ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)

Кафедра Теории электрических цепей и связи
(полное наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор – проректор по учебной работе
_____ Г.М. Машков
«19» 06 2018 г.

Регистрационный №_18.09/653-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая теория связи
(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(код и наименование направления подготовки / специальности)

бакалавр
(квалификация)

Защищенные системы и сети связи
(направленность / профиль образовательной программы)

очная 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», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06.03.2015 № 174, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Общая теория связи» является:

изучение 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 потенциальной помехоустойчивости и оптимального приема сигналов в каналах с помехами, принципов и методов многоканальной передачи, хранения, распределения и приема дискретных и непрерывных сообщений, аналоговых и цифровых методов модуляции, методов повышения энергетической и спектральной эффективности систем электросвязи базирующихся на фундаменте теории информации, эффективного и помехоустойчивого кодирования, способствовать развитию творческих способностей студентов, умению формулировать и решать задачи оптимизации систем связи, умению творчески применять и самостоятельно повышать свои знания в области инфотелекоммуникаций.

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

Проведением лекций, практических занятий и лабораторных работ на высоком научном и методическом уровне и овладения студентами современными фундаментальные знания 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.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Общая теория связи» Б1.Б.12 является одной из дисциплин базовой части учебного плана подготовки бакалавриата по направлению «11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Исходный уровень знаний и умений, которыми должен обладать студент, приступая к изучению данной дисциплины, определяется изучением таких дисциплин, как«Информатика и основы алгоритмизации»; «Математика».

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенции, установленные ФГОС ВО

Таблица 1

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции

1	ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
2	ОПК-6	способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи
3	ПК-17	способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики

Планируемые результаты обучения

Таблица 2

Код компе-тенции	**знать**	**уметь**	**владеть**
ОК-7	методы самостоятельной организации труда и развития способностей и умений путем самообучения, самовоспитания, самоконтроля.	самостоятельно выбирать целевые функции и определять траектории достижения конечных результатов при изучении основ телекоммуникации и связи.	методами гигиены умственного труда и навыками эффективного использования временного ресурса при самостоятельном поиске и самостоятельном усвоении знаний в области инфокоммуникационных технологий и систем связи в том числе сиспользованием дистанционных технологий и машинного обучения.
ОПК-6	способы и методы инструментального измерения временных, спектральных, корреляционных и статистических характеристик детерминированных и случайных сигналов, основы векторных измерений модулированных сигналов и вероятности ошибки при приеме дискретных сигналов и сообщений.	использовать теоретические основы связи для оценки спектральной и энергетической эффективности систем связи и способы их повышения.	навыками практических измерений отношения сигнал/помеха и расчета вероятности ошибки в системах передачи цифровой информации, оценки спектральной и энергетической эффективности систем связи.

ПК-17	физические свойства сообщений, сигналов, помех и каналов связи, их основные виды и информационные характеристики;•принципы и основные закономерности обработки, передачи и приёма различных сигналов в телекоммуникационных системах .	получать математические модели сигналов, каналов связи и определять их параметры и характеристики; проводить математический анализ и синтез физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов.	методами моделирования сигналов и их преобразований при передаче информации по каналам связи ;навыками решения задач оптимизации сигналов и систем, приемами математического расчета статистических характеристик систем связи.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

Вид учебной работы		**Всего часов**	**Семестры**	
			3	4
Общая трудоемкость	7 ЗЕТ	252	108	144
Контактная работа с обучающимися		104.6	50.25	54.35
в том числе:				
Лекции		40	20	20
Практические занятия (ПЗ)		32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)		28	14	14
Защита контрольной работы			-	-
Защита курсовой работы		2	-	2
Защита курсового проекта			-	-
Промежуточная аттестация		2.6	0.25	2.35
Самостоятельная работа обучающихся (СРС)		113.75	57.75	56
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.		85.75	49.75	36
Подготовка к промежуточной аттестации		41.65	8	33.65
Вид промежуточной аттестации			Зачет	Экзамен

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины.

