

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от « 25 » мая 2018 № 414-1

Б1.Б.1.35 Теория передачи сигналов

рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов
Специализация – № 1 «Электроснабжение железных дорог»

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения
Форма обучения – заочная
Нормативный срок обучения – 6 лет
Кафедра - разработчик программы – «Автоматика, телемеханика и связь»

Общая трудоемкость в з.е. – 10 Формы промежуточной аттестации:
Часов по учебному плану – 360 зачет 4, экзамен 4, курсовая работа 4

Распределение часов дисциплины

Курс	4	Итого
Вид занятий	Часов по учебному плану	
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	40	40
– лекции	18	18
– практические (семинарские)	10	10
– лабораторные	12	12
Самостоятельная работа	298	298
Зачет	4	4
Экзамен	18	18
Итого	360	360

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель освоения дисциплины	
1	Сформировать у студентов правильное профессиональное представление о таких понятиях как «информация», «данные», «сигнал», «сообщение», «дискретные и непрерывные источники информации», о характеристиках сигнала как переносчика информации.
1.2 Задачи освоения дисциплины	
1	Обучить студентов методам измерения и расчета количества информации.
2	Научить студентов теоретическим основам спектрального анализа сигналов, методам расчета преобразования сигналов в линейных и нелинейных электрических цепях и элементам теории помехоустойчивости.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
1	Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знания математики, физики и электротехники, а также умения работать на персональном компьютере, пользоваться операционной системой, основными офисными приложениями.
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Дисциплина является предшествующей для дисциплин: Б1.Б.1.ДС.04 «Передача дискретных сообщений на железнодорожном транспорте», Б1.В.01 «Каналообразующие устройства систем связи», Б1.В.ДВ.03.01 «Системы железнодорожной связи», Б1.В.ДВ.03.01 «Электропитающие устройства связи», Б1.Б.1.ДС.02 «Линии связи», Б1.В.ДВ.02.01 «Системы передачи информации», Б1.Б.1.33 «Теоретические основы автоматики и телемеханики», Б1.Б.1.34 «Теория линейных электрических цепей».

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
ОПК-10 ; способностью применять знания в области электротехники и электроники для разработки и внедрения технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	общие сведения о преобразовании дискретных сообщений в первичные электромагнитные сигналы
Уметь	выбирать способы преобразования дискретных сообщений в электрические сигналы
Владеть	навыками организации систем передачи дискретных сообщений
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	принципы преобразования первичных электромагнитных сигналов в высокочастотные сигналы линейных трактов
Уметь	составлять структурные схемы модуляторов
Владеть	навыками синтеза модуляторов
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	принципы и алгоритмы обработки информационных сигналов на фоне помех
Уметь	составлять структурные и принципиальные схемы оптимальных приемников
Владеть	навыками разработки схем оптимальных приемников

ОПК-12; владением основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	общие сведения о кодировании дискретных сообщений
Уметь	выбирать способы преобразования непрерывных (аналоговых) сигналов в дискретные
Владеть	навыками организации систем передачи дискретной информации
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	алгоритмы экономного (статистического) кодирования
Уметь	использовать различные алгоритмы сжатия дискретных сообщений
Владеть	навыками работы с системами преобразования непрерывных сигналов в цифровые
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	основы теории помехоустойчивого кодирования
Уметь	выбирать и применять помехоустойчивые коды
Владеть	основными методами помехоустойчивого кодирования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать	
1	основы теории информации
2	основы теории детерминированных сигналов
3	спектральный и корреляционный анализ детерминированных сигналов
4	модулированные сигналы
5	сигналы с ограниченным спектром, теорему Котельникова
6	преобразование детерминированных сигналов в линейных и нелинейных цепях
7	модели случайных сигналов и помех
8	преобразование характеристик случайных сигналов в линейных и нелинейных цепях
9	методы обнаружения и различения информационных сигналов на фоне помех
Уметь	
1	оценивать количество информации в дискретном сообщении
2	разлагать сигналы в обобщенный ряд Фурье по базисному набору ортонормированных сигналов
3	находить амплитудный и фазовый спектр сигналов
4	анализировать спектры модулированных сигналов
5	определять амплитудный спектр дискретизированных сигналов с ограниченным спектром
6	вычислять сигнал по входному на выходе линейной цепи
7	вычислять статистические характеристики случайных сигналов
8	получать статистические характеристики случайных сигналов после прохождения линейных и нелинейных цепей
9	синтезировать оптимальный приемник для различения известных сигналов на фоне помех
Владеть	
1	различными методами кодирования дискретных сообщений
2	методом спектрального анализа детерминированных сигналов
3	принципами построения различных амплитудных модуляторов
4	способами создания сигналов с угловой модуляцией
5	методами восстановления исходного аналогового сигнала по дискретизированному сигналу
6	методом спектрального анализа преобразования сигналов в линейных цепях
7	корреляционным анализом при преобразованиях случайных сигналов
8	способом обнаружения сигнала на фоне помех с помощью согласованного фильтра
9	методом оценки потенциальной помехоустойчивости при различении сигналов на фоне помех

