

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,  
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»  
(СПбГУТ)**

Кафедра \_\_\_\_\_ Теоретических основ телекоммуникаций \_\_\_\_\_  
(полное наименование кафедры)



Регистрационный № 24.09/202-Д

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория электрической связи

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки / специальности)

бакалавр

(квалификация)

Оптические и проводные системы и сети связи

(направленность / профиль образовательной программы)

очная форма, заочная форма

(форма обучения)

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности) подготовки «11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 930, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Теория электрической связи» является:

Целью преподавания дисциплины «Теория электрической связи» является изложение основных закономерностей обмена информацией на расстоянии, обработки, эффективной передачи и помехоустойчивого приёма в технических и естественных системах различного назначения и формирования фундаментальных знаний основ теории детерминированных и случайных аналоговых и цифровых сигналов и систем их преобразования, основ построения современных систем формирования, обработки и передачи сигналов, методов аналоговой и цифровой модуляции сигналов для каналов с помехами в том числе оптических, принципов и методов многоканальной передачи, хранения, распределения и приема дискретных и непрерывных сообщений, методов повышения энергетической и спектральной эффективности систем инфотелекоммуникаций базирующихся на фундаментальной теории временного, спектрального и корреляционного анализа сигналов, в том числе в оптическом диапазоне, способствовать развитию творческих способностей студентов, умению формулировать и решать задачи оптимизации систем связи, умению творчески применять и самостоятельно повышать свои знания в области инфотелекоммуникаций, фотоники и оптоинформатики.

Эта цель достигается путем решения следующих(ей) задач(и):

Эта цель достигается путем решения следующих задач: Проведением лекций, практических занятий и лабораторных работ на высоком научном и методическом уровне и овладения студентами современными фундаментальными знаниями и методами анализа и синтеза систем передачи и приёма аналоговых и цифровых сообщений в условиях мешающих воздействий, овладеть фундаментальными знаниями в области современных цифровых методов мобильных инфотелекоммуникаций и обеспечения планируемых результатов по освоению выпускником целевых установок, приобретению знаний, умений, навыков, компетенций и компетентностей, определяемых личностными, общественными, государственными потребностями и возможностями обучающегося в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Теория электрической связи» Б1.В.11 является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана подготовки бакалавриата по направлению «11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Изучение дисциплины «Теория электрической связи» опирается на знания дисциплин(ы) «Высшая математика»; «Дискретная математика»; «Теоретические основы электротехники»; «Физические основы электроники».

## **3. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции
1	ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
2	ПК-22	Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ

#### Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

ОПК-1.1	Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации
ОПК-1.2	Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера
ОПК-1.3	Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач
ПК-22.1	Знает нормативно-правовые нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем), строительство объектов связи
ПК-22.2	Знает принципы построения технического задания при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации
ПК-22.3	Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта
ПК-22.4	Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки проектной документации

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

##### Очная форма обучения

Таблица 3

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			4
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ	108	108
<b>Контактная работа с обучающимися</b>		52.25	52.25
в том числе:			
Лекции		20	20
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Лабораторные работы (ЛР)		14	14
Защита контрольной работы			-
Защита курсовой работы		2	2
Защита курсового проекта			-
Промежуточная аттестация		0.25	0.25
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СРС)</b>		55.75	55.75
в том числе:			
Курсовая работа		20	20
Курсовой проект			-

И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала	27.75	27.75
Подготовка к промежуточной аттестации	8	8
<b>Вид промежуточной аттестации</b>		Зачет

#### Заочная форма обучения

Таблица 4

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры		
			ус5	5	6
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ	108	6	37	65
<b>Контактная работа с обучающимися</b>		12.25	6	4	2.25
в том числе:					
Лекции		4	4	-	-
Практические занятия (ПЗ)		4	-	4	-
Лабораторные работы (ЛР)		2	2	-	-
Защита контрольной работы			-	-	-
Защита курсовой работы		2	-	-	2
Защита курсового проекта			-	-	-
Промежуточная аттестация		0.25	-	-	0.25
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СРС)</b>		91.75	-	33	58.75
в том числе:					
Курсовая работа		20	-	-	20
Курсовой проект			-	-	-
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала		71.75	-	33	38.75
Подготовка к промежуточной аттестации		4	-	-	4
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			-	-	Зачет

