

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)



УТВЕРЖДАЮ
директор УрТИСИ СибГУТИ
Минина Е.А.
« 28 » 11 2025 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ Б1.В.10 Общая теория связи

Направление подготовки / специальность: **11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия телекоммуникаций**

Форма обучения: **очная**

Год набора: 2026

Разработчик (-и):
доцент

 /Д.В. Кусайкин/
подпись

Оценочные средства обсуждены и утверждены на заседании кафедры многоканальной электрической связи (МЭС)

Протокол от 28.11.2025 г. № 4

Заведующий кафедрой  /Е.И. Гниломёдов/
подпись

Екатеринбург, 2025

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)

УТВЕРЖДАЮ
директор УрТИСИ СибГУТИ
_____ Минина Е.А.
« ____ » _____ 2025 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ Б1.В.10 Общая теория связи

Направление подготовки / специальность: **11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»**

Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия телекоммуникаций**

Форма обучения: **очная**

Год набора: 2026

Разработчик (-и):
доцент

_____ /Д.В. Кусайкин/
подпись

Оценочные средства обсуждены и утверждены на заседании кафедры многоканальной электрической связи (МЭС)

Протокол от 28.11.2025 г. № 4

Заведующий кафедрой _____ /Е.И. Гниломёдов/
подпись

Екатеринбург, 2025

1. Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Этап	Предшествующие этапы (с указанием дисциплин/практик)
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1-Знает методики поиска, сбора и обработки информации, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	3	1 этап Б1.О.09 Введение в профессию 2 этап Б1.В.02 Промт-инжиниринг
ПК-1 Способен к проведению профилактических работ на оборудовании связи	ПК-1.1 Знает теоретические основы электросвязи и инфокоммуникационных технологий, основы построения взаимосвязанных телекоммуникационных и компьютерных сетей	2	Б1.В.04 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей Б1.В.05 Распространение электромагнитных полей и волн
ПК-6 Способен к разработке схемы организации связи телекоммуникационной системы	ПК-6.1 Знает принципы построения, систем связи, телекоммуникационных систем различного типа, производит обоснованный выбор информационных технологий по проекту, сравнительный анализ вариантов, подготавливает схему организации связи	2	Б1.В.02 Промт-инжиниринг
ПК-7 Способен к разработке проектной документации на объект, (систему) связи, телекоммуникационную систему	ПК-7.2. Работает с текстовыми редакторами, графическими программами, оформляет содержательную часть проекта, формирует общую пояснительную записку, разрабатывает проектную документацию в соответствии с требованиями нормативно-технических документов	1	

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен
По дисциплине предусмотрен курсовая работа.

2. Показатели, критерии и шкалы оценивания компетенций

2.1 Показателем оценивания компетенций на этапе их формирования при изучении дисциплины является уровень их освоения.

Индикатор освоения компетенции	Показатель оценивания	Критерий оценивания
УК-1.1-Знает методики поиска, сбора и обработки информации, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает общую теорию систем и сетей передачи данных, основные термины теории связи; принципы и основные закономерности обработки, передачи и приёма различных сигналов в телекоммуникационных системах.	На защите курсовой работы и экзамене демонстрирует уверенные знания в области систем и сетей передачи данных, поясняет основные термины теории связи; рассказывает принципы и основные закономерности обработки, передачи и приёма различных сигналов в телекоммуникационных системах.
УК-1.2-Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, системный подход для решения поставленных задач	Умеет находить математические модели сигналов, каналов связи. Умеет применять системный подход при построении схемы системы связи.	Выполняет лабораторные работы самостоятельно, используя техническую и учебную документация
УК-1.3-Владеет методами поиска, сбора и обработки информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач.	Владеет методами поиска, сбора и обработки информации по курсу теория связи, методикой системного подхода для решения поставленных задач	Выполняет лабораторные работы, сдает отчеты по практическим занятиям, защищает курсовую работу.
ПК-1.1 Знает теоретические основы электросвязи и инфокоммуникационных технологий, основы построения взаимосвязанных телекоммуникационных и компьютерных сетей	Знает теоретические основы электросвязи и инфокоммуникационных технологий	На защите курсовой работы и экзамене не испытывает затруднений при ответе на вопросы
ПК-6.1 Знает принципы построения, систем связи, телекоммуникационных систем различного типа, производит обоснованный выбор	Знает назначение, состав, принцип работы систем связи с различными технологиями	На защите курсовой работы и экзамене не испытывает затруднений при ответе на вопросы

информационных технологий по проекту, сравнительный анализ вариантов, подготавливает схему организации связи		
ПК-6.2 Умеет использовать современные информационно-коммуникационные технологии, в том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования, разрабатывать и представлять презентационные материалы по проекту	Умеет пользоваться различным специализированным программным обеспечением, включая САПР, для реализации схем организации связи	Демонстрирует схемы организации связи телекоммуникационной системы, выполненную с использованием специализированного программного обеспечения
ПК-7.2. Работает с текстовыми редакторами, графическими программами, оформляет содержательную часть проекта, формирует общую пояснительную записку, разрабатывает проектную документацию в соответствии с требованиями нормативно-технических документов	Владеет текстовыми редакторами, графическими программами, оформляет содержательную часть проекта	Курсовая работа оформлена в соответствии с существующими требованиями, структура проекта логична и соответствует техническому заданию, проект оформлен с применением компьютерной техники, с использованием текстовых и графических редакторов

Шкала оценивания.