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование разделов и тем /вид занятия/	Се- местр	Часы	Код компе- тенции	Учебная литерату- ра, ресурсы сети «Интернет»
Раздел 1. Количественная мера информации и информаци- онные характеристики каналов связи.				
Вероятностные аспекты в определении количества информа- ции. Мера количества информации в дискретном сообщении. Энтропия дискретного источника с независимым выбором со- общений. Энтропия дискретного источника с зависимыми со- общениями. Пропускная способность дискретного канала. Пропускная способность для симметричного канала без памя- ти./Лек/	7	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1, Л1.4, Л3.1
Определение энтропии дискретного источника с независимым набором сообщений и с зависимыми сообщениями. Потери информации (ненадежность канала) и помехи в канале. Про- пускная способность дискретного канала. Практические ас- пекты применения теорем Шеннона /Пр/	7	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1, Л3.1
Проработка лекционного материала. Изучение теоретического материала самостоятельно: способы оценки пропускной способности для каналов с памятью./Ср./	7	50	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1, Л3.1

Раздел 2. Основы общей теории детерминированных сигналов. Спектральный и корреляционный анализ детерминированных сигналов.				
Классификация детерминированных сигналов. Динамическое представление сигналов. Интеграл Дюамеля. Ортогональные сигналы. Ортогональные базисы сигналов. Обобщенные ряды Фурье. Энергия сигнала, представленного в форме обобщенного ряда Фурье. Спектральный анализ непериодических сигналов. Преобразование Фурье и понятие спектральной плотности сигналов. Обратное преобразование Фурье. /Лек/	7	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4
Построение ортогональных базисов. Базис гармонических сигналов на ограниченном интервале времени. Периодические сигналы и ряды Фурье. Определение амплитудного и фазового спектров некоторых сигналов. //Пр./	7	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4, Л3.1
Лабораторная работа №1 «Исследование свойств ортогональности сигналов»./Лаб./	7	1	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4, Л.3.3
Лабораторная работа №2 «Исследование спектров сигналов»./Лаб./	7	1	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4, Л.3.3
Проработка лекционного материала. Изучение теоретического материала самостоятельно.	7	50	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4, Л.3.3
Раздел 3. Модулированные сигналы. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова.				
Аналоговые непрерывные виды модуляции гармонического колебания. Спектры сигналов с амплитудной и угловой модуляцией/Лек./	7	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4,
Ортогональные сигналы с ограниченным спектром. Построение ортонормированного базиса и ряд Котельникова. Дискретизация по времени сигналов с ограниченным спектром. Спектр дискретизированных сигналов. Условие Котельникова на частоту дискретизации./Лек./	7	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4, Л.3.3
Лабораторная работа №3 «Дискретизация непрерывных сигналов (Теорема Котельникова)»./Лаб./	7	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4, Л.3.3
Проработка лекционного материала. Изучение теоретического материала самостоятельно. / Ср./	7	52	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4, Л.3.3
Раздел 4. Преобразование детерминированных сигналов в линейных и нелинейных цепях				
Линейные и нелинейные цепи. Основы теории линейных систем с постоянными параметрами. Комплексная частотная характеристика линейной цепи и ее связь с импульсной характеристикой. Спектральный метод анализа прохождения сигналов через линейные цепи. Вычисление сигнала на выходе линейной цепи./Лек./	8	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4
Лабораторная работа № 4 «Корреляционный анализ детерминированных сигналов»./Лаб./	8	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4
Вычисление сигнала на выходе линейных цепей по известному сигналу на входе./Пр./	8	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4, Л3.1

