

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Кафедра _____ Радиосистем и обработки сигналов
(полное наименование кафедры)



Регистрационный №_20.04/586-Д

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Помехоустойчивость радиоэлектронных средств

(наименование дисциплины)

образовательная программа высшего образования

11.03.01 Радиотехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

бакалавр

(квалификация)

Радиотехнические системы

(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 «11.03.01 Радиотехника», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 931, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Помехоустойчивость радиоэлектронных средств» является:

Изучение бакалаврами особенностей помехоустойчивости (ПУ) радиоэлектронных средств (РЭС) в условиях обострения проблем электромагнитной совместимости и особенностям ПУ многопозиционных цифровых радиосигналов, применяемых в РЭС для увеличения пропускной способности. Дисциплина должна способствовать развитию у бакалавра способности устанавливать влияния помех на работоспособность РЭС и их пропускную способность и разработку способов повышения ПУ РЭС

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

Анализа возможных помех в РЭС, устойчивости различных цифровых сигналов и рассмотрения способов борьбы с помехами и повышения ПУ РЭС.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Помехоустойчивость радиоэлектронных средств» Б1.В.23 является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана подготовки бакалавриата по направлению «11.03.01 Радиотехника». Изучение дисциплины «Помехоустойчивость радиоэлектронных средств» опирается на знания дисциплин(ы) «Информационные технологии»; «Математические методы в теории радиотехнических систем»; «Сетевые радиотехнические устройства и системы»; «Теория вероятностей и математическая статистика».

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	ПК-1	Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ
2	ПК-3	Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

Индикаторы достижения компетенций

Таблица 2

ПК-1.1	Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем
ПК-1.2	Владеет навыками компьютерного моделирования
ПК-3.1	Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем
ПК-3.2	Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем

ПК-3.3	Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем
--------	---

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Таблица 3

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры	
			6	7
Общая трудоемкость	7 ЗЕТ	252	108	144
Контактная работа с обучающимися		105.6	50.25	55.35
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			-	-
Защита курсового проекта		3	-	3
Промежуточная аттестация		2.6	0.25	2.35
Самостоятельная работа обучающихся (СРС)		112.75	57.75	55
в том числе:				
Курсовая работа			-	-
Курсовой проект		25	-	25
И / или другие виды самостоятельной работы: подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям, контрольным работам, изучение теоретического материала.		79.75	49.75	30
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-заочная	заочная
1	Раздел 1. Каналы связи РЭС и их пропускная способность. ПУ цифровых радиосигналов	Классификация и характеристики РЭС по диапазонам частот. Помехоустойчивость многопозиционных цифровых радиосигналов. Выбор видов модуляции для передачи цифровых и аналоговых многоканальных сигналов.	6		
2	Раздел 2. Классификация помех РЭС	Классификация помех, формируемых РЭС и окружающим пространством. Космические помехи. Способы подавления помех. Методы расчета комбинационных помех РЭС. Их особенности в радиоприемных и передающих устройствах РЭС. Спектры радиосигналов многоканальных РЭС.	6		