Таблица 4

№ п/п	**Наименование раздела (темы) дисциплины**	**Содержание раздела**	**№ семестра**		
			очная	**очно-заоч-ная**	**заоч-ная**

1	Раздел 1. Общие сведения о системах электросвязи	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. Форматы видеосигналов при передаче, самосинхронизирующиеся форматы, фазовое кодирование. Структура системы передачи информации, Классификация каналов передачи информац	3		
2	Раздел 2. Векторные и спектральные модели сигналов в инфотелекоммуникации	Векторные модели сигналов. 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. Типовые базисные сигналы. Обобщенный ряд Фурье.	3		
3	Раздел 3. Спектры периодических и непериодических сигналов. Преобразование Фурье	Спектры периодических сигналов. Формы спектрального представления периодического сигнала. Спектры периодических сигналов. Модель непериодического сигнала как предельного случая периодического сигнала , когда период повторения стремится к бесконечности. Спектры непериодических сигналов. Физический смысл спектральной плотности сигнала. Математический и физический спектр непериодического сигнала. Прямое и обратное преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье.	3		

4	Раздел 4. Спектрально-корреляционный анализ детерминированных сигналов в инфотелекоммуникации.	Энергетические модели сигналов. Корреляционные модели детерминированных сигналов. 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. Автокорреляционная функция вещественного сигнала (АКФ) и ее свойства. Связь АКФ сигнала с его энергетическим спектром. АКФ периодического вещественного сигнала. Сигнал на выходе линейной системы. Частотная характеристика линейной системы. Свертка двух сигналов во временной и частотной области. Соотношение между сверткой и корреляцией.	3		
5	Раздел 5. Концепция аналитического сигнала в радиотехнике и инфотелекоммуникации.	Аналитический сигнал и его спектр. Квадратурный и сопряженный сигналы. 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. Синфазный и квадратурный сигналы. Реализация полосовых сигналов и квадратурной обработки. Квадратурная обработка вещественных узкополосных сигналов для выделения огибающей амплитуд и начальной фазы.	3		
6	Раздел 6. Дискретные сигналы в радиотехнике и телекоммуникации	Дискретизация аналогового сигнала 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-кодовая 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 о дельта-функций.	3		

7	Раздел 7. Спектры дискретных сигналов. Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы БПФ.	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. Принципы ортогонального частотного мультиплексирования.	3		
8	Раздел 8. Модуляция сигналов в радиотехнике и телекоммуникации.	Общие сведения о модуляции. Принципы модуляции сигналов. . Несущий сигнал и информационный сигнал. Шкала частот гармонического несущего сигнала. Виды аналоговой модуляции: амплитудная модуляция, балансная модуляция, модуляция с подавлением несущей. Мгновенная полная фаза, мгновенная частота, угловая модуляция (ЧМ, ФМ, ОФМ). Временныеи векторные диаграммы модулированых сигналов. Спектры модулированных сигналов. Демодуляция АМ сигнала. Амплитудное детектирование, квадратичное детектирование (нелинейное преобразование в режиме малого сигнала). Универсальный квадратурный модулятор и демодулятор. Формирование комплексной огибающей квадратурным модулятором.	3		
9	Раздел 9. Принципы цифровой модуляции сигналов в инфотелекоммуникациях	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. Сигнальные созвездия, фазовая плоскость синфазной I и квадратурной Q компонент. Цифровая квадратурная модуляция. Код Грея. Решетчатая модуляция. Сигнальные-кодовые конструкции цифровых сигналов. Помехоустойчивость различных видов модуляции.	3		
10	Раздел 10. Спектральная и энергетическая эффективность систем телекоммуникаций.	Битрейт и частотный ресурс. Спектральная эффективность. МСИ в системах связи с цифровой модуляцией, глазковая диаграмма, способы устранения МСИ. Отношение сигнал помеха по мощности . Энергия бита и спектральная плотность мощности аддитивной помехи. Энергетическая эффективность систем телекоммуникаций, помехоустойчивость инфотелекоммуникационных систем с аналоговыми и цифровыми видами модуляции.	3		

11	Раздел 11. Анализ линейных, нелинейных и параметрических систем во временной и частотной области.	Временные и частотные характеристики линейных ситем. Импульсная характеристика и частотная передаточная функция, связь между ними. Принципы анализа линейных систем во временной области, свертка сигнала и импульсной характеристики. Принцип анализа линейных систем в частотной области. Спектральная плотность сигнала на выходе линейной системы.Нелинейные системы. Аппроксимация характеристик нелинейной системы. Перемножение сигналов и модуляция. Линейное и квадратичное детектирование огибающей. Параметрическое преобразование частоты, принцип гетеродинирования при приеме. +	4		
12	Раздел 12. Математические модели случайных процессов. Прохождение случайных процессов через линейные цепи.	Случайные сигналы и их статистические характеристики: функция распределения вероятности , плотность распределения вероятности. Числовые характеристикизакона 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		
13	Раздел 13. Информационные характеристики источников сообщений и каналов.Энтропия и количество информации.	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.	4		