Безынерционные нелинейные двухполосники. Спектральный состав тока в безынерционном нелинейном элементе при гармоническом входном сигнале. Нелинейные преобразования суммы нескольких гармонических сигналов. Комбинационные частоты. Получение модулированных сигналов. Принцип работы амплитудного модулятора. Получение сигнала с балансной модуляцией. Получение сигналов с угловой модуляцией. Амплитудное, фазовое и частотное детектирование./Лек./	8	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4,
Вычисление амплитуд кратных гармоник и определение комбинационных частот. /Пр./	8	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4
Проработка лекционного материала. Работа над курсовой работой. Изучение теоретического материала самостоятельно: Нелинейные резонансные усилители и умножители частот. /Ср./	8	50	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4, Л3.3
Раздел 5. Статистические характеристики случайных сигналов и их преобразования при прохождении случайных сигналов через линейные и нелинейные цепи..				
Основные вероятностные аспекты. Моментные функции случайных процессов. Эргодические процессы. Корреляционная теория стационарных случайных процессов. Теорема Хинчина – Винера. Понятие белого шума /Лек./	8	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4,
Вычисление различных статистических характеристик случайных сигналов. Построение схем простейших цепей оптимального приемника для различения двух известных сигналов на фоне помех. Вычисление вероятности ошибки для оптимального приемника при разных реализациях информационных сигналов. /Пр./	8	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4
Лабораторная работа № 5. «Исследование законов распределения случайных сигналов»./Лаб./	8	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4, Л3.3
Лабораторная работа № 6. «Исследование прохождения случайных сигналов через линейные и нелинейные цепи»./Лаб./	8	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4, Л3.3
Проработка лекционного материала. Работа над курсовой работой. Изучение теоретического материала самостоятельно: Квазислучайные процессы / Ср./	8	50	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4, Л3.3
Раздел 6. Согласованный фильтр и оптимальный приемник для обнаружения и различения сигналов на фоне помех.				
Частотный коэффициент передачи и импульсная характеристика согласованного фильтра. Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра. Построения согласованных фильтров. Согласованный фильтр для прямоугольного видеосигнала. Лек/	8	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4,

Оптимальный приемник Котельникова. Критерий принятия решения по максимуму апостериорной вероятности. Оптимальный алгоритм приема при полностью известных сигналах (когерентный прием). Структурная схема и схема простейшей цепи оптимального приемника для различения двух известных сигналов на фоне помех. Оптимальный приемник на основе согласованных фильтров. Потенциальная помехоустойчивость оптимального приемника для двоичной системы передачи. Вероятность ошибки/Лек./	8	2	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4,
Проработка лекционного материала. Работа над курсовой работой. / Ср./	8	46	ОПК-10, ОПК-12	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разработан в соответствии с Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.312000.06.7.188-2017.

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по данной дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Горелов Г.В., Фомин А.Ф., Волков А.А., Котов В.К.	Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте: учеб.	М: УМЦ по обр. на Ж-д трансп., 2013	30
Л1.2	С.И. Баскаков	Радиотехнические цепи и сигналы: учеб.	М: Издательство Высшая школа 2003	50
Л1.3	И.С. Гоноровский	Радиотехнические цепи и сигналы: учебное пособие	М: «Дрофа», 2006	48
Л1.4	Н. Ф. Семенюта, И. А. Здоровцов	История электрической связи на железнодорожном транспорте (прошлое, настоящее и будущее)	М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп. 2008	16

6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	В. А. Кудряшов, А. Д. Моченов.	Транспортная связь, учебное пособие	М: «Маршрут», 2005	78

6.1.3 Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн

ЛЗ.1	В.А. Григоров	Теория передачи сигналов (Конспект лекций): Иркутск, СДО «Стрела»	ИрГУПС , 2012	100% онлайн
ЛЗ.2	В.А. Григоров	«Теоретические основы транспортной связи». Задание на контрольную работу (для студ. 2-3 к. специальности «Автоматика, телемеханика и связь на ж.д. транспорте»: Иркутск, СДО «Стрела»	ИрГУПС 2012	100% онлайн
ЛЗ.3	В.М. Бардаков В.А. Григоров	Методические указания для лабораторных работ по дисциплине «Теория передачи сигналов»: Иркутск, СДО Moodle ИрГУПС	ИрГУПС 2015	100% онлайн
ЛЗ.4	Бардаков В.М., Григоров В.А.	Задание для курсовой работы с методическими указаниями по дисциплине «Теория передачи сигналов»: Иркутск, СДО Moodle ИрГУПС	ИрГУПС 2015	100% онлайн
6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э.1	Сайт д.т.н., профессора Санкт-Петербургского университета телекоммуникаций им. проф. Бонч-Бруевича Кунегина Сергея Владимировича: http://kunegin.narod.ru .			
6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)				
6.3.1 Перечень базового программного обеспечения				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия №44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional количество – 100, лицензия №49379844;			
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, лицензия №48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО , https://ru.libreoffice.org			
6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения				
6.3.2.1	Низкочастотный компьютерный спектроанализатор «Spectralab»			
6.3.2.2	Electronic Workbench			
6.3.2.3	Пакет программ «Редактирование и обработка сигналов» (EDSW)			
6.3.3 Перечень информационных справочных систем				
6.3.3.1	Официальный сайт международного союза электросвязи: http://www.itu.int/ru			
6.3.3.2	Крупнейший портал связистов и других железнодорожников: http://scbist.com/			
6.4. Правовые и нормативные документы				
6.4.1	Не предусмотрены			

