

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)

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры № 7 от 01.06.2020

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Теория информации
(наименование дисциплины)

10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных
систем
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Безопасность телекоммуникационных систем информационного
взаимодействия
(направленность / профиль образовательной программы)

Санкт-Петербург

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине используется в целях нормирования процедуры оценивания качества подготовки и осуществляет установление соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям образовательной программы дисциплины.

Предметом оценивания являются знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций у обучающихся.

Процедуры оценивания применяются в процессе обучения на каждом этапе формирования компетенций посредством определения для отдельных составных частей дисциплины методов контроля – оценочных средств.

Основным механизмом оценки качества подготовки и формой контроля учебной работы студентов являются текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация. Общие требования к процедурам проведения текущего контроля и промежуточной аттестации определяет внутренний локальный акт университета: Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. При проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов используется ФОС.

1.1.Цель и задачи текущего контроля студентов по дисциплине.

Цель текущего контроля – систематическая проверка степени освоения программы дисциплины «Теория информации», уровня достижения планируемых результатов обучения - знаний, умений, навыков, в ходе ее изучения при проведении занятий, предусмотренных учебным планом.

Задачи текущего контроля:

1. обнаружение и устранение пробелов в освоении учебной дисциплины;
2. своевременное выполнение корректирующих действий по содержанию и организации процесса обучения;
3. определение индивидуального учебного рейтинга студентов;
4. подготовка к промежуточной аттестации.

В течение семестра при изучении дисциплины реализуется традиционная система поэтапного оценивания уровня освоения. За каждый вид учебных действий студенты получают оценку .

1.2.Цель и задачи промежуточной аттестации студентов по дисциплине.

Цель промежуточной аттестации – проверка степени усвоения студентами учебного материала, уровня достижения планируемых результатов обучения и сформированности компетенций на момент завершения изучения дисциплины.

Промежуточная аттестация проходит в форме экзамен,зачета.

Задачи промежуточной аттестации:

1. определение уровня освоения учебной дисциплины;
2. определение уровня достижения планируемых результатов обучения и сформированности компетенций;
3. соотнесение планируемых результатов обучения с планируемыми результатами освоения образовательной программы в рамках изученной дисциплины.

2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

2.1.Перечень компетенций.

ОПК-3 способностью применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач

2.2.Этапы формирования компетенций.

Таблица 1

Код компетенции	Этап формирования компетенции	Вид учебной работы	Тип контроля	Форма контроля
ОПК-3	теоретический (информационный)	лекции, самостоятельная работа	текущий	собеседование, тест
	практико-ориентированный	практические (лабораторные) занятия, самостоятельная работа	текущий	тест, домашнее задание
	практико-ориентированный	курсовая работа	промежуточный	защита работы
	оценочный	аттестация	промежуточный	экзамен, зачет

Применяемые образовательные технологии определяются видом контактной работы.

2.3.Соответствие разделов дисциплины формируемым компетенциям.

Этапами формирования компетенций являются взаимосвязанная логическая последовательность освоения разделов (тем) учебной дисциплины.

Таблица 2

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание раздела (темы) дисциплины	Коды компетенций
-------	--------------------------	--------------------------------------	------------------

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. Код 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.	ОПК-3
2	Раздел 2. Векторные модели сигналов. Обобщенный ряд Фурье. Спектр сигнала. Векторное представление сигнала. Понятие базисных сигналов. Норма сигнала и энергия. Метрика пространства сигналов. Скалярное произведение сигналов. Ортогональные сигналы.	Векторные модели сигналов. Обобщенный ряд Фурье. Спектр сигнала. Векторное представление сигнала. Понятие базисных сигналов. Норма сигнала и энергия. Метрика пространства сигналов. Скалярное произведение сигналов. Ортогональные сигналы.	ОПК-3
3	Раздел 3. Спектры периодических и непериодических сигналов. Преобразование 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.	ОПК-3

