств является оценка влияния шумов аналоговой части схемы (особенно нелинейных) на параметры сигналов после цифровой обработки и характеристики системы связи в целом. Именно поэтому поставленная И. А. Ефремовым задача развития методического и математического обеспечения систем автоматизированного проектирования телекоммуникационных устройств приема и обработки сигналов (в частности, программно контролируемого радио) является актуальной для исследования.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Разработанное автором математическое и методическое обеспечение было проверено в четвертой главе в процессе проектирования мониторингового РПУ, который был также протестирован с использованием предложенных моделей и методик.

В процессе разработки моделей и маршрута для проектирования программно-контролируемых радиоприемников автором были применены методы теории САПР, методы функционального и схемотехнического моделирования, теории радиотехнических сигналов и теории цифровой обработки сигналов.

Основные результаты работы докладывались на международных конференциях и отражены в 16 публикациях, в том числе, в 5-ти статьях журналов из перечня ВАК.

3. Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Новизна полученных автором результатов состоит в следующем:

1. Предложено оригинальное математическое обеспечение САПР ADS в виде библиотеки моделей архитектур ПКР-приемников и их компонентов;

2. Разработано специализированное методическое обеспечение САПР в виде маршрута проектирования программно контролируемых радиоприемников;
3. Доказана перспективность применения разработанной методики и моделей автоматизированного тестирования программно контролируемых радиоприемников при помощи САПР ADS;
4. Для решения задачи сквозного моделирования аналого-цифровых трактов радиоприемных устройств цифровых сигналов предложены методики формирования моделей компонент, определяющие выбор необходимых параметров сигналов и методов анализа.

Достоверность исследований обусловлена проводимым анализом и сравнением результатов полученных разработок с результатами, приведенными в отечественных и зарубежных статьях, на которые ссылается автор.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов.

Автором получено три акта внедрения, два из которых в промышленности и один в ВУЗе, что показывает значимость результатов работы как для практики, так и для науки. С одной стороны, разработанные виды обеспечения позволяют ускорить процесс проектирования и повысить качество получаемых результатов. С другой - выполнить глубокий анализ, вплоть до оценки влияния минимальных искажений сигналов, что является актуальным с научной точки зрения при разработке новых методов обработки сигналов и их аппаратной реализации.

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Результаты работы могут с успехом использоваться на промышленных предприятиях, а также в НИИ для выполнения проектирования аналого-цифровых трактов радиоприемных устройств с проведением их комплексного анализа на этапе разработки и тестирования опытных образцов.

6. Содержание диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, списка сокращений, списка использованных источников и приложения. Общий объем работы 165 страниц, 27 таблиц, 85 рисунков. Библиография включает 151 наименование.

Во введении отражена актуальность работы, сформулирована цель, поставлены задачи работы, показана научная новизна, практическая и теоретическая значимость результатов, а также положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены применяемые в современных системах связи типы модуляции сигналов, основные архитектуры программно контролируемых радиоприемников, реконфигурируемые структуры трактов фильтрации и другие тракты, свойственные данному виду РПУ. Выполнен сравнительный анализ САПР устройств приема и обработки сигналов, на основании которого сделан обоснованный выбор САПР ADS для выполнения работы.

Во второй главе отражены результаты разработки математического обеспечения автоматизированного проектирования программно контролируемых радиоприемников. Представлены модели реконфигурируемых трактов фильтрации, трактов МШУ, а также трактов преобразования частоты с возможностью оценки влияния фазовых шумов гетеродина на результирующий сигнал. Предложены модели блока цифровой обработки данных для архитектуры с нулевой и высокой ПЧ. Представлены модели для выполнения экспериментального тестирования РПУ с использованием САПР ADS.

В третьей главе предложен маршрут и методики автоматизированного проектирования программно контролируемых радиоприемников, а также выполнена проверка разработанной во второй главе библиотеки моделей. Разработаны общий маршрут проектирования программно контролируемого радиоприемника, а так же методики проектирования его составных частей: преселектора, МШУ, тракта преобразования частоты, фильтрации ПЧ, АЦП и блока ЦОС. В результате проверки разработанных моделей показана их функциональность. Разработана методика экспериментального тестирования при помощи САПР ADS.

В четвертой главе выполнено проектирование широкополосного РПУ с использованием разработанных видов обеспечения САПР. Результаты тестирования опытного образца РПУ, проведенного по предложенной методике, совпадают с результатами моделирования, что показывает правомерность применения разработанного диссертантом математического и методического обеспечения САПР для решения задач автоматизации проектирования программно контролируемого радио.

7. Недостатки в содержании и оформлении диссертации.

При прочтении диссертации возник следующий ряд вопросов к ее содержательной части:

- на стр.17 приводится высказывание «квадратурное разделение выполняется непосредственно в ЦСП, что позволяет избавиться от постоянной составляющей в сигнале». Данное утверждение некорректно, т.к. сама процедура квадратурного разделения никак не может избавить нас от постоянной

составляющей в сигнале. Постоянную составляющую можно исключить с помощью специальных алгоритмов обработки данных, которые возможно реализовать в ЦСП. Причем, в дальнейшем диссертант приводит такой алгоритм, который к процедуре квадратурного разделения не имеет никакого отношения (стр. 130 раздел «Цифровой блок коррекции постоянной составляющей сигнала»).

- на стр.54 в разделе «Фильтры на переключаемых емкостях» не приведена схема исходного фильтра на операционном усилителе, которая в дальнейшем замещается схемой фильтра на переключаемых емкостях, приведенной на рисунке 2.12, что усложняет восприятие материала в данном разделе.

- на стр.96 приводится таблица 3.2, посвященная анализу чувствительности АЦП, исходя из его разрядности, однако в разделе 3.6 отсутствуют сведения об уровне опорного напряжения АЦП. Упоминание о нем встречается только лишь в разделе «Смешанное моделирование ПКР-приемника» на стр.134.

Общие рекомендации по работе в целом:

- Рекомендуется в дальнейшей работе расширить набор моделей библиотеки компонентов программно контролируемого радиоприемника, что позволит оценивать больше эффектов влияния шумов аналоговых компонентов на работу РПУ.
- Не приведены примеры исследований для широкополосных видов модуляции, например, CDMA, OFDM.
- При разработке и исследовании моделей не указывается, какие типы нелинейных зависимостей функциональных блоков учитывались при моделировании.
- Недостаточно раскрыт математический аппарат, используемый в приведенных в работе моделях составных частей программно контролируемого радиоприемника.

8. Автореферат соответствует содержанию диссертации.
9. **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.**

Таким образом, диссертация Ефремова Ивана Андреевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи развития математического и методического обеспечений САПР, имеющей существенное значение для развития отрасли проектирования радиоприемных устройств, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Официальный оппонент:

ведущий программист

ЗАО «ТехКрайт» (г. Владимир),

кандидат технических наук



Лобачев Глеб Александрович

05.05.14

Подпись заверяю:

генеральный директор

ЗАО «ТехКрайт» (г. Владимир)



Козлов Андрей Александрович