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
1	Корпуса А,Б,В,Г,Д,Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул Чернышевского, д. 15; корпус Л-по адресу г. Иркутск , ул. Лермонтова, д.80;
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсового проекта), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий семинарского типа имеются учебно-наглядные пособия (плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещение для хранения профилактического учебного оборудования – А-521.
3	Учебная лаборатория «АРМ кафедры Автоматика, телемеханика и связь», аудитория Д810. Оснащение лаборатории: 1. Компьютер DEPO Neos 260SE – 11 штук, 2005 год выпуска. 2. Компьютер ПВЭМ Depo290/2.67/256/80/17" – 4 штуки, 2006 год выпуска.
4	Учебная лаборатория «Каналообразующая аппаратура и теория передачи сигналов», аудитория Д812. Оснащение лаборатории: 1. ПЭВМ Celeron-430/80 Gb/512 Mb/3,5/SVGA/DVD/ Sound/ Net/500 RS/17" - 4 шт.,

	<p>2007 г.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Лабораторная установка ТЭС – 4 шт., 2001 г. 3. Осциллограф PCSU1000@Velleman – 1шт., 2009г. 4. Осциллограф С1-137 1 - 1 шт., 1994 г. 5. Осциллограф 2-х канальный – 3 шт., 2001 г.
5	<p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС.</p> <p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507.

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.</p>
Практическое занятие	<p>Практические занятия, являясь дополнением к лекционному курсу, закладывают и формируют основы квалификации специалиста. Практическое занятие проводится под руководством преподавателя и направлено на углубление знаний, привитие навыков самостоятельной работы в ходе выполнения расчетов, использования таблиц, справочников и др. Успех практического занятия зависит от теоретической, практической и методической подготовленности преподавателя, его организаторской работы по подготовке занятия, от методического обеспечения, а также от степени подготовленности студентов, их активности на занятии. При подготовке к практическому занятию студенты должны изучить лекционный материал и проработать рекомендованную литературу по теме занятия. В ходе занятия преподаватель может осуществить текущий контроль знаний и умений.</p>
Лабораторное занятие	<p>Лабораторные занятия служат для углубления и закрепления теоретических знаний, формирования умений и навыков. На лабораторных занятиях проводится исследование реального оборудования, прививаются навыки работы с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Для всех лабораторных занятий составляются методические указания к выполнению лабораторных работ, доступных в библиотеке и информационной среде Интернет.</p> <p>Успех лабораторных занятий зависит от теоретической, практической и методической подготовленности преподавателя, его организаторской работы по подготовке занятия, от состояния лабораторной базы и методического обеспечения, а также от степени подготовленности обучающихся, их активности на занятии.</p> <p>Обработка результатов эксперимента выполняется либо в день выполнения работы, либо во время самостоятельной работы. После чего оформляется индивидуальный отчет о выполненной работе. Отчет может состоять из трех частей. В первой части указываются наименование и цель работы, дается описание систем, на которых проводится эксперимент, приводится структурная или принципиальная схема стенда. Во второй части представляются опытные данные и результаты вычислений. По результатам наблюдений и вычислений строятся графики, позволяющие произвести анализ исследуемого явления. В третьей части даются выводы по результатам выполненной работы. Лабораторный практикум заканчивается защитой результатов работы. Требования к содержа-</p>