4	Раздел 4. Спектрально-корреляционный анализ детерминированных сигналов в инфотелекоммуникации	Энергетические модели сигналов. Корреляционные модели детерминированных сигналов. Свертка сигналов. Аналитический сигнал. 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.	ОПК-3
5	Раздел 5. Концепция аналитического сигнала в радиотехнике и инфотелекоммуникации.	Аналитический сигнал и его спектр. 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. Синфазный и квадратурный сигналы. Реализация полосовых сигналов и квадратурной обработки. Квадратурная обработка вещественных узкополосных сигналов для выделения огибающей амплитуд и начальной фазы.	ОПК-3
6	Раздел 6. Дискретные сигналы в радиотехнике и телекоммуникации	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-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 от дельта-функций.	ОПК-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.	ОПК-3
8	Раздел 8. Модуляция сигналов в радиотехнике и телекоммуникации.	Модуляция сигналов в радиотехнике и телекоммуникации.	ОПК-3
9	Раздел 9. Принципы цифровой модуляции сигналов в телекоммуникациях	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.	ОПК-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. Частотное ортогональное мультиплексирование и его реализация в оптических системах связи. Отношение сигнал помеха по мощности и особенности помех в оптических каналах связи. Энергия бита и спектральная плотность аддитивной помехи. Энергетическая эффективность систем телекоммуникаций, помехоустойчивость инфотелекоммуникационных систем с аналоговыми и цифровыми видами модуляции	ОПК-3
11	Раздел 11. Анализ линейных систем во временной и частотной области	Временные и частотные характеристики линейных систем. Импульсная характеристика и частотная передаточная функция и связь между ними. Принципы анализа во временной области, свертка сигнала и импульсной характеристики. Спектральная плотность сигнала на выходе линейной системы.	ОПК-3
12	Раздел 12. Математические модели случайных процессов. Прохождение случайных процессов через линейные цепи	Автокорреляционная функция случайного процесса. Применение импульсных и частотных характеристик для анализа линейных систем. Связь АКФ с энергетическим спектром случайного сигнала, теорема Винера - Хинчина, интервал корреляции , белый шум. Узкополосные случайные процессы, распределение огибающей и фазы узкополосного случайного процесса. Нормальное распределение, связь корреляции и независимости выборок из нормального случайного сигнала.	ОПК-3

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. энтропия (безусловная, условная), количество информации, избыточность сообщения, производительность источника. Информационные характеристики каналов: скорость передачи информации, максимальная скорость передачи информации (пропускная способность канала), коэффициент использования канала. 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 и эпсилон — производительность источника. Избыточность. Информационные характеристики непрерывных каналов. Модели непрерывных каналов. Скорость передачи информации и пропускная способность. Сравнение пропускных способностей дискретных и непрерывных каналов.	ОПК-3
14	Раздел 14. Основы теории передачи информации	Теоремы кодирования Шеннона для КС без помех и с помехами. Предел Шеннона. Условная энтропия источника. Эпсилон-энтропия НС.	ОПК-3
15	Раздел 15. Основы теории эффективного кодирования дискретных Сообщений. 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, префиксность кода и неравенство Крафта, равно-мерное 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. Арифметическое кодирование.	ОПК-3

16	Раздел 16. 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.	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.	ОПК-3
17	Раздел 17. Сверточные коды и декодер максимального правдоподобия	Принципы работы сверточного кодера. Память кодера, кодовое ограничение, скорость кода. Конечный автомат с памятью. Диаграмма состояний сверточного кодера, решетчатые диаграммы кодера Декодирование сверточных кодов. Алгоритм декодирования по максимуму правдоподобия. Алгоритм декодирования Виттерби.	ОПК-3
18	Раздел 18. Основы оптимального приема дискретных и непрерывных сообщений	Содержание и классификация задач оптимального приема ДС. Оптимальный прием ДС в КС с детерминированной и стохастической структурой. Обнаружение и различение ДС. Критерии оптимального приема ДС. Алгоритмы работы и структурные схемы оптимальных приемников ДС в гауссовском КС. Синтез когерентного демодулятора ДС на фоне АБГШ. Согласованная фильтрация финитных во времени сигналов. Импульсная характеристика и передаточная функция согласованного фильтра.	ОПК-3
19	Раздел 19. Потенциальная помехоустойчивость приема.	Особенности передачи и приема ДС в каналах с межсимвольной интерференцией, сосредоточенными по спектру и импульсными помехами. Критерии оптимального приема НС. Отношение сигнал/помеха и вероятность ошибки при передаче ДС. Потенциальная помехоустойчивость систем передачи с различными видами модуляции.	ОПК-3
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. Принципы создания систем инфотелекоммуникаций на основе технологии ортогонального частотного мультиплексирования. Пространственное мультиплексирование в системах MIMO.	ОПК-3

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

3.1. Описание показателей оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

Таблица 3

Код компетенции	Показатели, критерии оценивания (планируемые результаты обучения)	Оценочные средства
ОПК-3	ЗНАЕТ: современные тенденции в использовании сигнально-кодовых конструкций, технологии ортогонального частотного мультиплексирования и пространственного мультиплексирования.; способы и методы цифровой обработки, фильтрации, спектрального анализа, рандомизации при скачкообразной цифровой частотной модуляции, математические основы блочного и сверточного кодирования.; УМЕЕТ: оценивать спектральную эффективность, выигрыш от использования канального кодирования и помехозащищенность современных и перспективных инфокоммуникационных технологий;; ВЛАДЕЕТ: Методикой оценки необходимого частотного ресурса для обеспечения требуемой пропускной способности современных и перспективных технологий спутниковой, оптической и многоканальной связи.;;	ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЭТАП: собеседование, тест ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ЭТАП: тест, домашнее задание ОЦЕНОЧНЫЙ ЭТАП: вопросы к зачету, билеты к экзамену

3.2. Стандартные критерии оценивания.