Курсовая работа

5-балльная шкала	Критериоценки
«отлично»	Работа сдана в установленные сроки, выполнен в соответствии с заданием, оформление соответствует требованиям, в работе допущены единичные ошибки, студент уверенно ориентируется в материале проекта, уверенно и аргументировано комментирует принятые решения и расчеты
«хорошо»	Работа сдана в установленные сроки, выполнен в соответствии с заданием, оформление имеет незначительные отклонения от требований, в проекте допущено не более четырех ошибок, студент достаточно уверенно ориентируется в материале проекта, аргументировано комментирует принятые решения и расчеты
«удовлетворительно»	Работа сдана позже установленных сроков, допущены незначительные отклонения от задания, оформление имеет существенные отклонения от требований, в проекте допущено более пяти ошибок, студент не уверенно ориентируется в материале проекта, слабо аргументирует и комментирует принятые решения и расчеты
«неудовлетворительно»	Работа выполнена не в соответствии с заданием, оформление не соответствует требованиям, в проекте допущены множественные ошибки, студент не ориентируется в материале

Экзамен

5-балльная шкала	Критерии оценки
«отлично»	На экзаменационные вопросы даны полные аргументированные ответы. Студент демонстрирует сформированность

	дисциплинарных компетенций на итоговом уровне, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала по разделам дисциплины: структурная схема связи, теория сигналов, спектральный анализ, корреляционный анализ, импульсная модуляция, каналы связи, полосовая модуляция, технологии систем связи. Студент усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при выполнении заданий.
«хорошо»	На экзаменационные вопросы даны полные аргументированные ответы, но с замечаниями преподавателя. Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на среднем уровне: структурная схема связи, теория сигналов, спектральный анализ, корреляционный анализ, импульсная модуляция, каналы связи, полосовая модуляция, технологии систем связи. Допущены ошибки при решении задач
«удовлетворительно»	На экзаменационные вопросы даны ответы со слабой аргументацией, преподаватель задал множество наводящих вопросов. Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на базовом уровне: в ходе выполнения практических заданий, решения задач допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, по некоторым дисциплинарным разделам, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и по тематике: структурная схема связи, теория сигналов, спектральный анализ, корреляционный анализ, импульсная модуляция, каналы связи, полосовая модуляция, технологии систем связи.
«неудовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на уровне ниже порогового, проявляется недостаточность знаний. Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний по темам дисциплины, отсутствуют навыки решения задач.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания по дисциплине

3.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие формы и методы текущего контроля

Тема и/или раздел	Формы/методы текущего контроля успеваемости
УК-1.1-Знает методики поиска, сбора и обработки информации, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
Общая теория сигналов	Конспект лекций Курсовая работа Лабораторные работы
Теория случайных сигналов	Практическое занятие Лабораторные работы
Спектральный анализ сигналов	Практическое занятие

	Лабораторные работы
Корреляционный анализ сигналов	Практическое занятие Курсовая работа
Системы с низкочастотной модуляцией	Практическое занятие Лабораторные работы
УК-1.2-Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации, системный подход для решения поставленных задач	
Общая теория сигналов	Конспект лекций Курсовая работа Лабораторные работы
Теория случайных сигналов	Практическое занятие Лабораторные работы
Спектральный анализ сигналов	Практическое занятие Лабораторные работы
Корреляционный анализ сигналов	Практическое занятие Курсовая работа
Системы с низкочастотной модуляцией	Практическое занятие Лабораторные работы
УК-1.3-Владеет методами поиска, сбора и обработки информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач.	
Общая теория сигналов	Конспект лекций Курсовая работа Лабораторные работы
Теория случайных сигналов	Практическое занятие Лабораторные работы
Спектральный анализ сигналов	Практическое занятие Лабораторные работы
Корреляционный анализ сигналов	Практическое занятие Курсовая работа
Системы с низкочастотной модуляцией	Практическое занятие Лабораторные работы
ПК-1.1 Знает теоретические основы электросвязи и инфокоммуникационных технологий, основы построения взаимосвязанных телекоммуникационных и компьютерных сетей	
Общая теория сигналов	Конспект лекций Курсовая работа Лабораторные работы
Теория случайных сигналов	Практическое занятие Лабораторные работы
Системы с низкочастотной модуляцией	Курсовая работа Практическое занятие Лабораторные работы
Цифровая полосовая модуляция	Практическое занятие Лабораторные работы
ПК-6.1 Знает принципы построения, систем связи, телекоммуникационных систем различного типа, производит обоснованный выбор информационных технологий по проекту, сравнительный анализ вариантов, подготавливает схему организации связи	
Построение передатчиков и приемников	Курсовая работа Лабораторные работы
Технологии современных систем связи	Курсовая работа Практическое занятие Лабораторные работы
ПК-6.2 Умеет использовать современные информационно-коммуникационные технологии, в	

том числе специализированное программное обеспечение для решения задач проектирования, разрабатывать и представлять презентационные материалы по проекту	
Построение передатчиков и приемников	Курсовая работа Лабораторные работы
Технологии современных систем связи	Курсовая работа Практическое занятие Лабораторные работы
ПК-7.2. Работает с текстовыми редакторами, графическими программами, оформляет содержательную часть проекта, формирует общую пояснительную записку, разрабатывает проектную документацию в соответствии с требованиями нормативно-технических документов	
Построение передатчиков и приемников	Курсовая работа Лабораторные работы

3.2. Типовые материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Пример конспекта лекций

Классификация сигналов

Детерминированные и случайные сигналы

Детерминированные сигналы описываются заданной функцией времени, значение которой в любой момент времени известно.