	<p>нию отчета изложены в учебно-методическом пособии для выполнения лабораторных работ по данной дисциплине.</p>
Курсовой проект	<p>Изучение научной, учебной, нормативной и другой литературы. Отбор необходимого материала; формирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по решению поставленной задачи; проведение практических исследований по заданной теме. Инструкция по выполнению требований к оформлению курсового проекта (Положение «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции).</p>
Самостоятельная работа	<p>Цель самостоятельной работы: овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности. Самостоятельная работа способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.</p> <p>Основной формой самостоятельной работы является изучение учебного материала дисциплины по конспекту лекций, при необходимости его дополнение по рекомендованной литературе. Для работы с рекомендованной литературой в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги, а так же ресурсы сети Интернет. Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после полного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).</p> <p>Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач возникают вопросы необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения.</p>
Экзамен	<p>К экзамену допускаются обучающиеся, которые прошли все этапы текущего контроля (успешно работали на практических занятиях, выполнили и защитили лабораторные работы, курсовой проект). Непосредственная подготовка к экзамену осуществляется по вопросам к экзамену.</p> <p>Экзамен проводится в устной форме. Перечень экзаменационных вопросов предоставляется студентам заранее..</p> <p>При подготовке к экзамену обучающийся должен тщательно изучить формулировку каждого вопроса, вникнуть в его суть, составить план ответа. Ответ должен быть полным и аргументированным. Необходимо отметить для себя пробелы в знаниях, которые следует ликвидировать в ходе подготовки, а так же в ходе экзаменационной консультации.</p> <p>Для подготовки ответа на экзамене отводится 30-40 минут. Обучающимся на экзамене запрещено пользоваться сотовыми телефонами, шпаргалками, учебниками и другими «вспомогательными» средствами.</p> <p>Выбрав билет, внимательно прочитайте вопросы. Подготовку ответа начинайте с того вопроса, который знаете лучше, это экономит ваше время для обдумывания других вопросов экзаменационного билета. Рекомендуется излагать ответ своими словами, не зачитывая того, что подготовлено письменно. Внимательно слушайте дополнительный вопрос экзаменатора. Если затрудняетесь ответить сразу, не торопитесь, обдумайте ответ.</p> <p>Оценка выставляется в соответствии с критериями оценивания, определенными в фонде оценочных средств (Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины).</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИР-ГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Теория передачи сигналов» участвует в формировании компетенций:

ОПК-10: способностью применять знания в области электротехники и электроники для разработки и внедрения технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации;

ОПК-12; владением основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия

Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ОПК-10, ОПК-12_ при освоении образовательной программы

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин (модулей)/ практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ОПК-10	Способностью применять знания в области электротехники и электроники для разработки и внедрения технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации	Б1.Б.1.18 Теория дискретных устройств	3	2
		Б1.Б.1.20 Электроника	4	3
		Б1.Б.1.21 Теоретические основы электротехники	2,3,4	1,2,3
		Б1.Б.1.28 Электрические машины	5	4
		Б1.Б.1.31 Теория автоматического управления	5	4
		Б1.Б.1.32 Микропроцессорные информационно-управляющие системы	7,8	6,7
		Б1.Б.1.3 Теоретические основы автоматизации и телемеханики	6	5
		Б1.Б.1.34 Теория линейных электрических цепей	4	3
		Б1.Б.1.35 Теория передачи сигналов	4,5	3,4
		Б1.Б.1.39 Электропитание и электроснабжение нетяговых потребителей	6,7	5,6
		Б1.Б.1.44 Электрические измерения	6	5
			Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	10
ОПК-12	Владением основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия	Б1.Б.1.15 Механика	2	1
		Б1.Б.1.20 Электроника	4	3
		Б1.Б.1.21 Теоретические основы электротехники	2,3,4	1,2,3
		Б1.Б.1.28 Электрические машины	5	4
		Б1.Б.1.32 Микропроцессорные информационно-управляющие системы	7,8	5,6
		Б1.Б.1.34 Теория линейных электрических цепей	4	3
		Б1.Б.1.35 Теория передачи сигналов	4,5	3,4
		Б1.Б.1.40 Электромагнитная совместимость и средства защиты	8,9	6,7
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	10	8