Критерии разработаны с учетом требований ФГОС ВО к конечным результатам обучения и создают основу для выявления уровня сформированности компетенций: минимального, базового или высокого.

Критерии оценки устного ответа в ходе собеседования:

- логика при изложении содержания ответа на вопрос, выявленные знания соответствуют объему и глубине их раскрытия в источнике;
- использование научной терминологии в контексте ответа;
- объяснение причинно-следственных и функциональных связей;
- умение оценивать действия субъектов социальной жизни, формулировать собственные суждения и аргументы по определенным проблемам;
- эмоциональное богатство речи, образное и яркое выражение мыслей.

Критерии оценки ответа за экзамен, зачет:

Для экзамен, зачета в устном виде употребляются критерии оценки устного ответа в ходе собеседования (см. выше)

Критерии оценки курсовой работы:

- Соответствие выполненной работы поставленным целям и задачам.
- Актуальность выбранной темы.
- Логичность построения выступления.
- Аргументация всех основных положений.
- Свободное владение материалом.
- Самостоятельность выводов.
- Прогнозирование путей решения поставленных проблем в целом и выстраивание перспектив дальнейшей работы над темой.
- Культура выступления (речевая культура, коммуникативная компетентность,

владение аудиторией).

- Культура письменного оформления курсовой работы.

Критерии оценки лабораторной работы:

- Выполнение лабораторной работы (подготовленность к выполнению, осознание цели работы, методов собирания схемы, проведение измерений и фиксирования их результатов, прилежание, самостоятельность выполнения, наличие и правильность оформления необходимых материалов для проведения работы – схема соединений, таблицы записей и т.п.);
- Оформление отчета по лабораторной работе (аккуратность оформления результатов измерений, правильность вычислений, правильность выполнения графиков, векторных диаграмм и др.) ;
- Правильность и самостоятельность выбора формул для расчетов при оформлении результатов работы;
- Правильность построения графиков, умение объяснить их характер;
- Правильность построения векторных диаграмм, умение их строить и понимание того, что они значат;
- Ответы на контрольные вопросы к лабораторной работе.

Критерии оценки тестового контроля знаний:

студентом даны правильные ответы на

- 91-100% заданий - отлично,
- 81-90% заданий - хорошо,
- 71-80% заданий - удовлетворительно,
- 70% заданий и менее – неудовлетворительно.

Общие критерии оценки работы студента на практических занятиях:

- Отлично - активное участие в обсуждении проблем каждого семинара, самостоятельность ответов, свободное владение материалом, полные и аргументированные ответы на вопросы семинара, участие в дискуссиях, твёрдое знание лекционного материала, обязательной и рекомендованной дополнительной литературы, регулярная посещаемость занятий.
- Хорошо - недостаточно полное раскрытие некоторых вопросов темы, незначительные ошибки в формулировке категорий и понятий, меньшая активность на семинарах, неполное знание дополнительной литературы, хорошая посещаемость
- Удовлетворительно - ответы отражают в целом понимание темы, знание содержания основных категорий и понятий, знакомство с лекционным материалом и рекомендованной основной литературой, недостаточная активность на занятиях, оставляющая желать лучшего посещаемость.
- Неудовлетворительно - пассивность на семинарах, частая неготовность при ответах на вопросы, плохая посещаемость, отсутствие качеств, указанных выше для получения более высоких оценок.

Порядок применения критериев оценки конкретизирован ниже, в разделе 4, содержащем оценочные средства для текущего контроля успеваемости и для проведения промежуточной аттестации студентов по данной дисциплине.

3.3.Описание шкал оценивания.

В процессе оценивания результатов обучения и компетенций на различных этапах их формирования при освоении дисциплины для всех перечисленных выше оценочных средств используется шкала оценивания, приведенная в таблице .

Дихотомическая шкала оценивания используется при проведении текущего контроля успеваемости студентов: при проведении собеседования, при приеме эссе, реферата, а также может быть использована в целях проведения такой формы промежуточной аттестации, как зачет (шкала приводится для всех оценочных средств из таблицы 3.

Таблица 4

Показатели оценивания	Описание в соответствии с критериями оценивания	Оценка знаний, умений, навыков и опыта	Оценка по бальной шкале	Оценка по дихотомической шкале
Высокий уровень освоения	Демонстрирует полное понимание проблемы. Требования по всем критериям выполнены	«очень высокая», «высокая»	«отлично»	«зачтено»
Базовый уровень освоения	Демонстрирует значительное понимание проблемы. Требования по всем критериям выполнены	«достаточно высокая», «выше средней», «базовая»	«хорошо»	«зачтено»
Минимальный уровень освоения	Демонстрирует частичное понимание проблемы. Требования по большинству критериев выполнены	«средняя», «ниже средней», «низкая», «минимальная»	«удовлетворительно»	«зачтено»
Недостаточный уровень освоения	Демонстрирует небольшое понимание проблемы. Требования по многим критериям не выполнены	«очень низкая», «примитивная»	«неудовлетворительно»	«незачтено»

При проведении промежуточной аттестации студентов по данной дисциплине в форме экзамена используется пятибалльная шкала оценивания.