14	Раздел 14. Основы теории передачи информации.	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.	4		
15	Раздел 15. Основы теории эффективного кодирования дискретных сообщений (ДС). Кодирование источника ДС.	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.	4		
16	Раздел 16. Основы теории помехоустойчивого кодирования. Кодирование канала Блочные линейные коды.	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.	4		

17	Раздел 17. Сверточные коды и декодер максимального правдоподобия.	Принципы работы сверточного кодера. Память кодера, кодовое ограничение, скорость кода, импульсная характеристика и ее связь с кодовым расстоянием и исправляющей способностью сверточного кода. Кодер как конечный автомат с памятью. Диаграмма состояний сверточного кодера, решетчатые диаграммы кодера. Декодирование сверточных кодов. Алгоритм декодирования по максимуму правдоподобия. Алгоритм декодирования Витерби.	4		
18	Раздел 18. Основы 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		
19	Раздел 19. Основы теории потенциальной помехоустойчивости приёма.	Особенности передачи и приёма ДС в каналах с помехами. Критерии оптимального приёма. Отношение сигнал помеха и вероятность ошибки при передаче ДС. Потенциальная помехоустойчивость систем передачи с различными видами модуляции.	4		
20	Раздел 20. Методы многоканальной передачи и распределения информации	Многопользовательская и многоканальная связь. Основы теории уплотнения и разделения сигналов в многоканальных системах связи. Многоканальная связь с временным, частотным, фазовым и кодовым уплотнением сигналов.Пространственное уплотнение и системы MIMO. Технология ортогонального частотного мультиплексирования. Принципы создания OFDM систем. Направления и перспективы эволюции технологий связи 5G.	4		

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 5

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Вычислительная и микропроцессорная техника
2	Интернет - протоколы, сервисы и услуги
3	Компьютерное моделирование и проектирование систем цифровой обработки сигналов
4	Математические основы помехоустойчивого кодирования
5	Метрология и техническое регулирование

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплин	Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семинары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Общие сведения о системах электросвязи	2		2		31	35
2	Раздел 2. Векторные и спектральные модели сигналов в инфотелекоммуникации	2	2			1	5
3	Раздел 3. Спектры периодических и непериодических сигналов. Преобразование Фурье	2		2		3	7
4	Раздел 4. Спектрально-корреляционный анализ детерминированных сигналов в инфотелекоммуникации.	2	4			4	10
5	Раздел 5. Концепция аналитического сигнала в радиотехнике и инфотелекоммуникации.	2		2		1.75	5.75
6	Раздел 6. Дискретные сигналы в радиотехнике и телекоммуникации	2	1	2		1	6
7	Раздел 7. Спектры дискретных сигналов. Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы БПФ.	2	1			5	8
8	Раздел 8. Модуляция сигналов в радиотехнике и телекоммуникации.	2	4	2		1	9
9	Раздел 9. Принципы цифровой модуляции сигналов в инфотелекоммуникациях	2	2	2		1	7
10	Раздел 10. Спектральная и энергетическая эффективность систем телекоммуникаций.	2	2	2		1	7
11	Раздел 11. Анализ линейных, нелинейных и параметрических систем во временной и частотной области.	2	2	2		28	34
12	Раздел 12. Математические модели случайных процессов. Прохождение случайных процессов через линейные цепи.	2	4	2		0.5	8.5
13	Раздел 13. Информационные характеристики источников сообщений и каналов.Энтропия и количество информации.	2				1	3
14	Раздел 14. Основы теории передачи информации.	2				0.5	2.5
15	Раздел 15. Основы теории эффективного кодирования дискретных сообщений (ДС). Кодирование источника ДС.	2	2			0.5	4.5