Таблица соответствия уровней освоения компетенций ОПК-10, ОПК-12 планируемым результатам обучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)			
ОПК-10	Способностью применять знания в области электротехники и электроники для разработки и внедрения технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации	1. Количественная мера информации. 2. Информационные характеристики каналов связи. 3. Основы общей теории детерминированных сигналов. 4. Спектральный и корреляционный анализ детерминированных сигналов. 5. Модулированные сигналы. 6. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. 7. Преобразование детерминированных сигналов в линейных и нелинейных цепях. 8. Дискретизация и кодирование аналоговых сигналов. 9. Модели случайных сигналов и помех. 10. Преобразование характеристик случайного процесса в линейных и нелинейных цепях. 11. Согласованный фильтр для обнаружения сигналов на фоне помех. 12. Различение сигналов на фоне помех.	Минимальный уровень	Знать: общие сведения о преобразовании дискретных сообщений в первичные электромагнитные сигналы Уметь: выбирать способы преобразования дискретных сообщений в электрические сигналы Владеть: навыками организации систем передачи дискретных сообщений			
			Базовый уровень	Знать: принципы преобразования первичных электромагнитных сигналов в высокочастотные сигналы линейных трактов Уметь: составлять структурные схемы модуляторов Владеть: навыками синтеза модуляторов			
			Высокий уровень	Знать: принципы и алгоритмы обработки информационных сигналов на фоне помех Уметь: составлять структурные и принципиальные схемы оптимальных приемников Владеть: навыками разработки схем оптимальных приемников			
			ОПК-12	Владением основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия	1. Количественная мера информации. 2. Информационные характеристики каналов связи. 3. Основы общей теории детерминированных сигналов. 4. Спектральный и корреляционный анализ детерминированных сигналов. 5. Модулированные	Минимальный уровень	Знать: общие сведения о кодировании дискретных сообщений Уметь: выбирать способы преобразования непрерывных (аналоговых) сигналов в дискретные Владеть: навыками организации систем передачи дискретной информации
						Базовый уровень	Знать: алгоритмы экономного (статистического) кодирования

		<p>сигналы.</p> <p>6. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова.</p> <p>7. Преобразование детерминированных сигналов в линейных и нелинейных цепях.</p> <p>8. Дискретизация и кодирование аналоговых сигналов.</p> <p>9. Модели случайных сигналов и помех.</p> <p>10. Преобразование характеристик случайного процесса в линейных и нелинейных цепях.</p> <p>11. Согласованный фильтр для обнаружения сигналов на фоне помех.</p> <p>12. Различение сигналов на фоне помех.</p>	Высокий уровень	<p>Уметь: использовать различные алгоритмы сжатия дискретных сообщений</p>
				<p>Владеть: навыками работы с системами преобразования непрерывных сигналов в цифровые</p>
				<p>Знать: основы теории помехоустойчивого кодирования</p>
				<p>Уметь: выбирать и применять помехоустойчивые коды</p>
				<p>Владеть: основными методами помехоустойчивого кодирования</p>

**Программа контрольно-оценочных мероприятий
за период изучения дисциплины**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема/раздел дисциплины, компетенция и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)	
4 семестр					
1	3-4	Текущий контроль	Лабораторная работа 1 «Изучение источника сигналов. Измерение характеристик сигналов с помощью осциллографа».	ОПК-10 ОПК-12	Защита лабораторной работы (устно)
2	5-6	Текущий контроль	Тест по разделу 1 «Количественная мера информации» и разделу 2 «Информационные характеристики каналов связи»	ОПК-10 ОПК-12	Тест (письменно)
3	5-6	Текущий контроль	Лабораторная работа 2 «Исследование свойств ортогональности сигналов».	ОПК-10 ОПК-12	Защита лабораторной работы (устно)
4	7-8	Текущий контроль	Лабораторная работа 3 «Исследование спектров сигналов».	ОПК-10 ОПК-12	Защита лабораторной работы (устно)
5	9-10	Текущий контроль	Лабораторная работа 4 «Исследование спектров модулированных сигналов»	ОПК-10 ОПК-12	Защита лабораторной работы (устно)
6	11-12	Текущий контроль	Раздел 3 «Основы общей теории детерминированных сигналов» и Раздел 4 «Спектральный и корреляционный анализ детерминированных сигналов»	ОПК-10 ОПК-12	Коллоквиум (устно)
7	13-16	Текущий контроль	Лабораторная работа 5 «Дискретизация непрерывных сигналов (Теорема Котельникова)»	ОПК-10 ОПК-12	Защита лабораторной работы (устно)