4. Типовые контрольные задания, иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1.Оценочные средства промежуточной аттестации

Оценочные средства промежуточной аттестации по дисциплине представлены в Приложении 1.

4.2.Формирование тестового задания промежуточной аттестации **Аттестация №1**

В экзаменационном билете присутствует 2 вопроса теоретической и практической направленности. Теоретические вопросы позволяют оценить уровень знаний и частично – умений, практические – уровень умений и владения

компетенцией.

Примерный перечень заданий, выносимых на промежуточную аттестацию, разрешенных учебных и наглядных пособий, средств материально-технического обеспечения и типовые практические задания (задачи):

По вопросу 1, компетенции ОПК-3

- 1 Методы кодирования цифровых сигналов и форматы кода. Формат NRZ (БВН без возврата к нулю)
- 2 Методы кодирования цифровых сигналов и форматы кода. Манчестерский и дифференциальный манчестерский код.
- 3 Методы кодирования цифровых сигналов и форматы кода. Формат RZ (СВН с возвратом к нулю).
- 4 Алгебраическая структура комплексного линейного пространства сигналов C . Понятие линейности пространства сигналов.
Геометрическая структура пространства сигналов. Понятия: Норма сигнала, Энергия сигнала Метрика пространства сигналов, Скалярное произведение сигналов. Свойства скалярного произведения сигналов .Ортогональность сигналов.
- 5 Тестовые сигналы и их математические модели: функция Хевисайда, дельта-функция Дирака, гармонический сигнал его параметры, экспоненциальный сигнал, экспоненциальный сигнал с комплексным показателем и формулы Эйлера для представления гармонических сигналов комплексными фазорами.
- 6 Определение базисных сигналов. Тригонометрический базис гармонических сигналов. Амплитуда гармоник нормированного тригонометрического базиса
- 8 Обобщенный ряд Фурье. Формулы расчета весовых коэффициентов ряда Фурье по скалярному произведению . Понятие спектра сигнала.
Периодический сигнал и формы представления его спектра в ортогональном базисе
- 9 гармонических сигналов: квадратурная форма, амплитудно-фазовая форма, комплексная форма. Понятие отрицательной частоты в гармоническом спектре
Модель Т- финитного непериодического сигнала при предельном переходе от
- 10 периодического сигнала. Понятие спектральной плотности мощности Т-финитного сигнала.
- 11 Прямое и обратное преобразование Фурье и их свойства.
- 12 Средняя энергия периодического сигнала. Равенство Парсеваля для вещественных сигналов.
- 13 Распределение Энергии в спектре непериодического сигнала. Энергетический спектр и спектральная плотность мощности. Эффективная ширина спектра.
Определение корреляционной функции детерминированного сигнала , как скалярного произведения . Взаимная корреляционная функция двух сигналов.
- 14 Автокорреляционная функция. Длительность автокорреляционной функции вещественного сигнала.
- 15 Связь АКФ сигнала $R()$ с его энергетическим спектром $W()$. Ширина спектра и длительность АКФ.
- 16 Формулы свертки двух сигналов во временной и частотной области .
Комплексное представление вещественного сигнала. Понятие аналитического
- 17 сигнала. Спектральная плотность аналитического сигнала. Представление вещественного сигнала с использованием аналитического сигнала
- 18 Преобразование Гильберта. Огибающая и фаза сигнала. Синфазная $I(t)$ и квадратурная $Q(t)$ компоненты сигнала.
- 19 Принципы дискретизации по времени и квантованию по уровню.
- 20 Аналогово-цифровое преобразование и сигнал с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ)
- 21 Аналогово-цифровое преобразование и широтно-импульсная модуляция (ШИМ).

- 22 Структурная схема цифровой обработки сигналов. Характер сигналов на выходе элементов структурной схемы. .
- 23 Обобщенный ряд Фурье по системе базисных (ортогональных) функций Котельникова. Теорема Котельникова.
Порядок построения спектра дискретного сигнала, по известному финитному спектру аналогового сигнала, подвергнутого дискретизации с интервалом T .
- 24 Причина явления наложения спектров (элайзинга). Полоса пропускания антиэлайзингового фильтра.
Алгоритм БПФ с прореживанием по времени: обоснование возможности сокращения
- 25 числа математических операций при расчете ДПФ при разбиении отсчетов на чет и нечет, математическое обоснование алгоритма, базовая операция «бабочка»
- 26 Детектирование огибающей АМ сигнала с использованием амплитудного детектора.
- 27 Структурная схема квадратурного демодулятора комплексной огибающей.