16	Раздел 16. Основы теории помехоустойчивого кодирования. Кодирование канала Блочные линейные коды.	2	2			0.5	4.5
17	Раздел 17. Сверточные коды и декодер максимального правдоподобия.	2	2	2		1	7
18	Раздел 18. Основы оптимального приёма дискретных и непрерывных сообщений.	2	2	6		0.5	10.5
19	Раздел 19. Основы теории потенциальной помехоустойчивости приёма.	2	2	2		0.5	6.5
20	Раздел 20. Методы многоканальной передачи и распределения информации	2				3	5
	Итого:	40	32	28	-	85.75	185.75

6. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 7

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	1	Знакомство с системами передачи дискретных сигналов	2
2	3	Сигналы и их спектры	2
3	5	Аналитический сигнал	2
4	6	Дискретизация и восстановление сигналов	2
5	8	Линейные виды модуляции	1
6	8	Модулированные сигналы	1
7	9	Исследование сигналов с ФМ-4 (QPSK и OQPSK)	2
8	10	Исследование сигналов КАМ 16	2
9	11	Законы распределения случайных процессов	2
10	12	Прохождение случайных процессов через типовые функциональные устройства	2
11	17	Исследование сверточного кодирования, цифровой модуляции и сигнально кодовых конструкций	2
12	18	Исследование когерентных демодуляторов	2
13	18	Исследование некогерентных демодуляторов	2
14	18	Согласованная фильтрация сигналов известной формы	2
15	19	Исследовние помехоустойчивости систем передачи дискретных сигналов	2
		Итого:	28

7. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование практических занятий (семинаров)	Всего часов
1	2	Расчет спектра периодических и спектральной плотности непериодических сигналов	2
2	4	Расчет и моделирование АКФ дискретного сигнала	1
3	4	Расчет мощностных, энергетических и корреляционных характеристик аналоговых и дискретных сигналов	1
4	4	Расчет циклической свертки дискретных сигналов	2
5	6	Расчет параметров и характеристик дискретизированных сигналов	1
6	7	Расчет спектра дискретного сигнала с использованием алгоритмов быстрого преобразования Фурье	1
7	8	Моделирование сигналов с амплитудной модуляцией во временной и частотной областях на персональных компьютерах	2
8	8	Расчет спектра однотонального ЧМ сигнала	2
9	9	Практический расчет параметров сигналов при квадратурной цифровой модуляции	2
10	10	Расчет вероятности ошибки приема бинарного сигнала с цифровой АМн.	2
11	11	Расчет характеристик сигналов на выходе линейной системы во временной и частотной области	2
12	12	Моделирование случайных сигналов и построение гистограммы распределения мгновенных значений	2
13	12	Расчет статистических характеристик случайных сигналов с гауссовым законом распределения вероятностей мгновенных значений	2
14	15	Расчет энтропии источника случайных сообщений и практическая разработка эффективных кодов Хаффмана, Шеннона -Фано, Лемпеля-Зива	2
15	16	Практическая реализация блочного корректирующего кода (7,4) и его синдромное декодирование	2
16	17	Практическая реализация декодирования сверточного кода с использованием алгоритма Витерби 2	2
17	18	Практический расчет порога обнаружения для байесовского критерия приема бинарных сигналов.	2
18	19	Расчет вероятности битовой ошибки при использовании цифровой модуляции	2
		Итого:	32

8. 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 возвратить ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Таблица 9

№ п/п	Тема курсового проекта (работы)
1	Расчет элементов цифровой системы связи

9. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 10

№ раздела дисципли-ны	Содержание СРС	Форма контроля	Всего часов
1	Подготовка к лабораторным занятиям	тестирование	14
1	Подготовка к практическим занятиям	тест	16
1	Форматирование сигналов в кодировке ASCII: формат NRZ, дифференциальный манчестерский.	Письменный отчет	1
2	Расчет нормы сигналов гармонического базиса.	тестирование	1
3	Изучение свойств преобразования Фурье вещественных и комплексных сигналов	тестирование	1
3	Моделирование и расчет спектральной плотности Т-финитных сигналов	Письменный отчет	2
4	Аналитический расчет и графическое построение АКФ дискретного сигнала	Письменный отчет	2
4	Расчет и моделирование энергетического спектра детерминированного сигнала с использованием обратного преобразования Фурье от АКФ	Письменный отчет	2
5	Расчет огибающей и фазы узкополосного сигнала с использованием преобразования Гильберта	Письменный отчет	1.75
6	Расчет интервала дискретизации и полосы антиэлайзингового фильтра	тестирование	1
7	Изучение базовых алгоритма БПФ по основанию 2	тестирование	1
7	Расчет БПФ с прореживанием по времени	Письменный отчет	2
7	Расчет БПФ с прореживанием по частоте	Письменный отчет	2
8	Изучить амплитудное и квадратичное детектирование АМ сигналов.	тестирование	1
9	Изучить структуру квадратурного формирователя модулирующих сигналов (Baseband signal)	тестирование	1

