

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и  
системы связи,  
утвержденной директором РУТ (МИИТ)  
Игольниковым Б.В.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **Общая теория связи**

Направление подготовки: 11.03.02                      Инфокоммуникационные  
технологии и системы связи

Направленность (профиль): Системы мобильной связи и сетевые  
технологии на транспорте

Форма обучения:    Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 167783  
Подписал: руководитель образовательной программы  
Киселёва Анастасия Сергеевна  
Дата: 27.12.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Общая теория связи» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями самостоятельно утвержденного образовательного стандарта высшего образования (СУОС) по направлению подготовки бакалавриата «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных закономерностей передачи информации в инфокоммуникационных системах;
- основных видов сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенностей передачи различных сигналов по каналам телекоммуникационных систем, а также ознакомление студентов с современными методами анализа и синтеза систем передачи информации в условиях мешающих воздействий.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-12** - Способен осуществлять руководство группой специалистов по приему заявок на техническую поддержку инфокоммуникационных систем и/или их составляющих.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- состав и назначение элементов обобщенной схемы передачи информации;
- основные виды и типы систем передачи информации;
- методы временного и частотного описания сигналов;
- основные виды и способы модуляции несущих колебаний;
- типы источников информации и каналов связи;
- способы решения задачи помехоустойчивого приема сигналов; - принципы помехоустойчивого и статистического кодирования и типы кодов, способы их описания, построения и области применения.

### **Уметь:**

- выбирать способы модуляции, кодирования, приёма, демодуляции сигналов и других преобразований в соответствии с характеристиками каналов связи (уровнем помех, статистикой ошибок);
- оценивать эффективность систем передачи информации, скорости и вероятности передачи сообщений.

**Владеть:**

- методами построения модемов, кодирующих и декодирующих устройств, аналого-цифровых, цифро-аналоговых и других преобразователей сигналов;
- принципами синтеза оптимальных фильтров.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	80	80
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	48	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 64 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