По вопросу 2, компетенции ОПК-3

- 1 Преобразование Гильберта для узкополосного квазигармонического сигнала
- 2 Спектральная плотность аналитического сигнала. Представление вещественного сигнала с использованием аналитического сигнала.
- 3 Пояснить понятия аналоговый сигнал , дискретный сигнал , цифровой сигнал.
- 4 Объяснить необходимость применения перед дискретизацией антиэлайзингового фильтра
- 5 Аналогово-цифровое преобразование и время-импульсная модуляция (ВИМ).
Эффекты ограничения полосы частот (формирования спектра). Явление
- 6 межсимвольной интерференции при ограничении спектральной полосы для обеспечения частотного ресурса. Сигнал Найквиста . Глазковая диаграмма.
- 7 Формула дискретного преобразования Фурье. Свойства ДПФ.
Алгоритм ОБПФ с прореживанием по частоте: обоснование возможности сокращения
- 8 числа математических операций при расчете ДПФ при разбиении отсчетов на первую и вторую половины, математическое обоснование алгоритма, базовая операция «бабочка»
- 9 Математическая модель сигнала с ЧМ при гармоническом модулирующем сигнале
- 10 Принципы модуляции сигналов. Несущий сигнал и информационный сигнал.
Структурная схема процесса квадратурной модуляции
Аналоговая амплитудная модуляция гармонической несущей. Математическая
- 11 модель АМ сигнала при гармоническом модулирующем сигнале. Спектр сигнала с однотоновой АМ. Порядок определения частоты модуляции и коэффициента глубины АМ по спектральной диаграмме.
- 12 Энергетические соотношения при АМ. средняя мощность за период ВЧ сигнала. Средняя мощность всего АМ сигнала. Пиковая мощность.
- 13 Балансная АМ . Подавление несущего сигнала.
- 14 Однополосная АМ . Подавление боковой полосы фильтровым способом.
- 15 Однополосная АМ . Структурная схема квадратурного модулятора. Подавление боковой полосы квадратурным способом
Угловая аналоговая модуляция и ее виды - ФМ и ЧМ. Полная фаза сигнала и мгновенная частота и связь между ними. Понятия: девиация фазы, девиация частоты, индекс частотной модуляции, индекс фазовой модуляции. Отличия ЧМ от ФМ.
- 16 Спектральные характеристики однотоново-модулированных ЧМ и ФМ сигналов.
- 17 Функции Бесселя первого рода, спектры однотоново модулированных ЧМ и ФМ сигналов при малых и больших индексах модуляции. Ширина спектра ЧМ и ФМ сигналов
- 18 Узкополосные сигналы. Модель узкополосного сигнала в виде модулированного сигнала. Комплексная огибающая узкополосного сигнала.

- 19 Структурная схема квадратурного демодулятора комплексной огибающей.
Цифровые виды модуляции. Сигналы с дискретной амплитудной модуляцией (АМн):
OOK, ASK. Многопозиционная амплитудная модуляция М-ASK. Временная
- 20 диаграмма, спектральная диаграмма и ширина спектра, сигнальное созвездие при
отсутствии и наличии помех в канале передачи. Отношение энергии бита к
спектральной плотности мощности, помехоустойчивость данного вида модуляции
- 21 Цифровые виды модуляции. Сигналы с дискретной амплитудной модуляцией (АМн):
OOK, ASK.
Частотная манипуляция ЧМн (FSK) и ее подвиды. Частотная манипуляция с
- 22 разрывом фазы. Схема формирования такого ЧМн сигнала. Временная диаграмма,
спектральная диаграмма и ширина спектра.
- 23 Частотная манипуляция с минимальным частотным сдвигом. Ортогональность
сигналов ЧМн (MSK)
Частотная манипуляция без разрыва фазы (CPFSK). Схема формирования такого ЧМн
- 24 сигнала с применением гауссова фильтра (GFSK) Временная диаграмма,
спектральная диаграмма и ширина спектра, сигнальное созвездие при отсутствии и
наличии помех в канале передачи.
- 25 Многопозиционная частотная модуляция М-FSK. Временная диаграмма,
спектральная диаграмма и ширина спектра, сигнальное созвездие при отсутствии и
наличии помех в канале передачи. Отношение энергии бита к спектральной
плотности мощности, помехоустойчивость данного вида модуляции.
- 26 Сигналы с фазовой манипуляцией ФМн2 (BPSK). Схема формирования такого
сигнала. Временная диаграмма, спектральная диаграмма и ширина спектра,
сигнальное созвездие при отсутствии и наличии помех в канале передачи.
- 27 Помехоустойчивость ФМн2.
Относительная (дифференциальная) ФМн2 . Понятие обратной работы фазового
демодулятора

Представленный по каждому вопросу перечень заданий является рабочей моделью для генерирования экзаменационных билетов.