Случайные сигналы представляют собой хаотические функции времени. Для описания случайных сигналов используют вероятностный подход, при котором сигналы рассматриваются как случайные процессы.

Выбор математической модели конкретного сигнала можно осуществить на основе анализа его временной диаграммы. Например, из двух сигналов, изображенных на рис. 1, сигнал (а) можно условно отнести к детерминированным сигналам, а сигнал (б) – к случайным.

Случайный сигнал отображает случайное физическое явление или физический процесс, причем зарегистрированный в единичном наблюдении сигнал не воспроизводится при повторных наблюдениях и не может быть описан явной математической зависимостью. При регистрации случайного сигнала реализуется только один из возможных вариантов (исходов) случайного процесса, а достаточно полное и точное описание процесса в целом можно произвести только после многократного повторения наблюдений и вычисления определенных статистических характеристик ансамбля реализаций сигнала. В качестве основных статистических характеристик случайных сигналов принимают:

- а) закон распределения вероятности нахождения величины сигнала в определенном интервале значений;
- б) спектральное распределение мощности сигнала.

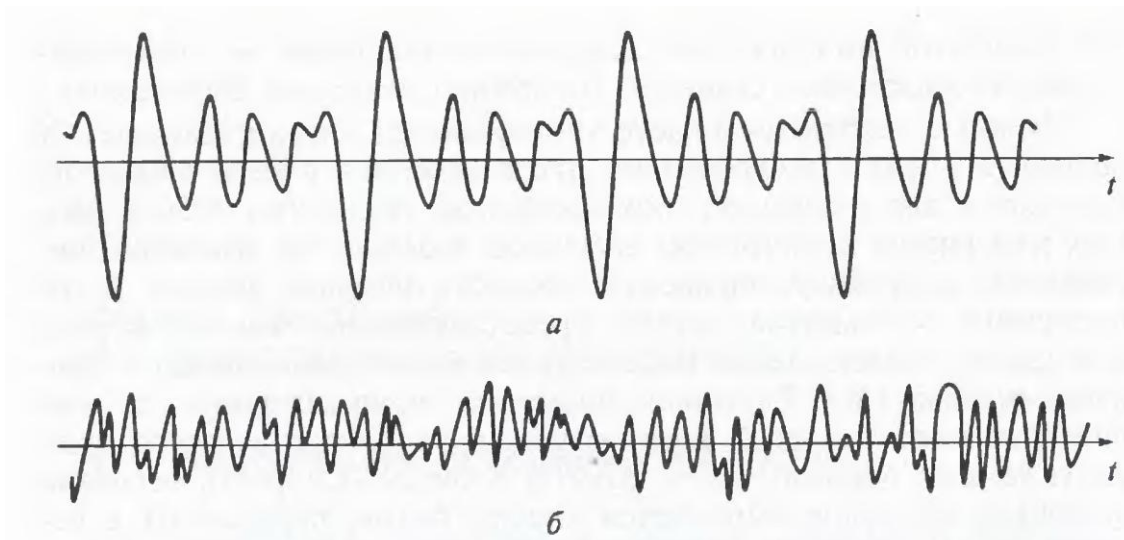


Рис. 1. Аналоговые сигналы на выходе микрофона: а – сигнал гласного звука; б – сигнал согласного звука

Любой сигнал, несущий в себе информацию, должен быть обязательно случайным. Детерминированные сигналы, являющиеся полностью известными, информации не переносят.

Реальные сигналы всегда являются в какой-то мере случайными. Во-первых, сигнал искажается в цепях радиопередатчика и радиоприемника. Эти искажения обусловлены несовершенством цепей, отличием их характеристик от идеальных. Во-вторых, сигнал подвергается воздействию различного рода посторонних помех, мешающих приему полезного сигнала. Поэтому в приемнике обычно учитывают случайный характер принятого сигнала и производят его обработку с целью подавления помехи и выделения полезного сигнала.

Рассмотрение реальных сигналов как детерминированных во многих случаях является оправданным. Оно позволяет получить более ясное представление о свойствах и характеристиках реальных сигналов. Кроме того, проведенные на основе такого рассмотрения расчеты дают количественные результаты, которые могут быть использованы для оценки характеристик реальных сигналов. Методы анализа детерминированных сигналов пригодны для решения многих практических задач.

Периодические и непериодические сигналы.

Детерминированные сигналы делят на периодические и непериодические.

Периодические сигналы характеризуются следующим свойством:

$$s(t) = s(t + nT), \quad n = \pm 1, \pm 2, \dots$$

здесь T – период сигнала; величина $f = 1/T$ – частота повторения сигнала; $\omega = 2\pi f$ – круговая частота.

К непериодическим сигналам относят все сигналы, не удовлетворяющие условию (1.1).

Цифровой сигнал (см. рис. 2), имеющий вид нерегулярной последовательности прямоугольных импульсов, также относят к непериодическим сигналам.