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	№ семестра		
			очная	очно-заочная	заочная

1	Раздел 1. Общие сведения о системах электросвязи	<p>Понятие информации, сообщения, сигнала. Модель системы передачи информации. Классификация сигналов в каналах связи. Исторические даты в истории связи и телекоммуникаций. ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Телеграфный трёхрегистровый код МТК-2. Методы системного анализа телекоммуникаций. Временной и частотный анализ. Вероятностные подходы в построении и оптимизации систем связи. Статистическая теория обнаружения сигналов и оценки их параметров. Теория информации и кодирования. Сообщение и сигналы Радиотехнические цепи и сигналы: аналоговые, квантованные, дискретные, цифровые. Модель процесса коммуникации. Эталонная модель взаимодействия открытых систем (OpenSystemInterconnect - OSI). Основные преобразования информационных сигналов в цифровой связи. Форматирование: знаковое кодирование, дискретизация, квантование, ИКМ. Передача видеосигналов: NRZ, самосинхронизирующиеся форматы, фазовое кодирование, структура системы передачи информации, Классификация каналов передачи информации.</p>	4		5
2	Раздел 2. Спектры периодических и непериодических сигналов. Преобразование Фурье	<p>Векторные модели сигналов. Обобщенный ряд Фурье. Векторное представление сигнала. Понятие базиса, нормы, скалярного произведения сигналов, ортогональности сигналов, ортонормированного базиса сигналов. Алгебраическая структура пространства сигналов. Геометрическая структура пространства сигналов. Норма сигнала. Энергия сигнала. Метрика пространства сигналов. Скалярное произведение сигналов. Базисные сигналы. Обобщенный ряд Фурье. Спектры периодических сигналов. Формы спектрального представления периодического сигнала. Спектры периодических сигналов линейчатые и дискретные. Спектры непериодических сигналов. Модель непериодического сигнала как предельного случая периодического сигнала, когда период повторения стремится к бесконечности. Физический смысл спектральной плотности сигнала. Математический и физический спектр непериодического сигнала. Прямое и обратное преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье.</p>	4		5

3	Раздел 3. Спектрально-корреляционный анализ детерминированных сигналов в инфотелекоммуникации.	Аналитический сигнал. Квадратурный и сопряженный сигналы. Преобразование Гильберта. Спектральная плотность аналитического сигнала. Преобразование Гильберта во временной области. Преобразование Гильберта во частотной области. Преобразование Гильберта для гармонических сигналов. Понятие узкополосного сигнала. Формирование комплексной огибающей полосового сигнала. Распределение энергии в спектре непериодического сигнала. Равенство Парсеваля и обобщенная формула Рэлея. Энергетический спектр сигнала. Распределение энергии в спектре вещественного непериодического сигнала. Эффективная ширина спектра сигнала. Корреляционные модели детерминированных сигналов. Автокорреляционная функция вещественного сигнала (АКФ) и ее свойства. Связь АКФ сигнала с его энергетическим спектром. АКФ периодического вещественного сигнала. Свертка сигналов. Сигнал на выходе линейной системы. Частотная характеристика линейной системы. Свертка двух сигналов во временной и частотной области. Соотношение между сверткой и корреляцией.	4		5
4	Раздел 4. Дискретные сигналы в радиотехнике и телекоммуникации. Спектры дискретных сигналов. Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы БПФ.	Дискретизация аналогового сигнала. Теорема Котельникова. Дискретное преобразование Фурье. Дискретизация по времени и квантование по уровню. Структура и разрядность АЦП. Шум квантования. Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ), широтно-импульсная модуляция (ШИМ), время-импульсная модуляция (ВИМ), импульсно-кодированная модуляция (ИКМ). Математическая модель дискретизированного сигнала. Теорема Котельникова. Обобщенный ряд Фурье по системе базисных (ортогональных) функций Котельникова (ряд Котельникова) Восстановление аналогового сигнала по дискретным отсчетам. Спектральная плотность базисных функций Котельникова. Спектр дискретизированного сигнала. Преобразование Фурье для дискретизированного сигнала. Эффект наложения при дискретизации - элайсинг. Спектр дискретизированного сигнала при произвольной форме дискретизирующих импульсов, отличных от дельта-функций. Модель дискретного сигнала в частотной области. Дискретное преобразование Фурье. Поворачивающие множители и их свойства. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Алгоритмы БПФ с прореживанием по времени. Алгоритмы БПФ с прореживанием по частоте. Применение БПФ для вычисления свертки.	4		5

