

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**

Квазипотимальные 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.