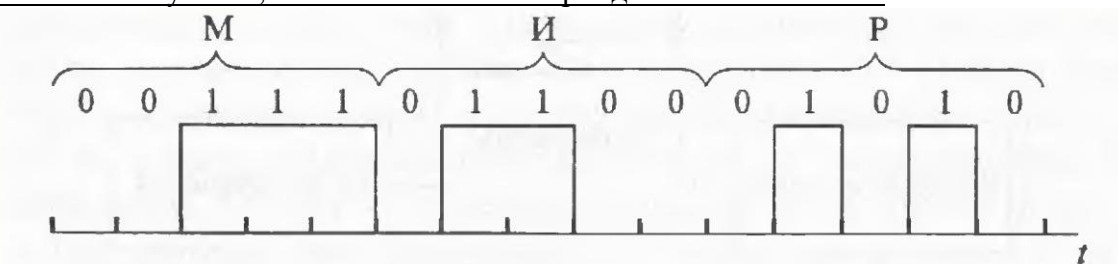


Рис. 2 – Цифровой сигнал

Сигналы также подразделяются на одномерные и многомерные.

Одномерным называется сигнал, который описывается одной функцией времени.

Примером такого сигнала является напряжение на зажимах цепи или ток в ветви.

Многомерным (векторным) называется сигнал, образованный некоторым упорядоченным множеством одномерных сигналов $U(t) = \{U_1(t), U_2(t), \dots, U_N(t)\}$, где N – размерность сигнала. Примером такого сигнала может служить картинка (двумерный сигнал) или последовательность посылок на выходе кодера.

Пример задания на практическое занятие

Расчет спектров детерминированных сигналов

1 Цель работы: Освоение методики расчета спектров детерминированных сигналов. Приобретение навыков спектрального анализа периодических и непериодических сигналов.

2 Подготовка к работе:

2.1 Изучить теоретический материал по теме «Построение сетей электросвязи»

2.2 Изучить теоретический материал по теме «Современная электрическая связь».

3 Задание:

3.1 Найти и построить спектры периодических цифровых сигналов, которые будут передаваться по компьютерному кабелю и представляют собой электрические импульсы, изображённые на рис. 1.5. Для определения спектра – набора гармоник в составе сигнала, необходимо представить сигнал в виде ряда Фурье. На рис. 1.5 по варианту дан вид линейного кода. Необходимо для цифрового потока данных нарисовать сигнал во временной области в виде импульсов, амплитуда импульсов – величина напряжения $A = U_m$, значение можно выбрать любое из диапазона от 3 до 5 Вольт. Значение длительности тактового интервала T_b выбрать из диапазона от 0.001 до 0.01 мкс.

Последовательность действий:

1) Найти по графику период сигнала T , определить сколько в нем содержится интервалов T_b и исходя из этого найти значение T .

1) Записать на интервале T сигнал в виде формулы (функции $s(t)$)

2) Вычислить коэффициенты $a_0, a_n, b_n, n = 1, 2, \dots, 10$, тригонометрического (вещественного) ряда Фурье.

3) Вычислить коэффициенты $A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$

4) Построить амплитудный спектр сигнала, т.е. отобразить коэффициенты A_n в виде спектральных линий. По оси абсцисс указать значения содержащихся в сигнале частот в Гц.

5) Вычислить коэффициенты $|C_n|$ комплексного ряда Фурье

Построить амплитудный спектр сигнала при комплексном разложении в ряд Фурье. По оси абсцисс указать значения содержащихся в сигнале частот в Гц.

3.2 Найти и построить спектральную плотность сигналов

Вариант	Тип сигнала	Параметры
---------	-------------	-----------

1	Сигнал с модуляцией PAM4	Амплитуды $A_n = n \cdot 0.5$, где $n = 1, 2, 3, 4$, нач. фазы радиоимпульсов $\varphi_0 = 0$, частота несущей $f_0 = 100$ ТГц, длительность 1 радиоимпульса 100 периодов несущей
2	Сигнал с модуляцией BPSK	Амплитуда $A = 3$, нач. фазы радиоимпульсов: $\varphi_1 = 0$, $\varphi_2 = \pi$, частота несущей $f_0 = 2100$ МГц, длительность 1 радиоимпульса 100 периодов несущей
3	Сигнал с модуляцией QAM-8	Амплитуды и нач. фазы радиоимпульсов: $A_1 = 0.5$, $\varphi_1 = \pi / 4$, $A_2 = 1$, $\varphi_2 = 3\pi / 4$, $A_3 = 0.5$, $\varphi_3 = 5\pi / 4$, частота несущей $f_0 = 1800$ МГц, длительность 1 радиоимпульса 100 периодов несущей
4	Сигнал с модуляцией QPSK	Амплитуда $A = 4.5$, нач. фазы радиоимпульсов $\varphi_1 = \pi / 4$, $\varphi_2 = 3\pi / 4$, $\varphi_3 = 5\pi / 4$, $\varphi_4 = 7\pi / 4$ частота несущей $f_0 = 5.86$ ГГц, длительность 1 радиоимпульса 100 периодов несущей

Последовательность действий:

- 1) Нарисовать сигнальное созвездие сигнала и его временную диаграмму
- 2) Записать сигнал в виде формулы (функции $s(t)$) как последовательности радиоимпульсов, имеющих длительность $100T$, где T – период несущего колебания)
- 3) Записать выражение для вычисления спектральной плотности сигнала через интегральное преобразование Фурье $G(\omega)$.

