

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.396.669

Певзнер Виктор Викторович

Защита цифровых систем передачи от помех

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание ученой степени магистра технических наук

по специальности 1-98 80 01 «Информационная безопасность»

Магистрант

В.В.Певзнер

Научный руководитель
канд. техн. наук, доцент

В.А.Ильинков

Минск 2021

ВВЕДЕНИЕ

Системы инфокоммуникаций (СИК), являющиеся неотъемлемой составной частью современного информационного общества, характеризуются следующей совокупностью существенных признаков:

- наиболее динамично развивающаяся область науки и техники, следствием чего является быстрое увеличение объема информации и малое время жизни производимых моделей;

- многообразие систем и устройств различного функционального назначения, высокие требования к их параметрам качества;

- широкое использование последних достижений информатики, радио- и микроэлектроники, включая применение микропроцессоров и цифровой обработки сигналов;

- совместное применение широкополосных и узкополосных сигналов, широкий диапазон используемых в СИК рабочих частот;

- многообразие методов и устройств формирования, передачи, распределения, приема и обработки информации;

- многообразие приемов схемотехнической реализации, сложность и большое число преобразований сигналов и, как следствие, ориентация на применение больших и сверхбольших интегральных схем.

Учитывая изложенное, основным инструментом исследования, проектирования и разработки современных СИК является моделирование.

Моделирование начинается с формирования предмета исследований – понятийной системы, отражающей существенные для моделирования характеристики объекта. Как правило, модели обладают свойством технологичности. В связи с этим моделирование является существенным сегментом в мире научного познания.

Особо важным для науки видом моделирования является математическое. На основе этого можно определить понятие математической модели.

Математическая модель – формальное описание исследуемой СИК совокупностью математических и логических операций. В общем случае она может быть представлена в незамкнутой и замкнутой (разрешенной) формах.

Математическое описание объекта составляют различные математические формы выражения количественных соотношений между переменными и постоянными. Это различные функции, уравнения, системы уравнений, условия однозначности их решений, неравенства и другие математические представления.

Современные СИК реализуются практически целиком на основе цифровых технологий. Они используют для передачи информации цифровые сигналы различных форматов. Несмотря на большую помехоустойчивость по сравнению с аналоговыми сигналами, цифровые сигналы также подвержены искажениям, влияющим на достоверность передаваемой информации. В терминах информационной безопасности теория оптимального приема обеспечивает целостность и доступность информации.

С другой стороны, трансформация социума в информационно общество ставит все более серьезные задачи перед сферой инфокоммуникаций по передаче и защите необходимой информации. Поскольку появляются новые риски и связанные с ними угрозы, технический аспект информационной безопасности как никогда является важным на нынешнем этапе развития мира.

Целью диссертационной работы является разработка математических моделей цифровых сигналов различных форматов и квазиоптимальных на комплексной плоскости и в частотно-временной области с целью определения наиболее оптимального решения, которое заключается в адекватном расходе ресурсов и обеспечении требуемой степени помехоустойчивости. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть основные разновидности, свойства и применение цифровых сигналов различных форматов;
- выполнить сравнительный анализ методов математического моделирования сигналов и звеньев (каналов);
- рассмотреть общую методологию моделирования искажений цифровых сигналов (ЦС) с точки зрения планирования эксперимента;
- разработать математические модели ЦС;
- разработать математические модели реакций каналов на ЦС исследуемых форматов и квазиоптимальных сигналов;
- выполнить математическое моделирование ЦС и квазиоптимальных сигналов в частотной и временной областях;
- выполнить математическое моделирование реакций исследуемых квазиоптимальных сигналов и ЦС во временной и частотной областях;
- выполнить анализ полученных результатов и сделать выводы с точки зрения информационной безопасности.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Трансформация социума в информационно общество ставит все более серьезные задачи перед сферой инфокоммуникаций по передаче и защите необходимой информации. Поскольку появляются новые риски и связанные с ними угрозы, технический аспект информационной безопасности как никогда является важным на нынешнем этапе развития мира.

Основываясь на сказанном выше, можно заключить, что с течением времени необходимо совершенствовать способы передачи данных по соответствующим цифровым системам.

Цель и задачи исследования

Целью диссертационной работы является разработка математических моделей цифровых сигналов различных форматов и квазиоптимальных на комплексной плоскости и в частотно-временной области с целью определения наиболее оптимального решения, которое заключается в адекватном расходе ресурсов и обеспечении требуемой степени помехоустойчивости.

Объект исследования

Квазиоптимальные сигналы и цифровые сигналы различных форматов в цифровых системах передачи данных.

Предмет исследования

Степень искажений сигналов при прохождении по каналам связи.