## 4. Содержание дисциплины (модуля).

### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p><b>Введение</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- передача информации в системах управления железнодорожным транспортом. Основные определения;</li><li>- обобщенная схема системы передачи информации: источник информации, преобразование информации в сигнал, кодирование информации, модуляция, линия связи, помехи, приём сигналов, демодуляция, декодирование, представление информации получателю;</li><li>- реализация систем передачи информации: телефонная и телеграфная связь, радиосвязь, телевидение, громкоговорящая связь;</li><li>- передача информации по рельсовым цепям;</li><li>- основные характеристики системы связи: помехоустойчивость, помехозащищенность, пропускная способность, электромагнитная совместимость, разрешающая способность, точность, скрытность.</li></ul> <p>1.4 Методы решения задачи оптимизации систем передачи информации</p>
2	<p><b>Основы теории сигналов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- сигналы в системах связи и их параметры. Разложение сигнала по ортогональным функциям. Преобразование Фурье. Спектры типичных сигналов. Спектры периодических и непериодических функций;</li><li>- случайные сигналы, функции распределения вероятностей и характеристические функции. Числовые характеристики случайных сигналов. Энергетический спектр случайного сигнала, корреляционный анализ. Флуктуационные помехи и белый шум;</li><li>- временная и амплитудная базы сигнала. Объем сигнала;</li><li>- дискретное представление аналоговых сигналов. Теорема Котельникова. Погрешности восстановления аналогового сигнала. Влияние частоты дискретизации на точность восстановления;</li><li>- амплитудное квантование сигналов. Теоремы амплитудного квантования случайных сигналов. Аналого-цифровые преобразователи сигналов. Формы цифрового представления сигналов.</li></ul>
3	<p><b>Основы теории информации</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- определение основных понятий: информация, мера информации по Шеннону, энтропия, единицы измерения количества информации. Свойства энтропии, максимум энтропии, энтропия бинарной системы. Условная энтропия. Энтропия сложных сообщений. Взаимная информация. Энтропия непрерывного сообщения;</li><li>- характеристики источников информации: информационная ёмкость, избыточность, производительность источника;</li><li>- характеристики канала связи: скорость передачи, пропускная способность, объем;</li><li>- пропускная способность канала связи без шумов (первая теорема Шеннона);</li><li>- статистическое кодирование, кодирование методами Шеннона-Фано и Хафмена. Пропускная способность дискретного канала с шумами;</li><li>- пропускная способность непрерывного канала связи с шумами (вторая теорема Шеннона);</li></ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- объём сигнала и канала. Сравнение дискретного и непрерывного каналов связи по пропускной способности.
4	<p><b>Элементы теории кодирования</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- кодирование информации. Задачи кодирования, типы кодов, кодовое представление сигналов. Простейшие коды: двоичные, двоично-десятичные, самодополняющиеся, рефлексные, код Грея;</li> <li>- помехоустойчивое кодирование. Теоретические основы помехоустойчивого кодирования. Принципы построения и возможности кодов. Классификация помехоустойчивых кодов. Код с удвоением элементов, код с четным числом единиц, инверсный код Бауэра;</li> <li>- блочные линейные корректирующие коды: групповые коды, код Хемминга, циклические коды. Коды БЧХ.</li> <li>Рекуррентные коды: сверточные коды, код Финка-Хагельберга, алгоритм Витерби.</li> <li>Арифметические коды;</li> <li>- применение помехоустойчивых кодов в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи.</li> </ul>
5	<p><b>Модуляция и демодуляция сигналов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задачи преобразования сигналов при передаче информации по каналам связи;</li> <li>- модуляция как управление параметрами сигнала-переносчика информационными сигналами;</li> <li>- виды несущего колебания: гармоническое, импульсное и широкополосное, и модуляции его параметров. Виды модуляции и манипуляции. Комбинированные виды модуляции. КАМ-модуляция;</li> <li>- цифровые виды модуляции. Импульсно-кодовая и дельта-модуляция;</li> <li>- алгоритмы преобразований сигналов при различных видах модуляции;</li> <li>- спектры сигналов при различных видах модуляции;</li> <li>- демодуляция, как восстановление переданных сообщений.</li> </ul>
6	<p><b>Оптимальный прием сигналов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- потенциальная помехоустойчивость и задачи оптимального приема сигналов.</li> <li>- апостериорные вероятности приема сигналов и отношение правдоподобия;</li> <li>- оптимальная обработка сигналов в бинарных каналах. Критерии оптимальности: Байеса, Котельникова.</li> <li>- оптимальный прием детерминированных сигналов, идеальный приёмник. Оптимальный прием не полностью известных сигналов, приём радиоимпульсов с неизвестной начальной фазой, прием сигналов с неизвестным временем прихода, некогерентная обработка принимаемых сигналов.</li> <li>Помехоустойчивость дискретных сигналов со случайными параметрами;</li> <li>- корреляционный прием и согласованная фильтрация сигналов.</li> <li>Согласованный фильтр для прямоугольного видеоимпульса, радиоимпульса. Дискретные и цифровые согласованные фильтры. Квазиоптимальная фильтрация;</li> <li>- приём непрерывных сообщений, потенциальная помехоустойчивость разных видов модуляции.</li> </ul>
7	<p><b>Способы повышения верности передачи информации по каналам с помехами</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повышение верности передачи;</li> <li>- задача повышения верности передачи информации; - классифицирование методов повышения верности;</li> <li>- многократная передача информации;</li> <li>- передача по параллельным каналам связи;</li> <li>- системы с обратной связью: решающей (РОС) и информационной (ИОС);</li> <li>- косвенные методы повышения верности - отказ от регистрации сигнала при снижении качества канала связи;</li> <li>- применение сложных сигналов. Виды и характеристики сложных сигналов.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Фазоманипулированные сигналы. Коды Баркера, М-последовательности, многофазные сигналы. Формирование, приём и обработка сложных сигналов; - возможности сжатия информации. Статистическое кодирование. Особенности сжатия речевых сигналов и изображений.
8	<b>Многоканальные системы передачи информации</b> Рассматриваемые вопросы: - методы формирования и разделения групповых сигналов: частотные, фазовые, временные и по форме; - многоканальные системы связи: частотные; временные; с разделением по форме сигнала (асинхронно-адресные системы связи).

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Основы Теории сигналов</b> Рассматриваемые вопросы: - аналого-цифровое преобразование сигналов; - дискретизация, амплитудное квантование, кодирование, определение параметров.
2	<b>Основы теории информации</b> Рассматриваемые вопросы: - источники информации и определение их параметров; - каналные коды. Статистическое кодирование. Помехоустойчивое кодирование; - принципы построения, параметры и возможности кодов; - классификация помехоустойчивых кодов.
3	<b>Модуляция и демодуляция сигналов</b> Рассматриваемые вопросы: - виды несущего колебания и модуляции его параметров; - виды модуляции и манипуляции; - комбинированные виды модуляции; - КАМ-модуляция; - цифровые виды модуляции.
4	<b>Устройства и системы передачи информации</b> Рассматриваемые вопросы: - исследование преобразователей непрерывных величин в двоичный код.
5	<b>Устройства и системы передачи информации</b> Рассматриваемые вопросы: - исследование спектров импульсных модулированных сигналов.
6	<b>Помехоустойчивое кодирование</b> Рассматриваемые вопросы: - исследование системы связи с временным разделением каналов и времяимпульсной модуляцией. - принципы временного уплотнения АИМ-сигналов в системе с временным разделением каналов (ВРК); - принципы частотного в системе с частотным разделением каналов (ЧРК); - принципы кодового в системе с кодовым разделением каналов (КРК).