8	17-18	Текущий контроль	Раздел 5 «Модулированные сигналы» и Раздел 6 «Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова»	ОПК-10 ОПК-12	Собеседование (устно)
9	18	Промежуточная аттестация – Зачет	Разделы 1-6	ОПК-10 ОПК-12	Собеседование (устно)
5 семестр					
1	1-4	Текущий контроль	Лабораторная работа 6 «Гармонический синтез периодических сигналов».	ОПК-10 ОПК-12	Защита лабораторной работы (устно)
2	5-6	Текущий контроль	Раздел 7 «Преобразование детерминированных сигналов в линейных и нелинейных цепях».	ОПК-10 ОПК-12	Тест (письменно)
3	7-8	Текущий контроль	Лабораторная работа 7 «Исследование спектров периодических сигналов».	ОПК-10 ОПК-12	Защита лабораторной работы (устно)
4	9-10	Текущий контроль	Лабораторная работа 8 «Корреляционный анализ детерминированных сигналов».	ОПК-10 ОПК-12	Защита лабораторной работы (устно)
5	10-13	Текущий контроль	Разделы 9 и 10.	ОПК-10 ОПК-12	Собеседование (устно)
6	11-12	Текущий контроль	Лабораторная работа 9 «Дискретизация непрерывных сигналов во времени»	ОПК-10 ОПК-12	Защита лабораторной работы (устно)
7	13-14	Текущий контроль	Лабораторная работа 10. «Исследование законов распределения случайных сигналов».	ОПК-10 ОПК-12	Защита лабораторной работы (устно)
8	15-16	Текущий контроль	Лабораторная работа 11 «Исследование прохождения случайных сигналов через линейные и нелинейные цепи».	ОПК-10 ОПК-12	Защита лабораторной работы (устно)
9	17-18	Текущий контроль	Разделы 11 и 12.	ОПК-10 ОПК-12	Собеседование (устно)
10	17-18	Промежуточная аттестация – защита курсовой работы	Разделы 1 -1 2	ОПК-10 ОПК-12	Собеседование (устно)
11		Промежуточная аттестация – Экзамен	Разделы 1 - 12	ОПК-10 ОПК-12	Экзамен (устно)

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

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины (не менее двух вариантов)
2	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы по темам/разделам дисциплины

3	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
5	Зачёт	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к зачёту
6	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к экзамену

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»		Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый

«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Контрольная работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

Коллоквиумов, собеседования

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»	Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»	Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий
«неудовлетворительно»	Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ Не было попытки выполнить задание

Защита лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

3 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

3.1 Перечень заданий для выполнения лабораторных работ

Лабораторная работа №1 "Исследование свойств ортогональности гармонических сигналов"

Цель работы

Экспериментальное исследование условий, при которых обеспечивается ортогональность гармонических сигналов.

Лабораторное задание

Исследовать ортогональность гармонических сигналов с различными частотными и фазовыми соотношениями.

Контрольные вопросы

1. Какие способы представления сигналов Вам известны?
2. С какой целью введено понятие многомерного пространства?
3. Какое пространство называют
 - линейным;
 - метрическим;
 - евклидовым.
4. Каков смысл понятий "норма" и "расстояние" в применении к сигналам?

5. Какой смысл имеет понятие "скалярное произведение" в применении к сигналам.
6. От чего зависит угол между векторами, отображающими сигналы в многомерном пространстве?
7. Как Вы представляете себе ортогональные сигналы (приведите несколько примеров).
8. От каких параметров зависит скалярное произведение гармонических сигналов?
9. Какую роль может играть начальная фаза одного из гармонических сигналов в оценке их скалярного произведения?
10. Какую роль в оценке ортогональности сигналов играет время интегрирования (T)?
11. Как с помощью понятия "расстояние" можно оценить помехоустойчивость системы связи?

Лабораторная работа №2 "Исследование спектров сигналов"

Цель работы

Исследование формы и спектра гармонических сигналов и периодических последовательностей импульсов. Формирование навыков спектрального анализа сигналов на ПК.

Лабораторное задание

1. Наблюдать осциллограммы и измерить спектры простых гармонических сигналов.
2. Исследовать форму и спектры сложных гармонических сигналов.
3. Исследовать связь формы и спектра периодических последовательностей прямоугольных импульсов.

Контрольные вопросы

1. Какова математическая связь формы периодического сигнала и его спектра?
2. То же для непериодических (однократных) сигналов.
3. Что такое прямое и обратное преобразование Фурье?
4. В каких случаях можно применить ряд Фурье для спектрального анализа?
5. Меняется ли спектр сложного сигнала при прохождении его через линейную цепь (например, ФНЧ)?
6. Меняется ли форма моногармонического сигнала при прохождении его через ФВЧ?
7. Меняется ли форма сложного сигнала при прохождении его через линейный четырёх-полюсник?
8. Что такое спектральная плотность амплитуд?
9. Влияет ли фазовый спектр сигнала на его форму?
10. От каких параметров сигнала зависит спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов?
11. Как связана длительность сигнала и ширина его спектра?
12. Имеется ли связь между периодом сложного сигнала и нижней частотой его спектра?

Лабораторная работа №3 "Исследование спектров модулированных сигналов"

Цель работы

Изучение модулированных сигналов в цифровых системах связи для разных видов модуляции (манипуляции) - АМ, ЧМ, ФМ при периодических модулирующих сигналах.