Положения, выносимые на защиту

Рассмотрение степени искажений ряда сигналов при прохождении по моделям каналов связи. При этом в рамках анализа проведенной работы используется нормированная шкала для определения возможности обеспечения целостности и доступности данных, переданных по каналу.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Результаты исследований, представленные в диссертации, докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях: 56-научной конференции аспирантов магистрантов и студентов (БГУИР), XVIII Белорусско-Российской научно-технической конференции «Технические средства защиты информации» (БГУИР), XVII Международной научно-практической конференции «Управление информационными ресурсами», а также опубликованы в виде соответствующих тезисов и материалов.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 7 разделов, заключения, списка использованных источников.

Общий объем диссертационной работы составляет страниц, из них страниц основного текста, библиографический список из наименований на страницах.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, даётся общая характеристика её разработанности, определяются объект и предмет исследования, цель и задачи исследования, указана теоретико-методологическая база, формулируются основные положения диссертации, выносимые на защиту. Описываются аспекты информационной безопасности, влияние на которые может оказать результат исследования.

Первая глава «Сравнительный анализ разновидностей, свойств и применения цифровых сигналов различных форматов и квазиоптимальных сигналов» включает постановку задачи оптимальной фильтрации, сигналы, применяемые в рамках ее решения, их свойства. Приводятся доводы в пользу использования квазиоптимальных сигналов при определении допустимых целостности и доступности передаваемых данных.

Вторая глава «Сравнительный анализ методов математического моделирования звеньев и сигналов» содержит информацию о подходах к моделированию функциональных звеньев каналов связи, применяемых при решении задачи оптимальной фильтрации для обеспечения необходимого

уровня помехоустойчивости сигналов. Вторая часть главы описывает методы моделирования сигналов, включая обоснование невозможности использования численных методов и преимущества применения операционного исчисления.

Третья глава «Общая методология моделирования искажений квазиоптимальных сигналов и цифровых сигналов различных форматов» описывает подходы к математическому описанию искажений, возникающих при передаче сигналов по каналам связи.

В четвертой главе «Разработка математических моделей квазиоптимальных сигналов и цифровых сигналов различных форматов в частотно-временной области и на комплексной плоскости» приведены расчетные выражения для базовых элементов, являющихся фундаментом построения сигналов, а также математические модели самих сигналов.

В пятой главе «Разработка математических моделей реакций каналов на цифровые сигналы различных форматов» приводятся математические описания результатов, вызванных воздействием сигналов.

В шестой главе «Моделирование цифровых сигналов различных форматов в частотной и временной областях» было произведено моделирование сигналов посредством ПО, разработанного в УО БГУИР. Наглядно показано изменение формы сигнала (и, как следствие, возможности передавать информацию в защищенном виде) в зависимости от частоты.

В седьмой главе «Моделирование реакций каналов на квазиоптимальные сигналы цифровые сигналы различных форматов» приведены результаты моделирования в виде графиков. Отчетливо видно влияние типа фильтра (выполняющего роль модели канала связи) и частоты сигнала на суммарные искажения сигналов.

В заключении приведены выводы по результатам выполнения работы. Описано влияние полученных итогов на обеспечение помехоустойчивости систем передачи, моделями которых являются различные ФНЧ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения текущей магистерской диссертации были исследованы реакции каналов связи на воздействие цифровых сигналов различных форматов и квазиоптимальных сигналов при некоторых значениях частот указанных сигналов.

Полученные результаты стали итогом применения метода математического моделирования и связанного с ним математического аппарата операционного исчисления.

В рамках работы были решены все поставленные задачи:

- проведен сравнительный анализ цифровых сигналов различных форматов и квазиоптимальных сигналов в приложении к задаче оптимальной фильтрации в рамках литературного обзора;

- проведен сравнительный анализ методов математического моделирования сигналов и функциональных звеньев;

- описана общая методология моделирования искажений каналов связи;

- разработаны математические модели базовых элементов и рассматриваемых сигналов;

- составлены выражения для реакций каналов связи;

- произведено моделирование сигналов на комплексной плоскости и в частотно-временной области;

- произведено моделирование реакций каналов связи.

В результате можно заключить следующее: при изменении номинальной частоты сигнала в сторону спектра нижних частот наблюдаются значительные искажения, что приводит к потере таких параметров, как целостность и доступность сигнала. Следовательно, приемлемый уровень помехоустойчивости не достигнут.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1] В.В. Певзнер. Защита цифровых систем передачи от помех / Певзнер В.В., Ильинков В.А. // Материалы 56-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, – Минск, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2020.

[2] В.В. Певзнер. Защита цифровых систем передачи от помех / Певзнер В.В., Ильинков В.А. // Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции УИР «Управление информационными ресурсами». – Минск, Академия Управления, 2021.