5	Раздел 5. Модуляция сигналов в радиотехнике и телекоммуникации.	Виды аналоговой модуляции: амплитудная модуляция, угловая модуляция( ЧМ, ФМ, ОФМ), мгновенная полная фаза, мгновенная частота. Временные и векторные диаграммы модулированных сигналов. Спектры модулированных сигналов. Демодуляция АМ сигнала. Амплитудное детектирование, квадратичное детектирование (нелинейное преобразование в режиме малого сигнала). Балансная модуляция сигналов и подавление несущего сигнала. Универсальный квадратурный модулятор. Формирование комплексной огибающей (Baseband signal). Цифровая модуляция сигналов. Сигналы с дискретной амплитудной модуляцией. Дискретная частотная модуляция сигналов. Дискретная фазовая модуляция сигналов. Дискретная квадратурная модуляция сигналов. Технологии и виды цифровой модуляции в современных системах связи. Цифровая бинарная модуляция: один символ - один бит. Сигнальные созвездия, фазовая плоскость синфазной I и квадратурной Q компонент. Цифровая квадратурная модуляция КАМ 16: один символ - 4 бита в той же полосе частот. Код Грея. Решетчатая модуляция. Сигнальные-кодовые конструкции цифровых сигналов. Помехоустойчивость различных видов модуляции.	4		5
6	Раздел 6. Математические модели случайных процессов. Прохождение случайных процессов через линейные цепи.	Случайные сигналы и их статистические характеристики: функция распределения вероятности, плотность распределения вероятности. Числовые характеристики закона распределения: математическое ожидание, дисперсия, автокорреляционная функция случайного процесса. Стационарные и эргодические сигналы. Сигналы с нормальным законом распределения вероятности мгновенных значений. Связь корреляции и независимости выборок из нормального случайного сигнала. Связь АКФ с энергетическим спектром случайного сигнала, теорема Винера - Хинчина, интервал корреляции, белый шум. Узкополосные случайные процессы, распределение огибающей и фазы узкополосного случайного процесса. Спектрально-корреляционный анализ прохождения случайных сигналов через линейные.	4		5



7	<p>Раздел 7.          Основы теории передачи информации. Информационные характеристики источников сообщений и каналов. Энтропия и количество информации.</p>	<p>Информационные характеристики источников дискретных сообщений. Модели источников дискретных сообщений. Свойства эргодических источников. Избыточность и производительность дискретного источника. Двоичный источник сообщений. Информационные характеристики дискретных каналов. Идеальные (без помех) и реальные (с помехами) каналы. Скорость передачи и пропускная способность канала. Двоичный и "м-ичный" канал. Информационные характеристики источников непрерывных сообщений. Дифференциальная энтропия. Энтропия равномерного распределения. Энтропия гауссовского белого шума. Эпсилон-энтропия независимых сообщений. Модели непрерывных каналов. Модели дискретных каналов. Сравнение пропускных способностей дискретных и непрерывных каналов. Теоремы кодирования Шеннона для каналов связи без помех и с помехами. Классификация источников сообщений и каналов. Три подхода к определению понятия "Количество информации": комбинаторный, вероятностный, алгоритмический. Количество информации как мера снятой неопределенности. Информационные характеристики источников сообщений: энтропия - мера неопределенности состояний источника сообщений в среднем. Мера неопределенности Р. Хартли и К. Шеннона. Свойства энтропии дискретного источника. Априорная (безусловная) энтропия. Апостериорная (условная) энтропия дискретного источника и ее свойства. Информационные характеристики каналов: максимальная скорость передачи информации (пропускная способность канала), коэффициент использования канала.</p>	4	5
8	<p>Раздел 8.          Основы теории эффективного кодирования дискретных сообщений (ДС). Кодирование источника ДС.</p>	<p>Классификация кодов. Эффективное оптимальное кодирование как способ согласования информационных характеристик источника и канала. Кодирование источников без памяти (символы сообщений независимы) и с памятью (символы коррелированные между собой). Кодирование без потерь и с потерями. Кодовое дерево, префиксные коды и неравенство Крафта, равномерное кодирование, статистическое кодирование: кодирование по методу Шеннона-Фано, кодирование по методу Хафмена, теорема Шеннона о кодировании источника независимых сообщений, условие оптимальности кодов. Словарное кодирование, алгоритм Лемпеля - Зива-Велча. Понятие об арифметическом кодировании.</p>	4	5
9	<p>Раздел 9.          Основы теории помехоустойчивого кодирования. Кодирование канала Блочные линейные коды.</p>	<p>Принципы корректирующего (помехоустойчивого) кодирования и декодирования с обнаружением и исправлением ошибок. Линейные систематические блочные коды. Код Хэмминга. Производящий полином, порождающая матрица. Проверочная матрица, фундаментальная матрица блочного линейного кода, понятие синдрома и синдромное декодирование блочных кодов.</p>	4	5