Аттестация №2

В экзаменационном билете присутствует 2 вопроса теоретической и практической направленности. Теоретические вопросы позволяют оценить уровень знаний и частично - умений, практические - уровень умений и владения компетенцией.

Примерный перечень заданий, выносимых на промежуточную аттестацию, разрешенных учебных и наглядных пособий, средств материально-технического обеспечения и типовые практические задания (задачи):

По вопросу 1, компетенции ОПК-3

- 1 Спектр сигнала при нелинейном преобразовании. Бигармоническое воздействие на нелинейный элемент. Понятие комбинационной частоты.
- 2 Преобразование частоты. Понятие зеркальной частоты при гетеродинировании
- 3 Комплексная частотная характеристика линейной системы. Физический смысл АЧХ и ФЧХ.
- 4 Определите среднеквадратичное отклонение СП (в вольтах) по аналитическому выражению $w(x)$ нормального СП
- 5 Дана дисперсия нормально распределенного случайного сигнала . Каким может быть его минимальное напряжение.
- 6 Определите постоянную составляющую эргодического СП (в вольтах) по аналитическому выражению $w(x)$ нормального СП.
- 7 Определите мощность эргодического СП (в В2) по аналитическому выражению $w(x)$ нормального СП.

- 8 Определите эффективное значение напряжения (в В) СП с энергетическим спектром $G_O = 10 \text{ мВ}^2/\text{Гц}$ на выходе фильтра с заданной АЧХ.
- 9 Определить математическое ожидание и дисперсию АБГШ, функция плотности вероятности которого задана графиком.
- 10 Математическая модель узкополосного случайного сигнала в виде модулированного колебания.
- 11 Корреляционная функция случайного узкополосного процесса
- 12 Нелинейные преобразования сигналов цепях и системах. Аппроксимация вольт-амперных характеристик: полиномиальная (степенная).
- 13 Информационные характеристики дискретных каналов. Двоичный источник сообщений. Избыточность и производительность дискретного источника
- 14 Избыточность и производительность двоичного источника.
- 15 Модели и классификация каналов телекоммуникаций. Каналы связи с помехами. Вероятностные характеристики симметричного канала без памяти
- 16 Дифференциальная энтропия. Энтропия равномерного распределения. Энтропия гауссовского белого шума. Эпсилон-энтропия независимых сообщений.
- 17 Теорема Шеннона для передачи дискретных сигналов по каналу с шумом.
- 18 Определение количества информации по Шеннону. Энтропия источника случайных сообщений.
- 19 Эффективное кодирование источника. Словарное кодирование. Алгоритм Лемпеля-Зива.
- 20 Эффективное кодирование источника. Код Хаффмена.
- 21 Определите расстояние (по Хэммингу) между кодовыми комбинациями 10001010 и 01001100
- 22 Определите длительность реакции СФ (в мс) на «свой» сигнал по импульсной характеристике фильтра
- 23 Геометрическая трактовка приема дискретных сообщений.
- 24 Условный риск, критерий минимума среднего риска (критерий Байеса).
- 25 Постановка задачи синтеза оптимального приемника дискретных сообщений.
- 26 Отношение правдоподобия для дискретных сообщений. Отношение правдоподобия двух гипотез. Правило максимума правдоподобия.
- 27 Согласованный фильтр. АЧХ и ФЧХ согласованного фильтра.
- 28 Оптимальный прием сигналов на фоне помех. Отношение сигнал /шум на входе и выходе оптимального фильтра. Выигрыш фильтра.
- 29 Двухканальная система ММО. Алгоритм Аламоути.
- 30 Принцип временного уплотнения канала.

По вопросу 2, компетенции ОПК-3

- 1 Импульсная характеристика линейной системы. Свертка сигнала и импульсной характеристики.
- 2 Особенности преобразования сигналов в параметрических цепях и системах. Параметрическое преобразование частоты.
Преобразование характеристик случайного сигнала в линейных цепях. Спектр
- 3 мощности случайного сигнала на выходе линейной системы. Дисперсия случайного сигнала на выходе линейной системы
- 4 Корреляционная функция стационарного эргодического случайного сигнала.
- 5 Математическая модель случайного узкополосного сигнала в виде квадратурных колебаний
- 6 Белый шум. Спектральная плотность мощности и корреляционная функция белого и небелого шума.
- 7 Понятие корреляции случайного сигнала. Определение, формулы расчета, физический смысл.