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
7	Передача и прием дискретных сообщений Рассматриваемые вопросы: - исследование сверточного кодирования и порогового кодирования.
8	Передача и прием дискретных сообщений Рассматриваемые вопросы: - исследование помехустойчивости кода с проверкой на четность и циклического кода.
9	Передача и прием дискретных сообщений Рассматриваемые вопросы: - биортогональные коды.
10	Передача и прием дискретных сообщений Рассматриваемые вопросы: - импульсно-кодовая модуляция; - дифференциально-импульсно-кодовая модуляция; - исследование систем с дельта-модуляцией.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы
2	Работа со справочной и специальной литературой
3	Подготовка к лекциям и практическим занятиям
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Курсовая работа на тему: "Система передачи аналоговой информации с АЦП". Вариант задания выбирается согласно приложенным методическим указаниям

Исходные данные:

№

задан. Источник

сообщений Передающее устройство Канал

связи Приемное

устройство ЦАП

$P_g$ , В<sup>2</sup> ?, мс<sup>-1</sup> ?Способ передачи Частота, МГц  $N_0$ , мВт?с  $h_2$

$f_0$  ( $f_2$ )  $f_1$

- 1 1,0 13 1,5 ДАМ 60 0,0001 14,5 КО 0,1  
 2 1,5 14 2,0 ДЧМ 61 62,5 0,001 8,5 НО 0,12  
 3 2,0 15 2,5 ДОФМ 62 0,0028 4,3 СФ 0,14  
 4 2,5 16 3,0 ДАМ 63 0,0002 15,0 НО 0,16  
 5 3,0 17 3,5 ДЧМ 64 65,5 0,0011 9,0 КО 0,18  
 6 3,5 18 3,5 ДОФМ 65 0,0029 5,2 СП 0,2  
 7 1,2 29 3,0 ДАМ 66 0,0003 15,5 КО 0,09  
 8 2,7 30 2,5 ДЧМ 67 68,8 0,0012 9,5 НО 0,11  
 9 2,2 31 2,0 ДОФМ 68 0,003 4,6 СФ 0,13  
 10 2,7 32 1,5 ДАМ 69 0,0004 16,0 НО 0,15

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Васюков, В. Н. Общая теория связи : учебник / В. Н. Васюков. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 580 с. — ISBN 978-5-7782-3010-1.	<a href="https://e.lanbook.com/book/118258">https://e.lanbook.com/book/118258</a>
2	Васюков, В. Н. Общая теория связи : учебное пособие / В. Н. Васюков. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 72 с. — ISBN 978-5-7782-2625-8.	<a href="https://e.lanbook.com/book/118250">https://e.lanbook.com/book/118250</a>

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://window.edu.ru>);

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);

Поисковые системы «Яндекс» для доступа к тематическим информационным ресурсам;

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» — <http://e.lanbook.com/>;

Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru) — <http://ibooks.ru/>;

Электронно-библиотечная система «УМЦ» — <http://www.umczdt.ru/>;

Электронно-библиотечная система «Intermedia» – <http://www.intermediapublishing.ru/>;

Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» – <http://www.book.ru/>;

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <http://www.znanium.com/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Программное обеспечение для выполнения практических заданий включает в себя программные продукты общего применения: операционную систему Windows, Microsoft Office 2003 и выше, Браузер Internet Explorer 8.0 и выше с установленным Adobe Flash Player версии 10.3 и выше, Adobe Acrobat.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сети INTERNET.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Компьютерный класс. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сети INTERNET

4. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; компьютеры с минимальными требованиями.

Технические требования к оборудованию для осуществления учебного процесса с использованием дистанционных образовательных технологий:

колонки, наушники или встроенный динамик (для участия в аудиоконференции);

микрофон или гарнитура (для участия в аудиоконференции);

веб-камеры (для участия в видеоконференции);

для ведущего: компьютер с процессором Intel Core 2 Duo от 2 ГГц (или аналог) и выше, от 2 Гб свободной оперативной памяти.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 4 семестре.

Экзамен в 4 семестре.

#### 10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

И.П. Кнышев

Согласовано:

Руководитель образовательной  
программы

А.С. Киселёва

Председатель учебно-методической  
комиссии

Д.В. Паринов