10	Раздел 10. Основы теории потенциальной помехоустойчивости приёма и принципы оптимального приёма дискретных и непрерывных сообщений.	Содержание и классификация задач оптимального приёма ДС. Оптимальный приём ДС в КС с детерминированной и стохастической структурой. Обнаружение и различение ДС. Критерии оптимального приёма ДС. Байесовский подход к оптимальному приему. Априорная и апостериорная вероятности, средний риск и отношение правдоподобия гипотез приема. Алгоритмы работы и структурные схемы оптимальных приёмников ДС в гауссовском КС. Синтез когерентного демодулятора ДС на фоне АБГШ. Согласованная фильтрация финитных во времени сигналов. Импульсная характеристика и передаточная функция согласованного фильтра.	4	5
----	--	--	---	---

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 6

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Цифровая обработка сигналов
2	Цифровые системы передачи

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 7

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семи-нары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Общие сведения о системах электросвязи	2	2	2		4	10
2	Раздел 2. Спектры периодических и непериодических сигналов. Преобразование Фурье	2	2	2		3	9
3	Раздел 3. Спектрально-корреляционный анализ детерминированных сигналов в инфотелекоммуникации.	2	2			3	7
4	Раздел 4. Дискретные сигналы в радиотехнике и телекоммуникации. Спектры дискретных сигналов. Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы БПФ.	2	2	2		2	8
5	Раздел 5. Модуляция сигналов в радиотехнике и телекоммуникации.	2	2	2		2	8
6	Раздел 6. Математические модели случайных процессов. Прохождение случайных процессов через линейные цепи.	2	2	2		2	8

7	Раздел 7. Основы теории передачи информации. Информационные характеристики источников сообщений и каналов. Энтропия и количество информации.	2				2	4
8	Раздел 8. Основы теории эффективного кодирования дискретных сообщений (ДС). Кодирование источника ДС.	2	2	2		2	8
9	Раздел 9. Основы теории помехоустойчивого кодирования. Кодирование канала Блочные линейные коды.	2		2		1.75	5.75
10	Раздел 10. Основы теории потенциальной помехоустойчивости приёма и принципы оптимального приёма дискретных и непрерывных сообщений.	2	2			6	10
Итого:		20	16	14	-	27.75	77.75

#### Заочная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семинары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Общие сведения о системах электросвязи	0.4	0.5	0.25		7	8.15
2	Раздел 2. Спектры периодических и непериодических сигналов. Преобразование Фурье	0.4	0.5	0.25		7	8.15
3	Раздел 3. Спектрально-корреляционный анализ детерминированных сигналов в инфотелекоммуникации.	0.4	0.5			6	6.9
4	Раздел 4. Дискретные сигналы в радиотехнике и телекоммуникации. Спектры дискретных сигналов. Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы БПФ.	0.4	0.5	0.25		6	7.15
5	Раздел 5. Модуляция сигналов в радиотехнике и телекоммуникации.	0.4	0.5	0.25		7	8.15
6	Раздел 6. Математические модели случайных процессов. Прохождение случайных процессов через линейные цепи.	0.4	0.5	0.3		8	9.2
7	Раздел 7. Основы теории передачи информации. Информационные характеристики источников сообщений и каналов. Энтропия и количество информации.	0.4				8	8.4