Построить график функции: зависимость модуля $|G(2\pi f)|$ от f . Диапазон частот f задать от

$f_0 - 2\Delta f$ до $f_0 + 2\Delta f$, где $\Delta f = \frac{1}{100T}$ – ширина спектра сигнала.

ПК-1 Способен к проведению профилактических работ на оборудовании связи

Пример задания по лабораторной работе:

Цель работы: Изучение процессов временной дискретизации аналоговых сигналов и их последующего восстановления с помощью фильтра нижних частот (ФНЧ).

Домашняя подготовка к лабораторной работе: По учебникам, конспекту лекций изучить соответствующий содержанию работы раздел «Дискретизация и восстановление сигналов».

Задание 1.

1.1 Снять АЧХ фильтров ФНЧ₁ и ФНЧ₂. Перевести переключатели Switch1 и Switch2 в верхнее положение, для этого дважды щёлкнуть мышкой по переключателю Switch2 и с выхода блока Sine Wave подать на входы фильтров гармонический сигнал амплитудой 1 В с частотой,

меняющейся в пределах от 2 до 26 кГц с шагом 2 кГц. Амплитуду выходного сигнала измерять с помощью осциллографов OutContSignal1 и OutContSignal2.

Построить графики АЧХ для каждого из фильтров, определить их частоты среза и оценить степень близости их АЧХ к АЧХ идеального ФНЧ.

1.2. Исследовать процесс дискретизации и восстановления радиоимпульсов длительностью 0,8 мс с несущей частотой, равной 10 кГц (параметр Frequency блока Sine Wave). Для этого:

1.2.1. Сформировать на выходе генератора импульс длительностью 0,8 мс (параметр Period блока Pulse Generator), установить фазу гармонического колебания равной 0 (параметр Phase блока Sine Wave), перевести переключатель Switch1 в верхнее положение. Установить частоту дискретизации 40 кГц. Наблюдать на экранах осциллографов OutContSignal1 и OutContSignal2 осциллограммы исходного, дискретизированного и восстановленного сигналов. Нажать на кнопку «Построить Графики» и изучить графики спектра непрерывного и дискретного сигнала. Все графики привести в отчёте.

1.2.2. Исследовать процесс дискретизации и восстановления непрерывного сигнала

при частоте дискретизации 20 кГц.

1.2.3. Провести исследования при частоте дискретизации 10 кГц. Объяснить полученные результаты, сформулировать рекомендации по выбору частоты дискретизации.