10	Изучить принцип формирования модулирующих сигналов при использовании КАМ при четном и нечетном числе символов	тестирование	1
11	Подготовка к лабораторным анятиям	тестирование	14
11	Подготовка к практическим занятиям	тест	14
12	Расчет дисперсии случайного сигнала на выходе линейного частотного фильтра спектральным методом анализа	Письменный отчет	0.5
13	Изучить порядок расчета энтропии источника непрерывного сигнала	Письменный отчет	0.5
13	Построение плотности распределения вероятности и функции распределения вероятности мгновенных значений случайного сигнала	Письменный отчет	0.5
14	Расчет пропускной способности канала передачи дискретных сигналов	Письменный отчет	0.5
15	Изучить порядок словарного эффективного кодирования на примере кодирования 2 байт символов ASCII	Письменный отчет	0.5
16	Разработать корректирующий линейный систематический блочный код (7,4) с использованием проверочной матрицы	Письменный отчет	0.5
17	Изучить порядок определения свободного расстояния сверточного кода путем сравнения путей на решетке кодирования	тестирование	0.5
17	Изучить порядок расчета метрик переходов на решетке декодирования по алгоритму максимального правдоподобия Витерби	Письменный отчет	0.5
18	Разработать модель согласованного фильтра для кода Баркера	Письменный отчет	0.5
19	Сравнение потенциальной помехоустойчивости дискретных видов модуляции	Письменный отчет	0.5
20	Изучить основы представления и математического описания каналов MIMO	тестирование	0.5
20	Изучить принцип временного уплотнения каналов	тестирование	0.5
20	Изучить принцип частотного уплотнения каналов	тестирование	0.5
20	Изучить принципы кодового уплотнения каналов	тестирование	0.5
20	Изучить принципы ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM)	тестирование	0.5
20	Изучить пространственно-временное блочное кодирование и схема Аламоути	тестирование	0.5
		Итого:	85.75

10. 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).

11. 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 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.

12. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоений дисциплины

12.1. Основная литература:

1. Биккенин, Р. Р. Теория электрической связи [Текст] : 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.

12.2. Дополнительная литература:

1. Сальников, Александр Прохорович. Теория электрической связи [Текст] : конспект лекций / А. П. Сальников. - СПб. : Линk, 2007. - 270 с. : ил. - Библиогр. :

с. 266. - ISBN 5-98595-009-3 : 205.00 р.
2. Куликов, Леонард Николаевич. Общая теория связи [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению курсовой работы / Л. Н. Куликов, М. Н. Москалец, М. Н. Чесноков ; рец.: Р. Р. Биккенин, Д. Л. Бураченко ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2012. - 80 с. : ил. - 67.46 р.
3. 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.
4. Акулиничев, Ю. П. Общая теория связи [Электронный ресурс] : учебное пособие / Акулиничев Ю. П. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. - 193 с. - Б. ц. Книга находится в Премиум-версии ЭБС IPRbooks.
5. Аджемов, А. С. Общая теория связи [Текст] : 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.
6. Григорьев, В. А. Теория электрической связи [Электронный ресурс] : конспект лекций / Григорьев В. А. - Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2012. - 150 с. - Б. ц. Книга находится в Премиум-версии ЭБС IPRbooks.

13. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- www.sut.ru
- lib.spbgut.ru/jirbis2_spbgut

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

14.1. Программное обеспечение дисциплины:

- Open Office
- Google Chrome

14.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (https://ibooks.ru)
- ЭБС IPRbooks (http://www.iprbookshop.ru)
- ЭБС Лань (https://e.lanbook.com/)
- ЭБС СПбГУТ (http://lib.spbgut.ru)

15. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

15.1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Важным условием успешного освоения дисциплины «Общая теория 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 информации 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, опорами 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).

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 11

№ 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