3	Раздел 3. Внутрисистемные помехи РЭС и способы борьбы с ними	Внутрисистемные помехи РЭС. Выбор элементов РЭС, характеристик диаграмм направленности антенн и спектров радиосигналов для повышения ПУ. Исследование снижения мощности радиосигналов базовых станций на уменьшение суммарной мощности передатчиков сотовых РЭС.	6		
4	Раздел 4. Межсистемные помехи взаимодействующих радиорелейных, спутниковых РЭС и высокоскоростного беспроводного интернета и способы их снижения	Межсистемные помехи радиорелейных и космических РЭС и способы их снижения. Роль Международного Союза Электросвязи в разработке РЭС. Исследование допустимой мощности радиопомех помех на входе приемного устройства РЭС на основе использования ряда Вольтера и методов дискретной математики для расчета комбинационных продуктов.	6		
5	Раздел 5. Борьба с замираниями сигналов РЭС	Использование разнесенного приема радиосигналов и регулирование скорости передачи цифровых сигналов для повышения ПУ РЭС	6		
6	Раздел 6. Общие сведения о цифровых системах передачи информации	Принципы импульсно-кодовой модуляции (ИКМ). Классификация импульсных и цифровых систем передачи (ЦСП). Достоинства и недостатки цифровых методов передачи. Обобщенная структурная схема одноканальной ЦСП	7		
7	Раздел 7. Основные показатели и критерии эффективности радиоинформационных систем	Помехоустойчивость, пропускная способность, скорость передачи информации и взаимосвязь этих показателей. Энергетический, вероятностный и артикуляционный критерии помехоустойчивости. Частотная и энергетическая эффективность, связь между ними, понятие идеальной системы по Шеннону. Аппаратурная надежность и экономичность цифровых систем.	7		
8	Раздел 8. Принципы построения и обобщенные структурные схемы многоканальных цифровых систем	Принципы объединения и разделения (мультиплексирования и демультиплексирования) аналоговых, импульсных и цифровых канальных сигналов. Линейная независимость и ортогональность канальных переносчиков информации. Системы коллективного (множественного) доступа типов FDMA, TDMA, CDMA, их сравнение и обобщенные структурные схемы. Расширение спектра цифрового сигнала путем амплитудной и частотной модуляции. Применение двоичной фазовой модуляции, квадратурной фазовой модуляции, квадратурной амплитудной модуляции в многоканальных системах. Ортогональное частотное мультиплексирование (ОФДМ).	7		

9	Раздел 9. Дискретизация и восстановление аналоговых – речевых, телевизионных и телеметрических – сигналов	Энергетические спектры реальных аналоговых сигналов: речевого, факсимильного, телевизионного, телеметрического. Дискретизация по времени и восстановление аналоговых сигналов в базисе Котельникова. Роль ограничения спектра перед дискретизацией. Спектр и интерполяция дискретизированного сигнала. Критерии оценки погрешности восстановления аналогового сигнала. Особенности дискретизации и восстановления полосовых сигналов. Особенности дискретизации и восстановления телеметрических сигналов. Выбор частоты дискретизации полосовых и телеметрических сигналов.	7		
10	Раздел 10. Квантование, кодирование и декодирование сигнала	Шум квантования при ИКМ и его средняя мощность. Выбор числа уровней квантования. Совместное квантование сигнала по времени и по величине. Равномерное и неравномерное квантование. Распределение мгновенных значений квантуемого сигнала и его влияние на среднюю мощность шума квантования. Способы реализации неравномерного квантования: аналоговое компандирование, цифровое компандирование, нелинейное кодирование и их сравнение. Выбор законов компрессии и экспандирования. Законы компандирования типа А и типа . Принципы построения кодирующих и декодирующих устройств в системах с ИКМ. Кодеры последовательного счета, поразрядного сравнения, матричного типа и их сравнение по сложности и быстродействию. Декодеры параллельного и последовательного действия. Нелинейные кодеры поразрядного сравнения и цифровые компандеры, реализующие закон компандирования типа А. Реализация цифровых компандеров на микропроцессорной элементной базе. Сопряжение ЦСП с различными законами компандирования.	7		

11	Раздел 11. Дифференциальные методы цифровой модуляции	Принципы дифференциальной ИКМ (ДИКМ). Специфические искажения сигналов при ДИКМ (перегрузка по крутизне). Структурные схемы систем с ДИКМ и их сравнение. Выбор частоты дискретизации и количества уровней квантования при ДИКМ. Адаптивная ДИКМ и ее применение в системах радиосвязи с подвижными объектами. Дельта-модуляция (ДМ) как частный случай ДИКМ. Структурная схема системы с ДМ. Выбор частоты дискретизации при ДМ. Способы уменьшения частоты дискретизации: компандирование аналогового сигнала, преобразование ДМ в ИКМ и обратно, управление шагом квантования по характеристикам входного и выходного (цифрового) сигнала. Сравнение систем с ИКМ, ДИКМ и ДМ и выбор вида модуляции при передаче речевых, телевизионных и телеметрических сигналов. Вокодерное преобразование речевого сигнала в мобильной связи.	7		
12	Раздел 12. Помехоустойчивое кодирование цифрового сигнала в канале связи	Основные типы цифровых линий связи и виды помех в этих линиях: флюктуационный и космический шум, быстрые и медленные замирания, интерференционные и межсимвольные помехи. Сигнальная избыточность как универсальное средство борьбы с помехами. Особенности избыточного кодирования в радиопереносных, кабельных и оптических линиях. Понятие о блочных линейных кодах. Кодовое расстояние и вес кодового слова. Коды Хэмминга: порождающие и проверочные матрицы этих кодов, структура кодирующих и декодирующих устройств. Циклические коды, их полиномиальное представление и порождающие полиномы, систематическое и несистематическое циклическое кодирование, структура кодирующих и декодирующих устройств. Примеры расчета вероятности ошибки при использовании циклических кодов. Коды Рида-Соломона. Сверточные кодеры и декодеры, применение алгоритма Витерби в радиопереносных линиях. Анализ эффективности помехоустойчивых кодов. Квазитроичное кодирование в кабельных линиях как способ борьбы с межсимвольными помехами. Квазитроичные коды с чередованием	7		