8	Раздел 8. Основы теории эффективного кодирования дискретных сообщений (ДС). Кодирование источника ДС.	0.4	0.5	0.3		8	9.2
9	Раздел 9. Основы теории помехоустойчивого кодирования. Кодирование канала Блочные линейные коды.	0.4		0.4		8	8.8
10	Раздел 10. Основы теории потенциальной помехоустойчивости приёма и принципы оптимального приёма дискретных и непрерывных сообщений.	0.4	0.5			6.75	7.65
Итого:		4	4	2	-	71.75	81.75

## 6. Лекции

Очная форма обучения

Таблица 9

№ п/п	Номер раздела	Тема лекции	Всего часов
1	1	Общие сведения о системах электросвязи	2
2	2	Спектры периодических и непериодических сигналов. Преобразование Фурье	2
3	3	Спектрально-корреляционный анализ детерминированных сигналов в инфотелекоммуникации.	2
4	4	Дискретные сигналы в радиотехнике и телекоммуникации. Спектры дискретных сигналов .Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы БПФ.	2
5	5	Модуляция сигналов в радиотехнике и телекоммуникации.	2
6	6	Математические модели случайных процессов. Прохождение случайных процессов через линейные цепи.	2
7	7	Основы теории передачи информации. Информационные характеристики источников сообщений и каналов.Энтропия и количество информации.	2
8	8	Основы теории эффективного кодирования дискретных сообщений (ДС). Кодирование источника ДС.	2
9	9	Основы теории помехоустойчивого кодирования. Кодирование канала Блочные линейные коды.	2
10	10	Основы теории потенциальной помехоустойчивости приёма и принципы оптимального приёма дискретных и непрерывных сообщений.	2
Итого:			20

## 7. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 10

№ п/п	Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	1	Знакомство с системами передачи дискретных сигналов	2

2	2	Сигналы и их спектры. Аналитический сигнал	2
3	4	Дискретизация и восстановление сигналов	2
4	5	Исследование сигналов с ФМ-4 (QPSK и OQPSK)	2
5	6	Прохождение случайных процессов через типовые функциональные устройства	2
6	8	Исследование сверточного кодирования, цифровой модуляции и сигнально кодовых конструкций	2
7	9	Исследование когерентных демодуляторов	2
Итого:			14

### Заочная форма обучения

Таблица 11

№ п/п	Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	1	Знакомство с системами передачи дискретных сигналов	0.25
2	2	Сигналы и их спектры. Аналитический сигнал	0.25
3	4	Дискретизация и восстановление сигналов	0.25
4	5	Исследование сигналов с ФМ-4 (QPSK и OQPSK)	0.25
5	6	Прохождение случайных процессов через типовые функциональные устройства	0.3
6	8	Исследование сверточного кодирования, цифровой модуляции и сигнально кодовых конструкций	0.3
7	9	Исследование когерентных демодуляторов	0.4
Итого:			2

## 8. Практические занятия (семинары)

### Очная форма обучения

Таблица 12

№ п/п	Номер раздела	Тема занятия	Всего часов
1	1	Расчет спектра периодических и спектральной плотности непериодических сигналов	2
2	2	Расчет циклической свертки дискретных сигналов. Расчет и моделирование АКФ дискретного сигнала.	2
3	3	Расчет спектра дискретного сигнала с использованием алгоритмов быстрого преобразования Фурье	2
4	4	Моделирование случайных сигналов и построение гистограммы распределения мгновенных значений	2
5	5	Расчет статистических характеристик случайных сигналов с гауссовым законом распределения вероятностей мгновенных значений	2
6	6	Расчет энтропии источника случайных сообщений и практическая разработка эффективных кодов Хаффмана, Шеннона -Фано, Лемпеля-Зива	2
7	8	Практическая реализация декодирования сверточного кода с использованием алгоритма Витерби	2
8	10	Расчет вероятности битовой ошибки при использовании цифровой модуляции	2
Итого:			16

№ п/п	Номер раздела	Тема занятия	Всего часов
1	1	Расчет спектра периодических и спектральной плотности непериодических сигналов	0.5
2	2	Расчет циклической свертки дискретных сигналов. Расчет и моделирование АКФ дискретного сигнала.	0.5
3	3	Расчет спектра дискретного сигнала с использованием алгоритмов быстрого преобразования Фурье	0.5
4	4	Моделирование случайных сигналов и построение гистограммы распределения мгновенных значений	0.5
5	5	Расчет статистических характеристик случайных сигналов с гауссовым законом распределения вероятностей мгновенных значений	0.5
6	6	Расчет энтропии источника случайных сообщений и практическая разработка эффективных кодов Хаффмана, Шеннона -Фано, Лемпеля-Зива	0.5
7	8	Практическая реализация декодирования сверточного кода с использованием алгоритма Витерби	0.5
8	10	Расчет вероятности битовой ошибки при использовании цифровой модуляции	0.5
Итого:			4

