

ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертацию Соловьева Дмитрия Михайловича
на тему «Разработка и оптимизация широкополосного имитатора
многолучевого радиоканала с частотно-временным рассеянием»,
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 современных условиях всё большее применение находят беспроводные технологии передачи информации. Период особого интенсивного развития переживают современные технологии мобильной связи, которые характеризуются быстрой сменой поколений, а, следовательно, и самих технологий. Обязательным условием быстрого широкополосного доступа к среде Интернет является наличие беспроводных сетей Wi-Fi. Таким образом, наблюдается быстрое развитие беспроводных систем передачи информации (БСПИ) и их широкое применение в различных областях деятельности. Характерной особенностью БСПИ является частотно-временное рассеяние радиоканала, что обусловлено многолучевым распространением радиосигнала. Как следствие большинство БСПИ характеризуется флуктуациям уровня сигнала на входе приемника (замираниями).

Широкое внедрение и использование БСПИ предполагает математическое моделирование с целью расчета радиолиний и прогнозирования их поведения в различных условиях. Выполнение аналитических вычислений обычно затрудняют достаточно сложные условия распространения радиоволн. В этом случае обязательным дополнением аналитических исследований являются натурные испытания.

Важными инструментами, применяемыми при моделировании процессов в БСПИ, являются имитаторы многолучевых радиоканалов (ИМР). Реализация полностью цифрового аппаратного имитатора несомненно представляет особый интерес, так как именно такие имитаторы обеспечивают возможность динамического изменения основных параметров радиоканала: среднеквадратичного разброса задержек, интервала когерентности по времени, формы профиля задержки мощности, количества лучей, формы доплеровского спектра, полосы когерентности по частоте и т.д. Всё это позволит имитировать достаточно сложные, нестационарные, протяженные во времени процессы. Применение цифрового аппаратного имитатора также позволит достаточно оперативно учитывать изменения условий трассы распространения, что особенно важно при анализе радиолинии с борта подвижного носителя, например, летательного аппарата. Наиболее интересна реализация имитатора с привязкой к цифровой карте местности, рельефу, особенностям растительности, метеоусловиям и т.п.

Вход. № 69/16
« 07 » 09 20/16 г.
подпись Зул

Таким образом, тема работы, посвященной разработке и оптимизации широкополосного имитатора многолучевого радиоканала с частотно-временным рассеянием в условиях ограниченного вычислительного ресурса, является важной и актуальной.

Структура диссертации и автореферата

Диссертация включает введение, четыре главы, заключение, список литературы и приложение. Представленный материал изложен на 138 страницах машинописного текста, включая приложение (5 стр.), 83 рисунка и 13 таблиц. Общий объем автореферата диссертации составляет 22 страницы. В целом диссертация и автореферат диссертации по своей структуре соответствуют требованиям ГОСТ 7.0.11-2011.

Автореферат диссертации отражает существо и содержание работы.

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

Научные положения, выводы и рекомендации диссертации базируются на корректном выборе методов исследования, а также учете практических особенностей БСПИ и могут быть признаны достаточно обоснованными применительно к заявленной цели и решаемым частным научным задачам.

Представленные в диссертации выводы обоснованы и логично вытекают из материалов соответствующих глав, а обобщенные выводы и рекомендации заключения диссертации – из диссертации в целом.

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечивается: корректным использованием известных положений теории распространения радиоволн и радиосвязи, применением апробированного математического аппарата в рассматриваемой предметной области; правильным учётом основных факторов, влияющих на эффективность функционирования БСПИ, корректными допущениями и ограничениями, применением стандартных математических пакетов обработки данных. Это также подтверждается сходимостью теоретических результатов с данными эксперимента.

Работа соответствует пунктам 8, 9 паспорта научной специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Новизна и значимость положений и результатов диссертации

Научная новизна результатов исследований заключается в следующем:

1. Разработан принцип построения аппаратного имитатора радиоканала с частотно-временным рассеянием с режимом реального времени, отличающимся от известного учетом, как свойств канала, так и характеристик радиосигнала системы радиосвязи.
2. Получены зависимости вероятности битовой ошибки исследуемой системы передачи информации от интервала дискретизации импульсной характеристики модели многолучевого радиоканала и порядка доплеровского фильтра, отвечающего за частотное рассеяние.
3. Предложен критерий оптимизации параметров имитатора многолучевого динамического радиоканала, отличающийся от известных, тем, что направлен на достижение оптимального соотношения между точностью моделирования и вычислительными затратами.

4. На основе критерия оптимизации получена структура вычислительного блока имитатора многолучевого динамического радиоканала, позволяющая реализовать аппаратный полностью цифровой имитатор с поддержкой режима реального времени.

Разработанный посредством математического анализа принцип построения аппаратного имитатора радиоканала с режимом реального времени имеет *теоретическую значимость*, поскольку позволяют учитывать параметры системы передачи. Разработка принципа построения аппаратного имитатора многолучевого динамического радиоканала с режимом реального времени, основанного на характеристиках частотного и временного рассеяния, с учетом параметров системы передачи вносит существенный вклад в теорию имитационного моделирования систем передачи информации.