13	Раздел 13. Прием и регенерация цифровых сигналов в радиорелейных, кабельных и оптических линиях связи	Прием в целом и посимвольный прием цифровых сигналов. Принципы регенерации радиоимпульсных и видеоимпульсных сигналов, типовая структурная схема регенератора. Внутренняя синхронизация (самохронирование) регенератора по тактовой частоте. Фазовое дрожание цифрового сигнала и его накопление в цепочке регенераторов. Помехоустойчивость регенераторов кабельных и радиолиний, расчет вероятности ошибки и выбор порогов регенерации. Накопление цифровых ошибок в линии связи и их влияние на качество связи.	7		
14	Раздел 14. Принципы синхронизации, объединения и разделения цифровых потоков	Понятие о тактах, канальных интервалах (слотах), циклах и сверхциклах в цифровых системах передачи и основные виды синхронизации: тактовая, кодовая, цикловая, сверхцикловая. Применение резонансных контуров и систем фазовой автоподстройки частоты для осуществления тактовой синхронизации. Системы цикловой и сверхцикловой синхронизации последовательного и параллельного действия. Структура циклового синхросигнала и среднее время вхождения в синхронизм. Передача сигналов управления и взаимодействия в «меченых» или ассоциированных канальных интервалах. Понятие об иерархии ЦСП. Синхронная (SDH) и плезиохронная (PDH) цифровая иерархия. Синхронное и асинхронное объединение цифровых потоков. Согласование скорости передачи в ЦСП, односторонний и двусторонний стаффинг	7		

15	Раздел 15. Натурные испытания и контроль качества передачи информации в цифровых радиосистемах	Показатели качества каналов связи: общие (частотные и нелинейные искажения, уровень флуктуационного шума и т. П.) и специфические для цифровых систем. Нормы МСЭ-R и МСЭ-T на показатели качества. Методы измерения специфических показателей: порогов квантования, средней мощности шума квантования, дисперсии фазового дрожания, коэффициента цифровых ошибок. Измерение коэффициента ошибок с перерывом и без перерыва связи. Метод «псевдоошибок». Требования к испытательным сигналам при измерении коэффициента ошибок без перерыва связи. Псевдослучайные последовательности максимальной длины (ПСП-М) и их основные свойства. Выбор периода и структура генератора ПСП-М. Применение ПСП-М в радиосистемах передачи для скремблирования, шифрования, адресации цифрового сигнала, идентификации абонента и осуществления других функций. Имитационное моделирование цифровых каналов связи на ЭВМ. Генерация случайных и псевдослучайных сигналов. Моделирование флуктуационного шума и расчет требуемого интервала наблюдения при регистрации цифров	7		
16	Раздел 16. Частотно-территориальное планирование цифровых радиоэлектронных средств	Частотная и энергетическая эффективность цифровых систем подвижной связи с учетом флуктуационного шума и интерференционных помех. Спектральный ресурс как ценное государственное достояние и преимущества систем CDMA с расширением спектра в отношении экономного использования этого ресурса в сотовой сети. Рациональное размещение базовых станций подвижной связи с помощью компьютерных программ частотно-территориального планирования. Обеспечение электромагнитной совместимости цифровых радиосистем передачи с другими радиоэлектронными средствами.	7		
17	Раздел 17. Перспективы развития цифровых радиосистем и сетей передачи информации	Применение цифровых радиосистем для обеспечения абонентского доступа в телефонные сети общего пользования и цифровые телефонные сети с интеграцией обслуживания. Перспективы развития спутниковых сетей персональной радиосвязи. Локальные сети и стандарты радиодоступа. Пакетная передача информации в локальных телефонных сетях и Интернете. Взаимодействие цифровых радио-, оптических и металлических кабельных линий в единой глобальной сети	7		