## 9. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Учебным планом предусмотрена курсовая работа.

### Подготовка к написанию курсовой работы.

Курсовая работа направлена на закрепление теоретических знаний путем решения конкретной практической задачи по изучаемой дисциплине.

Подбор литературы осуществляется студентом самостоятельно, с учетом рекомендованного перечня. Изучение литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, а также рекомендуемых источников к планам семинарских и практических занятий.

План курсовой работы должен состоять из введения, 3 глав и 2-4 вопросов (пунктов) в основной части, заключения, списка литературы и приложений. Формулировки пунктов плана определяются целевой направленностью работы, исходя из её задач.

В процессе написания курсовой работы студент должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

В установленные кафедрой сроки законченная курсовая работа представляется на проверку преподавателю. Преподаватель, проверив работу, может вернуть ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

№ п/п	Тема курсового проекта (работы)
-------	---------------------------------

1	Прохождение случайных процессов через типовые функциональные устройства
---	---

## 10. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 15

№ п/п	Номер раздела	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля	Всего часов
1	1	Подготовка к лабораторным занятиям	Отчет	4
2	2	Подготовка к практическим занятиям	Тест	3
3	3	Подготовка к практическим занятиям	Тест	3
4	4	Изучить структуру квадратурного формирователя модулирующих сигналов (Baseband signal)	Письменный отчет	2
5	5	Изучение базовых алгоритма БПФ по основанию 2	Тест, отчет	2
6	6	Изучить принципы ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM)	Тест	2
7	7	Подготовка к практическим занятиям		2
8	8	Изучить принципы временного, частотного и кодового уплотнения оптических каналов	Тест	2
9	9	Сравнение потенциальной помехоустойчивости дискретных видов модуляции	Тест	1.75
10	10	Подготовка к промежуточной аттестации	Зачет	6
Итого:				27.75

Заочная форма обучения

Таблица 16

№ п/п	Номер раздела	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля	Всего часов
1	1	Подготовка к лабораторным занятиям	Отчет	7
2	2	Подготовка к практическим занятиям	Тест	7
3	3	Подготовка к практическим занятиям	Тест	6
4	4	Изучить структуру квадратурного формирователя модулирующих сигналов (Baseband signal)	Письменный отчет	6
5	5	Изучение базовых алгоритма БПФ по основанию 2	Тест, отчет	7
6	6	Изучить принципы ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM)	Тест	8
7	7	Подготовка к практическим занятиям		8
8	8	Изучить принципы временного, частотного и кодового уплотнения оптических каналов	Тест	8
9	9	Сравнение потенциальной помехоустойчивости дискретных видов модуляции	Тест	8
10	10	Подготовка к промежуточной аттестации	Зачет	6.75
Итого:				71.75

## **11. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для самостоятельной работы по дисциплине рекомендовано следующее учебно-методическое обеспечение:

- Положение о самостоятельной работе студентов в Санкт-Петербургском государственном университете телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича;
- рекомендованная основная и дополнительная литература;
- конспект занятий по дисциплине;
- слайды-презентации и другой методический материал, используемый на занятиях;
- методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению (реферат, эссе, контрольная работа) ;
- фонды оценочных средств;
- методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов;
- методические рекомендации по подготовке и защите курсовой работы (проекта).

## **12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Фонд оценочных средств разрабатывается в соответствии с локальным актом университета "Положение о фонде оценочных средств" и является приложением (Приложение А) к рабочей программе дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценки сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

## **13. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### 12.1. Основная литература:

1. Биккенин, Р. Р.