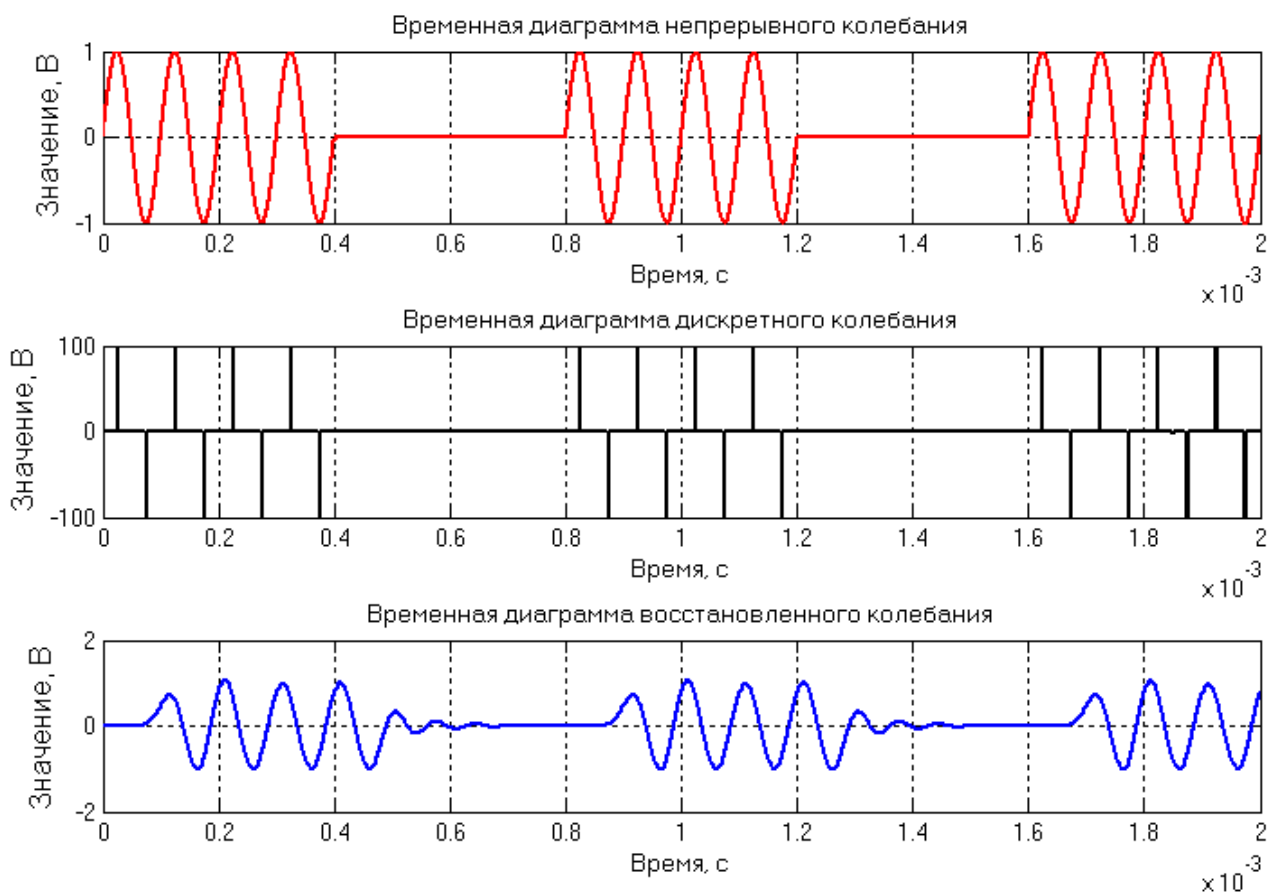


Рисунок 3 – Графики временных процессов

Цели работы: Исследование автокорреляционных функций стационарных случайных процессов, изучение методов аппаратного корреляционного анализа стационарных случайных процессов

Задание 1.

1.1 В соответствии с вариантом скопировать аудиофайл в свою рабочую папку. Прослушайте аудиофайл и убедитесь в том, что имеющийся сигнал содержит в себе эхо-искажение.

1.2 Импортировать аудиофайл с помощью функции wavread или audioread.

1.3 Прослушайте сигнал с помощью функции sound.

1.4 Построить график сигнала в интервале 0.01 секунды.

1.5 С помощью цифрового фильтра попробуйте устранить из аудио сигнала мешающее искажение в виде эха. α принять равным 0.5, d задать произвольно. Сделайте вывод об успешности или неудаче.

```
s_filtered = filter(1, [1 zeros(1,d-1) alpha], y);
```

1.6 Построить функцию автокорреляции для своего сигнала. Определить значение максимума и соответствующее ему по оси абсцисс значение τ_x .

1.7 Определить d – порядковый номер элемента (отсчета) в векторе τ , соответствующий τ_x .

Дополнительное задание. Разработать методику, алгоритм автоматического нахождения максимума среди всех значений функции корреляции, заданных массивом (вектором значений в MATLAB), а также соответствующее максимуму значение τ_x .

1.8 С помощью цифрового фильтра, используя найденный с помощью функции корреляции параметр d , устранить из аудио сигнала мешающее искажение в виде эха.

1.9 Прослушайте отфильтрованный сигнал, оцените на слух эффективность проделанной методики по устранению эха.

1.10 Измените значение d с шагом, указанным в таблице. Снова пропустите сигнал через фильтр и оцените на слух результат

Таблица 1

Параметр d в фильтре	$d-10$	$d-1$	d	$d+2$	$d+5$
Оценка на слух по 10-ти бальной шкале					

Задание 2. Соотнести схему модели с рисунком 1, определить какие блоки отвечают за вычисление значений функции кросс-корреляции. Схему модели добавить в отчет.

Выставить в блоках Информационный сигнал «1», Информационный сигнал «0», во всех 4 блоках «Длительность сигнала», в обоих блоках «Эталон сигнал...» параметры в соответствии с вариантом. При необходимости измените длительность симуляции (поле сверху посередине). Длительность сигнала задается в количестве его периодов, которое отображается на осциллографе Scope.