5.2. Междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

Таблица 5

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Космические и радиорелейные линии связи
2	Устройства приёма и обработки сигналов
3	Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий.

Очная форма обучения

Таблица 6

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплин	Лек- ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Семи- нары	СРС	Всего часов
1	Раздел 1. Каналы связи РЭС и их пропускная способность. ПУ цифровых радиосигналов	4	4	8		12	28
2	Раздел 2. Классификация помех РЭС	2				8	10
3	Раздел 3. Внутрисистемные помехи РЭС и способы борьбы с ними	4		4		10	18
4	Раздел 4. Межсистемные помехи взаимодействующих радиорелейных, спутниковых РЭС и высокоскоростного беспроводного интернета и способы их снижения	6	8	2		4	20
5	Раздел 5. Борьба с замираниями сигналов РЭС	4	4			15.75	23.75
6	Раздел 6. Общие сведения о цифровых системах передачи информации	1				1	2
7	Раздел 7. Основные показатели и критерии эффективности радиоинформационных систем	1				1	2
8	Раздел 8. Принципы построения и обобщенные структурные схемы многоканальных цифровых систем	2				2	4
9	Раздел 9. Дискретизация и восстановление аналоговых – речевых, телевизионных и телеметрических – сигналов	1				7	8
10	Раздел 10. Квантование, кодирование и декодирование сигнала	2	10	4		7	23
11	Раздел 11. Дифференциальные методы цифровой модуляции	2				2	4
12	Раздел 12. Помехоустойчивое кодирование цифрового сигнала в канале связи	2		2		2	6

13	Раздел 13. Прием и регенерация цифровых сигналов в радиорелейных, кабельных и оптических линиях связи	3	6	4		3	16
14	Раздел 14. Принципы синхронизации, объединения и разделения цифровых потоков	2				1	3
15	Раздел 15. Натурные испытания и контроль качества передачи информации в цифровых радиосистемах	1		4		1	6
16	Раздел 16. Частотно-территориальное планирование цифровых радиоэлектронных средств	1				2	3
17	Раздел 17. Перспективы развития цифровых радиосистем и сетей передачи информации	2				1	3
Итого:		40	32	28	-	79.75	179.75

6. Лабораторный практикум

Очная форма обучения

Таблица 7

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование лабораторной работы	Всего часов
1	1	Исследование ПУ двухпозиционных и многопозиционных цифровых сигналов РЭС с фазовой модуляцией и КАМ	8
2	3	Исследование энергетических спектров ЧМ сигналов аналоговых многоканальных радиорелейных (РРС) и спутниковых систем связи (ССС)	4
3	4	Оптимизация способа загрузки СССР телефонными каналами	2
4	10	Моделирование цифрового компрессора на ЭВМ	4
5	12	Исследование на ЭВМ процесса избыточного кодирования сигналов	2
6	13	Исследование регенератора цифрового сигнала	4
7	15	Измерение коэффициента ошибок в цифровом тракте	4
Итого:			28

7. Практические занятия (семинары)

Очная форма обучения

Таблица 8

№ п/п	Номер раздела (темы)	Наименование практических занятий (семинаров)	Всего часов
1	1	Выбор промежуточных частот передатчика и приемника РРС	2
2	1	Особенности распространения радиосигналов РЭС и их характеристики	2
3	4	ПУ цифровых РЭС	8
4	5	Спектры мощности многоканальных РРС	4

5	10	Составление схемы и расчет адаптивного дифференциального импульсно-кодированного модулятора	2
6	10	Составление схемы и расчет кодера поразрядного сравнения разомкнутого типа	2
7	10	Составление схемы и расчет кодера последовательного счета	2
8	10	Составление схемы и расчет нелинейного 16-сегментного кодера	2
9	10	Составление схемы цифрового компрессора	2
10	13	Выбор оптимального порога при посимвольном приеме	2
11	13	Расчет вероятности ложного обнаружения при посимвольном приеме	2
12	13	Расчет вероятности пропуска сигнала при посимвольном приеме	2
Итого:			32

8. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Учебным планом предусмотрен курсовой проект.

