

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Соловьёва Дмитрия Михайловича «Разработка и оптимизация широкополосного имитатора многолучевого радиоканала с частотно-временным рассеянием», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Вопросы разработки инструментария, позволяющего проводить полунатурные испытания беспроводной аппаратуры связи, всегда вызывали острый интерес разработчиков соответствующей аппаратуры. Основные причины внимания к этой теме заключаются в возможности существенного сокращения трудоёмкости испытаний и, как следствие, их стоимости, а также возможность широкого выбора и воспроизведения условий такого полунатурного эксперимента в лабораторных условиях. В первую очередь представляет интерес задача моделировании канала распространения радиосигналов.

Если на начальных стадиях разработки можно ограничиться чисто компьютерным имитационным моделированием процесса функционирования элементов системы связи и среды распространения радиосигнала, то при переходе к исследованию характеристик макетов составляющих системы связи возникает потребность в натурном эксперименте или полунатурном моделировании.

Современная аппаратура имитационного моделирования радиоканала в настоящее время представляет собой сложный программно-аппаратный комплекс, позволяющий работать с реальными сигналами систем связи. При этом неизбежно возникает противоречие между желанием реализовать в таком комплексе возможность учёта широкого спектра условий распространения радиосигналов (нестационарность канала связи, частотно-временного рассеяния, шумовых характеристик и др.) и ограниченность вычислительных возможностей аппаратуры с учётом работы в реальном времени с современными широкополосными сигналами.

В связи с вышесказанным, тема представленной работы, связанная с решением задачи построения имитатора многолучевого радиоканала с частотно-временным рассеянием при ограничениях на вычислительный ресурс представляется актуальной как в теоретическом плане, так и востребованной на практике.

Вх. № 69-2/16
06.09.2016
Зч

Диссертация состоит из введения, четырех глав, списка литературы, приложения.

В первой главе проведён краткий обзор имеющихся подходов к моделированию многолучевых радиоканалов, в частности, «классического подхода» на основе рекомендаций научно-исследовательской работы Европейского института телекоммуникационных стандартов COST-207. Сделан вывод о необходимости проведения дополнительного исследования степени влияния перехода от непрерывной модели к дискретной на адекватность дискретной модели.

Во второй главе на основе анализа влияния параметров имитационной модели на вероятность битовой ошибки при приёме сигналов с DBPSK модуляцией предложен подход к рациональному выбору числа моделируемых лучей распространения радиосигнала и порядка доплеровского фильтра.

В третьей главе диссертации рассматривается вопрос выбора элементной базы для реализации цифрового аппаратного имитатора многолучевого радиоканала реального времени. Предлагается вариант архитектуры имитатора на ПЛИС и проводится оценка необходимых вычислительных ресурсов.

В четвёртой главе приведены методики и результаты исследования и верификации реализованного экспериментального образца имитатора.

Следует отметить, что положительной чертой данной диссертации является её практическая направленность. Исследования автора реализованы в действующем устройстве, новизна технических решений автора подкреплена патентом на полезную моде, свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Научной новизной обладают следующие результаты диссертации:

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

- предложенная структура вычислительного блока имитатора многолучевого динамического радиоканала, позволяющая реализовать аппаратный полностью цифровой имитатор с поддержкой режима реального времени.

В своей работе автор приводит сведения о практическом использовании полученных результатов.

Ссылки на цитируемые результаты других авторов сделаны корректно.

Достоверность результатов подтверждена результатами имитационного моделирования и экспериментальными исследованиями. Математический аппарат в диссертации использован корректно. Материал в работе изложен логически стройно и понятно. Следует отметить хорошее оформление работы.

Положения, выносимые на защиту опубликованы в работах автора, в том числе в 6 рецензируемых изданиях, и прошли широкую апробацию на научно-технических конференциях.

Вместе с тем, по диссертации можно высказать ряд замечаний.

1. При построении имитатора ничего не было сказано о моделировании помеховой обстановки. Остаётся неясным, можно ли с помощью предложенных автором решений проводить моделирование помеховой обстановки одновременно с частотно-временным рассеянием или для этого понадобится отдельное устройство.

2. Выбор рациональных параметров имитатора во второй главе диссертации проводился на основе имитационного моделирования прохождения через канал радиосигналов с DBPSK модуляцией. Насколько правомочно распространять этот результат на другие сигналы?

3. Во второй главе следовало привести объёмы выборок, используемых при обработке результатов моделирования, и построить доверительные интервалы.

4. В п. 3.3.3 диссертации сказано, что наиболее эффективным алгоритмом формирования псевдослучайных гауссовских случайных величин является преобразование Бокса-Мюллера. Вместе с тем следует отметить, что метод Бокса-Мюллера хотя и является популярным, однако zigurat-алгоритм (зигкурат-алгоритм, алгоритм ступенчатой пирамидоидальной башни), предложенной George Marsaglia, считается более эффективным (George Marsaglia, Wai Wan Tsang. The Ziggurat Method for Generating Random Variables. Journal of Statistical Software, No. 5 (8), 2000).