- 8 Интервал корреляции .Определение эффективной ширины спектра случайного сигнала.
 - 9 Теорема Шеннона об эффективном статистическом кодировании источника. Функции плотности вероятности при приеме нуля и единицы представлены на
 - 10 графиках. Определить вероятность приема единицы при передаче нуля, если порог решения 0,8.
 - 11 Энтропия дискретного источника и ее свойства.
 - 12 Заархивировать файл данных используя алгоритм LZW
1001111011100111110111111
 - 13 Источник выдает пять сообщений с вероятностями $p_1=0,3$ $p_2=0,35$ $p_3=0,15$ $p_4=0,12$ $p_5=0,08$. Закодировать сообщения источника, используя код Хаффмана .
 - 14 Эффективное кодирование источника. Код Шеннона-Фано.
 - 15 Определите вес кодовой комбинации 0001001011.
 - 16 Образующая матрица кода (7,3): 1101100 Найдите кодовое слово для сообщения 6.
 - 17 Является ли код префиксным? 0111010 111000
 - 18 Принцип помехоустойчивого кодирования канала. Префиксный код. Блочный код .
 - 19 Определите длительность прямоугольного видеоимпульса по АЧХ согласованного с ним фильтра
 - 20 Качественно изобразить АЧХ согласованного фильтра для ОПВИ длительностью 0.5мкс и амплитудой 7мВ.
 - 21 Согласованный фильтр. Импульсная характеристика согласованного фильтра
 - 22 Оптимальный когерентный корреляционный приемник непрерывного сигнала: алгоритм работы, структурная схема.
На вход кодера Витерби с кодовым ограничением 3 и образующими полиномами $1+x+x^2$ и $1+x^2$ и скоростью кодирования поступает последовательность 0101110010. Изобразить треллис-диаграмму состояний кодера на десяти тактах.
 - 23 Определите помехоустойчивость когерентного приема ОФМ сигналов при их энергии $E = 20$ (мВ²с) и $N_0 = 20$ (мВ²/Гц)
 - 24 Определите помехоустойчивость когерентного приема ЧМ сигналов при их энергии $E = 625$ (мВ²с) и $N_0 = 200$ (мВ²/Гц).
 - 25 Определите помехоустойчивость когерентного приема ФМ сигналов при их энергии $E = 60$ (мВ²с) и $N_0 = 10$ (мВ²/Гц)
 - 26 Записать выражение для потенциальной помехоустойчивости основных видов цифровой модуляции АМ (при $S_0(t)=0$) ,ЧМ,ФМ,ОФМ.
Определить отношение сигнал/помеха в децибелах по экрану осциллографа , если
 - 27 переключатель вольт/деление находится в положении 0.2мВ и вход осциллографа закрыт конденсатором.
Фильтр согласован с сигналом -1,-1,-1,1,-1 при длительности такта Т . Изобразить
 - 28 импульсную характеристику согласованного фильтра. Рассчитать выходной сигнал фильтра при отсутствии помехи.
 - 29 Статистические критерии оптимального приема. Критерий максимума отношения правдоподобия.
 - 30 Принцип кодового уплотнения канала.
- Представленный по каждому вопросу перечень заданий является рабочей моделью для генерирования экзаменационных билетов.

4.3.Развернутые критерии выставления оценки

Таблица 5

Тип вопроса	Показатели оценки			
	5	4	3	2

Теоретические вопросы	тема разносторонне проанализирована, ответ полный, ошибок нет, предложены обоснованные аргументы и приведены примеры эффективности аналогичных решений	тема разносторонне раскрыта, ответ полный, допущено не более 1 ошибки, предложены обоснованные аргументы и приведены примеры эффективности аналогичных решений	тема освещена поверхностно, ответ полный, допущено более 2 ошибок, обоснованных аргументов не предложено	ответы на вопрос билета практически не даны
Практические вопросы	задание выполнено без ошибок, студент может дать все необходимые пояснения, сделать выводы	задание выполнено без ошибок, но студент не может пояснить ход выполнения и сделать необходимые выводы	задание выполнено с одной ошибкой, при ответе на вопрос ошибка замечена и исправлена самостоятельно	задание невыполнено или выполнено с двумя и более ошибками, пояснения к ходу выполнения недостаточны
Дополнительные вопросы	ответы даны на все вопросы, показан творческий подход	ответы даны на все вопросы, творческий подход отсутствует	ответы на дополнительные вопросы ошибочны (2 и более ошибок)	ответы на дополнительные вопросы практически отсутствуют
Уровень освоения	высокий	базовый	минимальный	недостаточный

Для получения оценки «зачтено» студент должен показать уровень освоения всех компетенций, предусмотренных программой данной дисциплины, не ниже минимального. Для получения оценки «отлично» студент должен показать высокий уровень освоения всех компетенций, предусмотренных программой данной дисциплины, оценки «хорошо» - базовый, оценки «удовлетворительно» - минимальный. В случае разноранговых оценок определения уровня освоения каждой из компетенций, общая оценка знаний по дисциплине детерминируется как:

- Отлично, - если ответ на практический вопрос и более половины всех ответов на вопросы, включая дополнительные, оценены на «5», остальные - на «4»
- Хорошо, - более половины ответов оценены на «4», остальные - на «5»; либо ответ на один теоретический вопрос оценен на «3», остальные - на «4» и «5»
- Удовлетворительно, - если два и более ответов на вопросы билета оценены на «3», и ни один из ответов не определен как «2»
- Неудовлетворительно, - если ответ на один из вопросов оценен на «2»

4.4.Комплект экзаменационных билетов

Комплект экзаменационных билетов ежегодно обновляется и формируется перед экзаменом.