Подготовка к курсовому проектированию.

Курсовое проектирование должно способствовать закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентами за время обучения, и применению этих знаний к комплексному решению конкретной практической задачи. Системой курсовых проектов студент подготавливается к выполнению более сложной задачи - дипломного проектирования. Курсовое проектирование должно также прививать студентам навыки производства расчетов, составления технико-экономических записок.

Курсовой проект должен состоять из графической части и расчетно-объяснительной записки. Графический материал должен быть выполнен с учетом требований ЕСКД. В пояснительной записке должны быть обоснованы все технические решения и представлены расчеты, подтверждающие правильность выбора.

Эти обоснования проекта могут быть представлены в виде сравнительных характеристик выбранного решения с другими имеющимися или возможными вариантами, показом их преимуществ и простоты изготовления на существующем оборудовании, удобства эксплуатации, ремонта и техники безопасности работы.

Изложение пояснительной записки должно быть технически грамотным, четким и сжатым.

Таблица 9

№ п/п	Тема курсового проекта (работы)
1	Разработка многоканальной цифровой системы передачи информации на основе функций Радемахера-Уолша, каналы №№ 9, 11, 13.
2	Разработка многоканальной цифровой системы передачи информации на основе Радемахера-Уолша, каналы №№ 1, 2, 3.
3	Разработка многоканальной цифровой системы передачи информации на основе функций Радемахера-Уолша, каналы, каналы №№ 5, 7, 9.
4	Разработка многоканальной цифровой системы передачи информации на основе функций Радемахера-Уолша, каналы №№ 4, 11, 15.
5	Разработка многоканальной цифровой системы передачи информации на основе функций Радемахера-Уолша, каналы №№ 8, 11, 15.
6	Разработка многоканальной цифровой системы передачи информации на основе функций Радемахера-Уолша, каналы №№ 6, 9, 16.

7	Разработка многоканальной цифровой системы передачи информации на основе функций Радемахера-Уолша, каналы №№ 5, 6, 10.
8	Разработка многоканальной цифровой системы передачи информации на основе функций Радемахера-Уолша, каналы №№ 8, 10, 12.

9. Самостоятельная работа

Очная форма обучения

Таблица 10

№ раздела дисциплины	Содержание СРС	Форма контроля	Всего часов
1	Подготовка к лабораторным и практическим работам	Отчет	12
2	Подготовка к лабораторным и практическим работам	Отчет	8
3	Подготовка к лабораторным работам	Отчет	10
4	Подготовка к лабораторным и практическим работам	Отчет	4
5	Подготовка к практическим работам и аттестации	Отчет	15.75
6	Проработка учебного материала по конспекту, учебной и научной литературе	Устный опрос	1
7	Проработка учебного материала по конспекту, учебной и научной литературе	Устный опрос	1
8	Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектом	Коллоквиум	2
9	Подготовка к практическим занятиям, выполнению и защите лабораторных работ Работа над курсовым проектом	Отчет	7
10	Подготовка к практическим занятиям, выполнению и защите лабораторных работ Работа над курсовым проектом	Устный опрос	7
11	Проработка учебного материала по конспекту, учебной и научной литературе Работа над курсовым проектом	Коллоквиум	2
12	Подготовка к практическим занятиям, выполнению и защите лабораторных работ Работа над курсовым проектом	Устный опрос	2
13	Подготовка к практическим занятиям, выполнению и защите лабораторных работ Работа над курсовым проектом	Отчет	3
14	Проработка учебного материала по конспекту, учебной и научной литературе Работа над курсовым проектом	Устный опрос	1
15	Подготовка к практическим занятиям, выполнению и защите лабораторных работ. Защита курсового проекта	Отчет	1
16	Подготовка к практическим занятиям	Коллоквиум	2
17	Проработка учебного материала по конспекту, учебной и научной литературе	Устный опрос	1

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;

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 (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.