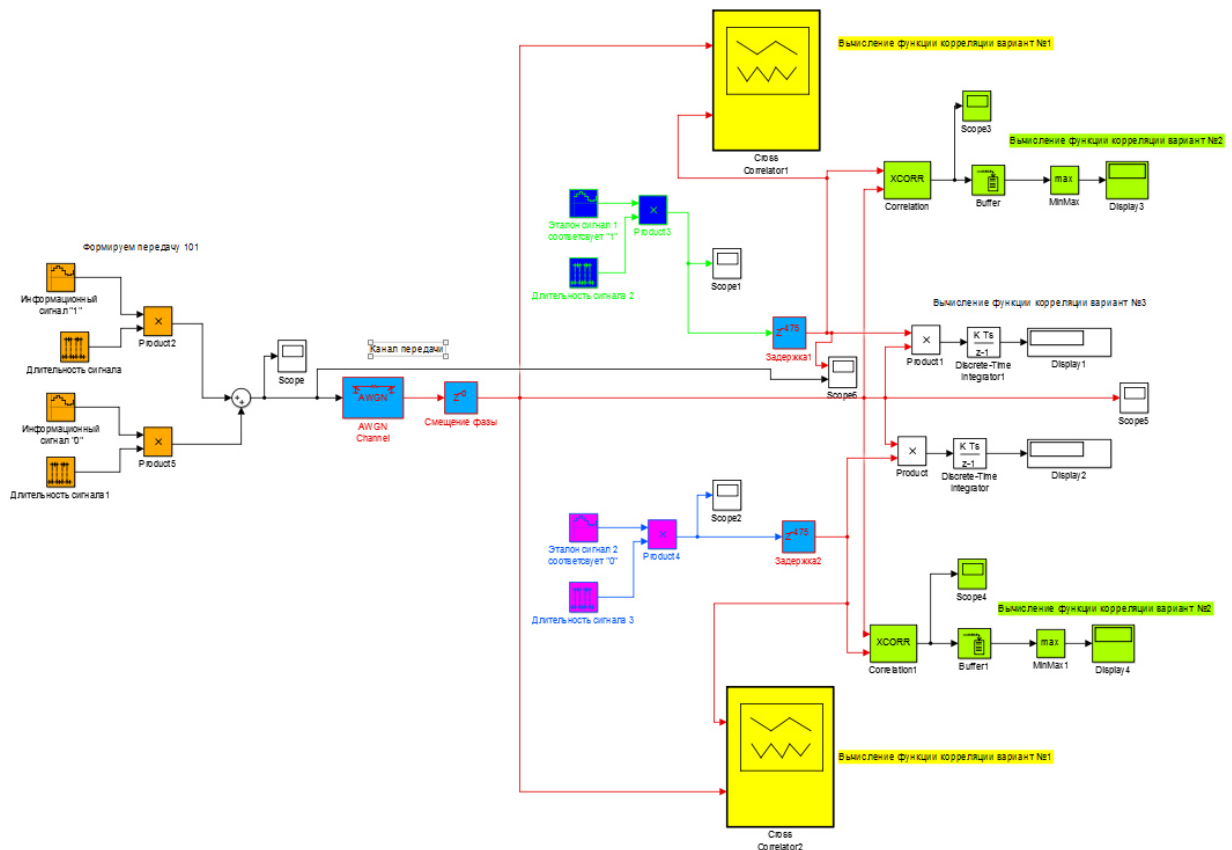


Рисунок 1 – Структурная схема корреляционного приемника при задаче различения сигналов

Посмотреть на осциллографе вид передаваемого сигнала для «1» и «0». Посмотреть в блоке Информационный сигнал «1» какие выставлены параметры передаваемого сигнала. Аналогично посмотреть параметры в блоке Информационный сигнал «0», найти отличия. Ответить письменно на вопрос, почему сигнал задан со случайной фазой, что таким образом учитывается в модели системы связи.

ПК-7 Способен к разработке проектной документации на объект, (систему) связи, телекоммуникационную систему

Задание на курсовую работу.

В соответствии с исходными данными и требованиями студент должен, руководствуясь полученными им в процессе изучения дисциплины знаниями и умениями, литературными материалами и рекомендациями настоящих указаний, выполнить следующие действия.

1. Распределить относительную среднеквадратичную ошибку входных преобразований на четыре составляющих: вызванной ограничением мгновенных значений исходного непрерывного процесса, вызванной временной дискретизацией, квантования исходного непрерывного процесса и искажений сообщения, вызванных действием помех.

2. Используя составляющие ошибки рассчитать допустимый уровень амплитудного ограничения входного сообщения, допустимое значение частоты дискретизации, допустимое число уровней квантования и разрядность двоичного кода, представляющего сообщение в цифровой форме, энтропию сообщения и производительность источника.

3. Рассчитать пропускную способность дискретного бинарного канала с заданным значением вероятности ошибочного приема символа с предположением независимости передачи

разных символов информационного кода. Сравнить полученное значение со значением производительности источника и объяснить причины несовпадения результатов.

4. С учётом заданного вида модуляции сигнала определить его параметры, характеризующие форму, и требуемое значение полосы пропускания приёмного устройства.

5. Рассчитать допустимое значение вероятности ошибки воспроизведения разряда двоичного кода, исходя из заданного значения.

6. По полученному значению вероятности ошибки по формулам потенциальной помехоустойчивости найти минимальное значение отношения мощностей сигнала и помехи, необходимое для обеспечения допустимого искажения кода за счёт действия помех.

7. Сформировать и привести в пояснительной записке функциональные схемы оптимального и квазиоптимального приёмных устройств, обеспечивающих при заданных условиях наилучшее качество приема сигнала выбранной формы при заданном виде модуляции.

8. Рассчитать требуемое отношение средней мощности исходного непрерывного сигнала к средней мощности шума в полосе сообщения, обеспечивающее пропускную способность канала связи, равную производительности источника сообщения.

9. Произвести расчет параметров OFDM-сигнала, построить функциональные схемы передающей и приемной части системы передачи с ортогональным частотным мультиплексированием.

10. Сформировать сложные сигналы, используя технологию прямой последовательности для расширения спектра DSSS (англ. Direct Sequence Spread Spectrum). Рассчитать требуемое значение полосы приёмника при использовании сложного сигнала.

В заключение студент должен разработать подробную функциональную схему передающей и приёмной частей системы передачи информации, привести её в пояснительной записке вместе с осциллограммами процессов в ключевых точках системы.

3.3 Типовые материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Курсовая работа имеет целью закрепить навыки анализа системы передачи непрерывных сообщений цифровыми методами, расчёта характеристик помехоустойчивости и других показателей качества передачи информации по каналам связи с помехами.

Основная задача курсовой работы – закрепление навыков расчёта характеристик системы передачи непрерывных сообщений цифровыми сигналами. Кроме того, в процессе её выполнения студенты должны продолжить знакомство с учебной и монографической литературой по теории электрической связи, закрепить навыки выполнения технических расчётов с использованием вычислительных устройств, закрепить навыки по разработке проектной документации на систему связи.