Практическая ценность результатов диссертационной работы

1. В диссертации разработан принцип построения аппаратного широкополосного имитатора многолучевого радиоканала, обладающего оптимальным соотношением между точностью воспроизведения свойств радиоканала и вычислительными затратами.
2. Разработан программно-аппаратный комплекс, в состав которого входят широкополосный аппаратный имитатор многолучевого радиоканала, выполненный на базе ПЛИС XILINX VIRTEX 6, и сервисный ПК с необходимым программным обеспечением для управления процессами моделирования.
3. Разработана методика исследования и верификации реализованного программно-аппаратного комплекса.
4. Полученные результаты позволяют сформулировать предложения по повышению эффективности существующих и перспективных имитаторов многолучевых радиоканалов.
5. Выполнен цикл исследований энергетической эффективности широкополосных систем радиосвязи в условиях многолучевого распространения радиосигнала, с применением разработанного программно-аппаратного комплекса.

Научный и технический уровень выполнения работы

В целом работа выполнена на высоком научном и техническом уровне с широким привлечением математического аппарата статистической теории радиосвязи, теории дискретных линейных систем и методов имитационного моделирования. Полученные выводы и результаты практических исследований обладают самостоятельной ценностью для разработчиков имитаторов радиоканалов с частотно-временным рассеянием.

Апробация работы и публикации

Основные результаты диссертации Соловьева Д.М. обсуждались и докладывались на 14-й международной научно-технической конференции «Цифровая обработка сигналов и ее применение»; всероссийской научно-практической конференции-выставке "Актуальные вопросы разработки и внедрения информационных технологий двойного применения", г. Ярославль, 2011-2014 гг.; IV международной научно-практической конференции

«Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях»; международном научно-техническом семинаре «Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов в инфокоммуникациях», 2013-2015 гг.; международной конференции «Радиоэлектронные устройства и системы для инфокоммуникационных технологий REDS-2014»; международной молодежной научно-практической конференции «Путь в науку 2014», г. Ярославль.

Основные результаты диссертации опубликованы автором в 9 статьях (6 из них – в журналах, рекомендованных ВАК РФ), 1 патенте на полезную модель, 2 свидетельствах о государственной регистрации программы для ЭВМ, 17 докладах на международных и всероссийских конференциях и семинарах. Результаты диссертационной работы внедрены в НИР, выполненные кафедрой РТС ЯрГУ им. П.Г. Демидова, ОАО «КБ «Кунцево» (г. Москва), НИОКР – ОАО «Луч» (г. Рыбинск), ОАО «НПО «ТРАНСКОМ-СОФТ» (г. Дубна), ОАО «НПП «РАДИОСИГНАЛ» (г. Москва), учебный процесс кафедры РТС ЯрГУ им. П.Г. Демидова.

Замечания по диссертации Соловьева Д.М.

1. В диссертации недостаточно обоснован выбор архитектуры и элементной базы имитатора (выбрана микросхема ПЛИС фирмы XILINX семейства VIRTEX6).

2. В работе оценивалось воспроизведение на макете имитатора лишь рэлеевских и райсовских замираний, воспроизведение более «глубоких» замираний, распределенных, например, по логнормальному закону и закону Накагами в работе не исследовано.

3. В работе не обоснованы требования к применяемому радиоизмерительному оборудованию (анализатору спектра, цифровому осциллографу, генератору сигналов).

4. Недостаточно высокое качество отдельных рисунков диссертации, например, рис. 1 на с. 18 и рис. 7 на с. 30.

Отмеченные замечания не влияют на существо основных теоретических и практических результатов представленной диссертации и не уменьшают их научной и практической значимости.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертация Соловьева Д.М. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по разработке и оптимизации широкополосного имитатора многолучевого радиоканала с частотно-временным рассеянием, что имеет важное научно-практическое значение.

Считаю, что по актуальности темы исследования, степени обоснованности научных положений и их научной новизне, теоретической и практической значимости проведенного исследования и ценности полученных соискателем результатов для науки и практики диссертация Соловьева Дмитрия Михайловича на тему «Разработка и оптимизация широкополосного имитатора многолучевого радиоканала с частотно-временным рассеянием» соот-

ветствует критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней» от 24 сентября 2013 года, а ее автор, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв составил:

Силантьев Александр Борисович

кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры командных пунктов зенитных ракетных систем, Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны, 150001, г. Ярославль, Московский проспект дом 28, телефон (факс) 8(4852)73-17-77, адрес электронной почты yar@mil.ru,

« 29 » августа 2016г.



А. Силантьев

Подпись профессора кафедры КП ЗРС Силантьева А.Б. заверяю

Начальник отдела кадров капитан _____ А. Шмелев



иск. № 1/488
от 30.08.16