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

12.1. Основная литература:

1. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : учебник для вузов / В. В. Крухмалев [и др.] ; ред.: В. Н. Гордиенко, В. И. Крухмалев. - 2-е изд., испр. - М. : Горячая линия-Телеком, 2008. - 424 с. : ил. - (Специальность). - Библиогр. : с. 417. - ISBN 978-5-9912-0042-4 : 347.49 р. - Текст : непосредственный.
2. Ефанов, В. И.
 Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем : [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Ефанов, А. А. Тихомиров. - Москва : ТУСУР, 2012. - 229 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5459. - ISBN 5-86889-188-0 : Б. ц. Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки.
 Рекомендовано Сибирским региональным отделением УМО высших учебных заведений РФ по образованию в области радиотехники, электроники, оптоэлектроники для межвузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 210300 «Радиотехника» и 210400 «Телекоммуникации»

12.2. Дополнительная литература:

1. Радиорелейные и спутниковые системы передачи : учебник для вузов / А. С. Немировский [и др.] ; ред. А. С. Немировский ; рец.: В. И. Носов, В. М. Крылов. - М. : Радио и связь, 1986. - 392 с. : ил. - Библиогр. : с. 384. - 1.20 р. - Текст : непосредственный.
2. Жемчугов, В. Н.
 Электромагнитная совместимость : [Электронный ресурс] : методические указания к контрольной работе 210405 / В. Н. Жемчугов ; Федеральное агентство связи, СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Факультет вечернего и заочного обучения. - СПб. : СПбГУТ, 2006. - 14 с. : ил, табл. - Библиогр. : с. 14. - 14.75 р.
3. Жемчугов, В. Н.
 Электромагнитная совместимость : [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам (спец. 210405, 210302) / В. Н. Жемчугов ; рец. Т. П. Казанцева ; Федеральное агентство связи, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникации им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2010. - 38,[1] с. : ил, табл. - Библиогр.: с. 27. - 85.50 р.
 Электронная версия содержит 28 с.
4. Основы управления использованием радиочастотного спектра : научное издание / М. А. Быховский [и др.] ; ред. М. А. Быховский ; рец.: А. С. Сигов, О. Н. Маслов, В. В. Баринов. - М. : URSS. - Текст : непосредственный. Т. 1 : Международная и национальная системы управления РЧС. Радиоконтроль и радионадзор. - 2012. - 316 с. : ил. - ISBN 978-5-396-00400-9 : 675.80 р. Прил. : с. 296-316
5. Основы управления использованием радиочастотного спектра : научное издание / А. Л. Бузов [и др.] ; ред. М. А. Быховский ; рец.: А. С. Сигов, О. Н. Маслов, В. В. Баринов. - М. : URSS. - Текст : непосредственный. Т. 2 : Обеспечение электромагнитной совместимости радиосистем. - 2012. - 552 с. : ил. - ISBN 978-5-396-00401-6 : 961.43 р.

6. Основы управления использованием радиочастотного спектра : научное издание / М. А. Быховский [и др.] ; ред. Быховский М. А. ; рец.: А. С. Сигов, О. Н. Маслов, В. В. Баринов. - М. : URSS. - Текст : непосредственный. Т. 3 : Частотное планирование сетей телерадиовещания и подвижной связи. Автоматизация управления использованием радиочастотного спектра. - 2012. - 368 с. : ил. - ISBN 978-5-396-00402-3 : 675.80 р.
7. Жемчугов, Владимир Николаевич.
Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем : [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам / В. Н. Жемчугов, Е. М. Виноградов ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2013. - 67 с. : ил. - 117.00 р.
8. Жемчугов, Владимир Николаевич.
Помехоустойчивость цифровых радиосистем связи : [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / В. Н. Жемчугов, А. Н. Ликонцев ; рец. В. М. Устименко ; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2017. - 44 с. : ил. - 567.95 р.

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:

- MATLAB v.7.11.0.584 (R2010b)
- Open Office

14.2. Информационно-справочные системы:

- ЭБС iBooks (<https://ibooks.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 «Помехоустойчивость радиоэлектронных средств» 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, 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