Развернутые критерии выставления оценки за экзамен содержатся в таблице 5.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

5.1. Методические материалы для текущего контроля успеваемости

Текущий контроль предусматривает систематическое оценивание процесса обучения, с учетом необходимости обеспечения достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (уровня сформированности знаний, умений, навыков, компетенций), а также степени готовности обучающихся к профессиональной деятельности. Система текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов предусматривает решение следующих задач:

- оценка качества освоения студентами основной профессиональной образовательной программы;
- аттестация студентов на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующей основной профессиональной образовательной программы;
- поддержание постоянной обратной связи и принятие оптимальных решений в управлении качеством обучения студентов на уровне преподавателя, кафедры, факультета и университета.

В начале учебного изучения дисциплины преподаватель проводит входной контроль знаний студентов, приобретённых на предшествующем этапе обучения.

Задания, реализуемые только при проведении текущего контроля

Собеседование - это средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выявление объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., соответствующих освоению компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Проблематика, выносимая на собеседование, определяется преподавателем в заданиях для самостоятельной работы студента, а также на семинарских и практических занятиях. В ходе собеседования студент должен уметь обсудить с преподавателем соответствующую проблематику на уровне диалога и показать установленный уровень владения компетенциями.

Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

5.2. Методические материалы для промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации по дисциплине - курсовая работа, экзамен

Курсовая работа - продукт научно-исследовательской работы студента или аспиранта, получаемый в результате решения комплекса задач, предполагающих выполнение реферативных, расчетных и исследовательских заданий. Позволяет оценить:

- умения обучающихся ориентироваться в информационном пространстве и самостоятельно собирать материал, обрабатывать, анализировать его, делать соответствующие выводы;
- уровень сформированности навыков практического и творческого мышления, аналитических, исследовательских навыков.

Форма проведения экзамена: смешанная

Хорошо успевающим студентам, выполнившим все виды работ, предусмотренные рабочей программой дисциплины и не имеющим задолженности, деканатом факультета может быть разрешена сдача экзаменов досрочно с согласия экзаменатора, без освобождения студентов от текущих учебных занятий. Досрочная сдача экзаменов проводится не ранее, чем за 1 месяц до начала сессии. В период сессии досрочная сдача не разрешается. Решение о досрочной сдаче принимает декан факультета на основе личного заявления студента, согласованного с преподавателями дисциплин, выносимых на сессию.

Для подготовки к ответу на экзамене студенту рекомендуется использовать Перечень теоретических вопросов (заданий), выносимых на экзамен, разрешенных учебных и наглядных пособий, средств материально-технического обеспечения и типовые практические задания (задачи), перечисленных в п.4.2.

В экзаменационный билет входит теоретических вопроса: один – из минимального уровня, – из базового и одно практическое задание, характеризующее высокий уровень сформированности компетенций. Время подготовки ответа при сдаче в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Форма проведения зачета: смешанная

При подготовке к ответу на зачете студент, как правило, ведет записи в листе устного ответа, который затем (по окончании зачета) сдается экзаменатору.

Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины текущего семестра, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи, которые изучались на практических занятиях.

Основой для определения оценки служит уровень усвоения студентами материала, предусмотренного рабочей программой дисциплины. Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций у обучающихся, определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или «зачтено», «незачтено».

Выбор формы оценивания определяется целями и задачами обучения. В числе применяемых форм оценивания выделяют интегральную и дифференцируемую оценку, а также самоанализ и самоконтроль студента. Источники информации, которые используются при применении разных форм оценивания:

- работы обучающихся: домашние задания, презентации, отчеты, дневники, эссе и т.п.;
- результаты индивидуальной и совместной деятельности студентов в процессе обучения;
- результаты выполнения контрольных работ, тестов;

- другие источники информации.

Для того чтобы оценка выполняла те функции, которые на нее возложены как на характеристику этапов формирования компетенций у обучающихся, необходимо соблюдение следующих базовых принципов оценивания:

- непрерывность процесса оценивания;
- оценивание должно быть критериальным, основанным на целях обучения;
- критерии выставления оценки и алгоритм ее выставления должны быть заранее известны;
- включение обучающихся в контрольно-оценочную деятельность.

Конечный результат обучения (с точки зрения соответствия его заявленным целям) в высокой степени определяется набором критериальных показателей, которые используются в процессе оценки.

Студенту, использующему в ходе экзамена неразрешенные источники и средства для получения информации, выставляется неудовлетворительная оценка. В случае неявки студента на экзамен, преподавателем делается в экзаменационной ведомости отметка «не явился». Пересдача экзамена в целях повышения положительной оценки не допускается.