Тема курсовой работы: Построение цифровой системы передачи информации

Типовые вопросы и задания к экзамену:

1. Основные термины «информация», «сообщение», «сигнал», «система электросвязи», «линия связи», «канал связи».
2. Преимущества цифровых систем передачи перед аналоговыми.
3. Виды сигналов: узкополосные, широкополосные, сложные. Параметры сигналов. База сигнала.
4. Структурная схема цифровой системы связи, назначение каждого из ее элементов.
5. Помехи в канале связи, виды источников помех, классификация видов помех, примеры. Повышение помехоустойчивости канала связи.

6. Классификация сигналов с примерами, отличие в математическом описании различных видов сигналов.
 7. Энергия и мощность сигналов, понятие энергетических и мощностных сигналов. Взаимная энергия ортогональных сигналов.
 8. Классификация способов представления сигналов. Обобщенный ряд Фурье.
 9. Ортогональность сигналов. Ортонормированный базис. Примеры использования ортогональных сигналов в системах связи.
 10. Понятие спектра сигнала. Спектральный анализ периодических сигналов.
 11. Понятие спектра сигнала. Спектральный анализ непериодических сигналов.
 12. Понятие спектра сигнала. Амплитудный спектр последовательности прямоугольных импульсов, меандрового сигнала, пилообразного сигнала.
 13. Понятие спектра сигнала. Спектр одиночного прямоугольного импульса, одиночного меандрового импульса, пилообразного сигнала, радиоимпульса.
 14. Спектральная плотность энергии и мощности. Теорема Парсевала.
 15. Понятие эффективной (практической) ширины спектра. Критерии ее определения.
 16. Теоремы о спектрах. Связь длительности импульса с шириной спектра.
 17. Автокорреляционная функция детерминированного сигнала, ее свойства.
- Коэффициент корреляции.
18. Функция корреляции кодов Баркера, M-последовательностей.
 19. Взаимно корреляционная функция двух сигналов, ее свойства. Пример функции взаимной корреляции для двух выбранных сигналов.
 20. Корреляционная функция случайных сигналов. Связь спектральной плотности мощности и корреляционной функции случайного процесса.
 21. Применение корреляционной функции в системах связи.
 22. Представление сигнала как случайного процесса. Основные понятия, примеры.
- Описание случайного процесса (функции, моменты).
23. Понятие квазидетерминированного процесса. Примеры, области возникновения.
 24. Законы распределения случайных процессов. Примеры их использования.
 25. Понятие стационарных случайных процессов. Примеры стационарных сигналов, области их возникновения.
 26. Виды шумов. Белый шум. Понятие, особенности, области возникновения.
 27. Структурная схема проводной системы связи (при низкочастотной модуляции).
 28. Теорема Котельникова. Причины возникновения погрешностей восстановления сигнала. Спектр дискретного сигнала.
 29. Демодуляция/детектирование низкочастотного сигнала (как последовательности видеоимпульсов), пороговый приёмник.
 30. Методы повышения помехоустойчивости систем передачи сигналов.
 31. Понятие пропускной способности. Теорема Шеннона-Хартли.
 32. Понятие цифровой модуляции, ее необходимость.
 33. Базовые виды цифровой модуляции, их сравнение и область применения. Понятие битовой и символьной скоростей.
 34. Классификация видов цифровой модуляции.
 35. Модуляция M-ASK, принцип формирования M-ASK сигнала. Диаграмма созвездий M-ASK сигнала.
 36. Модуляция BPSK. Область применения. Диаграмма созвездий BPSK сигнала.
 37. Модуляция QPSK. Область применения. Диаграмма созвездий QPSK.
 38. Модуляция DBPSK. Область применения. Диаграмма созвездий DBPSK.
 39. Модуляция DQPSK. Область применения. Диаграмма созвездий DQPSK.
 40. Модуляция QAM. Диаграмма созвездий QAM-4, QAM-8, QAM-16.
 41. Сравнение различных цифровых видов модуляции. Адаптивная модуляция.
 42. Структурная схема передатчика сигналов с полосовой модуляцией. Назначение элементов.

43. Структурная схема системы связи с квадратурным модулятором. Baseband модулятор.
44. Корреляционный приемник. Структурная схема. Когерентный и некогерентный прием сигналов.
45. Технология OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing). Достоинства и недостатки. Области применения.
46. Структурная схема системы связи с технологией OFDM. Назначение IFFT (ОБПФ).
47. Технология расширения спектра DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum). Достоинства и недостатки. Области применения.
48. Структурная схема системы связи с технологией расширения спектра DSSS. Принцип формирования шумоподобного сигнала.

Типовые практические задания (задачи) к экзамену:

Разложить в ряд Фурье периодическую последовательность прямоугольных видеоимпульсов с известными параметрами $T_{и} = 10 \text{ мс}$, $\tau_{и} = 1 \text{ мс}$, $U = 2 \text{ В}$. Построить амплитудный спектр при разложении в тригонометрический ряд Фурье.

Банк контрольных вопросов, заданий и иных материалов, используемых в процессе процедур текущего контроля и промежуточной аттестации находится в учебно-методическом комплексе дисциплины и/или представлен в электронной информационно-образовательной среде по URI:<http://www.aup.uisi.ru>.

3.1. Методические материалы проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Перечень методических материалов для подготовки к текущему контролю и промежуточной аттестации:

1. Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Общая теория связи». –URL: <http://aup.uisi.ru/5067991/>
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Общая теория связи». –URL: <http://aup.uisi.ru/5067993/>
3. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Общая теория связи». –URL: <http://aup.uisi.ru/5067995/>