- Теория электрической связи : учеб. пособие для вузов / Р. Р. Биккенин, М. Н. Чесноков ; рец.: И. Н. Оков, Е. Ю. Бутырский, П. Н. Сердюков. - М. : Академия, 2010. - 335 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Радиоэлектроника и телекоммуникации). - Библиогр.: с. 323-324. - ISBN 978-5-7695-6510-6 (в пер.) : 460.00 р. - Текст : непосредственный.
2. Аджемов, А. С.  
Общая теория связи : учебник / А. С. Аджемов, В. Г. Санников ; рец. А. С. Сигов [и др.]. - М. : Горячая линия-Телеком, 2018. - 624 с. - (Учебник для высших учебных заведений. Специальность). - ISBN 978-5-9912-0690-7 : 950.00 р. - Текст : непосредственный.
3. Акулиничев, Ю. П.  
Общая теория связи : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт. - Москва : ТУСУР, 2015. - 194 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/110309>. - Б. ц. Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки

#### 12.2. Дополнительная литература:

1. Кловский, Даниил Давыдович.  
Теория электрической связи : сборник задач и упражнений : учеб. пособие по спец. 23.05 "Автомат. электросвязь", 23.06 "Многоканал. электросвязь", 23.07 "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" / Д. Д. Кловский, В. А. Шилкин. - М. : Радио и связь, 1990. - 280 с. : ил. - Библиогр.: с. 280 (14 назв.). - ISBN 5-256-00675-4 : 0.95 р., 9.80 р. - Текст : непосредственный.
2. Теория электрической связи : учебник для вузов / А. Г. Зюко [и др.] ; ред. Д. Д. Кловский. - М. : Радио и связь, 1998. - 432 с. : ил. - ISBN 5-256-01288-6 : 52.50 р., 150.00 р. - Текст : непосредственный.
3. Сальников, Александр Прохорович.  
Теория электрической связи : конспект лекций / А. П. Сальников. - СПб. : Линк, 2007. - 270 с. : ил. - Библиогр. : с. 266. - ISBN 5-98595-009-3 : 205.00 р. - Текст : непосредственный. Есть автограф: Экз. У3619 : Сальников, Александр Прохорович
4. Куликов, Леонард Николаевич.  
Общая теория связи : [Электронный ресурс] : учебно - методическое пособие по выполнению курсовой работы / Л. Н. Куликов, М. Н. Москалец, П. П. Шумаков ; рец. Д. Л. Бураченко ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2016. - 103 с. : ил. - 1155.85 р.

#### **14. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- [www.sut.ru](http://www.sut.ru)
- [lib.spbgut.ru/jirbis2\\_spbgut](http://lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut)

## **15. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

15.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Google Chrome

15.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.ru>)
- ЭБС Лань (<https://e.lanbook.com/>)
- ЭБС СПбГУТ (<http://lib.spbgut.ru>)

## **16. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

15.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Теория электрической связи» является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Все задания, включая вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующего аудиторного занятия (лекции, практического занятия), что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и практических занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

15.2. Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета, как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект

является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

### 15.3. Подготовка к практическим занятиям

Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке пройденного материала (материала лекций, практических занятий), а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

Необходимо понимать, что невозможно во время аудиторных занятий изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов, и при изучении дисциплины недостаточно конспектов занятий. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

### 15.4. Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет. Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно,

- основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
  - работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
  - пользоваться реферативными и справочными материалами;
  - контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
  - обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
  - пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорам в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
  - использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»
  - повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
  - обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
  - использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### 15.5. Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

### 17. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 17

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий и лабораторий	Наименование оборудования
1	Лекционная аудитория	Аудио-видео комплекс
2	Аудитории для проведения групповых и практических занятий	Аудио-видео комплекс
3	Компьютерный класс	Персональные компьютеры
4	Аудитория для курсового и дипломного проектирования	Персональные компьютеры
5	Аудитория для самостоятельной работы	Компьютерная техника
6	Читальный зал	Персональные компьютеры

Лист изменений № 1 от 9 января 2020 г

Рабочая программа дисциплины  
**«Теория электрической связи»**

Код и наименование направления подготовки/специальности:  
**11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**  
 Направленность/профиль образовательной программы:

## **Интернет и гетерогенные сети**

---

Из п. 14.2 Информационно-справочные системы исключить с 08.01.2020 г.  
строку: ЭБС IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>)

Основание: прекращение контракта № 4784/19 от 25.01.2019 г. на  
предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

Внесенные изменения утверждаю:

Начальник УМУ \_\_\_\_\_ Л.А. Васильева