Лабораторное задание

1. Изучите спектры амплитуд низкочастотных цифровых сигналов.
2. Исследуйте форму и спектр модулированных сигналов при АМ, ЧМ, ФМ.

Контрольные вопросы

1. Как рассчитать спектр периодического сигнала?
2. Изобразите спектр одиночного прямоугольного импульса. Как он изменится при увеличении длительности импульса?
3. От чего зависит огибающая спектра периодически повторяющегося прямоугольного импульса?
4. Как рассчитать спектр кодовой комбинации 10110, повторяющейся с периодом T_0 . В чем идея такого расчета?
5. Изобразите модулированный сигнал (с одним из видов модуляции) при подаче на вход модулятора цифрового сигнала 01101.
6. В чем отличие спектров модулирующих и модулированных сигналов (на примере одного из видов модуляции)?
7. Как изменится спектр модулированного сигнала при изменении несущей частоты на 1кГц?

Лабораторная работа №4 "Дискретизация непрерывных сигналов во времени(теорема Котельникова)"

Цель работы

Исследование процессов дискретизации и восстановления непрерывных сигналов.

Лабораторное задание

1. Произвести дискретизацию одного из сложных сигналов (s_1 , s_2 или s_3).
2. Исследовать спектры исходного и дискретизированного сигналов.
3. Исследовать частотные и импульсные характеристики фильтров – восстановителей.
4. Исследовать процесс восстановления дискретизированных сигналов.

Контрольные вопросы

1. Каков практический смысл в дискретизации аналоговых сигналов?
2. Сформулируйте теорему Котельникова.
3. При каких условиях теорема Котельникова гарантирует двойное преобразование сигналов (дискретизация и восстановление) без искажений?
4. Могут ли быть дискретизированы и затем восстановлены импульсы прямоугольной формы?
5. Каков алгоритм восстановления дискретизированного сигнала?
6. Какова роль ряда Котельникова в объяснении процесса восстановления сигнала?
7. Что такое базисная функция?
8. Какую функцию выполняет ФНЧ?
9. С какой целью в работе исследовались спектры исходного и дискретизированного сигналов?
10. Можно ли произвольно увеличивать или уменьшать Δt между отсчетами? К чему это может привести?
11. В чем отличие идеального и реального ФНЧ?
12. С чем связана необходимость корректировать значение частоты дискретизации?
13. Как Вы представляете себе процесс дискретизации аналогового сигнала? Какие функциональные узлы для этого необходимы?
14. Все ли аналоговые сигналы могут быть:
 - дискретизированы во времени;
 - восстановлены после дискретизации.
15. Назовите причины, вызывающие искажения при восстановлении дискретизированных сигналов.

Лабораторная работа №5 "Преобразование формы и спектра сигналов безинерционным нелинейным элементом "

Цель работы

Изучение формы и спектра сигналов на выходе резистивной цепи, содержащей нелинейный безинерционный элемент при моно- и бигармоническом воздействии.

Лабораторное задание

1. Снимите и постройте вольтамперную характеристику нелинейного элемента.
2. Исследуйте преобразование формы и спектра моногармонического сигнала на квадратичном участке вольтамперной характеристики нелинейного элемента.
3. Исследуйте преобразование формы и спектра бигармонического сигнала на квадратичном участке вольтамперной характеристики нелинейного элемента.
4. Выполните исследования по пунктам 2 и 3 для кусочно-параболического участка характеристики.

Контрольные вопросы

1. Каковы характерные особенности спектров тока, протекающего через нелинейный безынерционный элемент, при моно- и бигармоническом воздействиях?
2. Что называется порядком комбинационного колебания? Поясните примером.
3. Какова связь между наивысшим порядком комбинационного колебания и степенью полинома, аппроксимирующего характеристику нелинейного элемента?

4. Перечислите наиболее часто применяемые методы спектрального анализа колебаний на выходе безынерционных нелинейных преобразователей. Укажите, при каких видах аппроксимации целесообразно применять каждый из них.

5. Что называется углом отсечки, как определить его по осциллограмме сигнала и как выразить аналитически?

6. Характеристика нелинейного элемента аппроксимирована ломаной линией. Входное воздействие представляет собой сигнал вида $u = E_{CM} + U_m \cos \omega t$. Пользуясь системой трех координатных плоскостей, покажите, как следует выбрать E_{CM} и U_m , чтобы: а) ток по форме повторял форму входного сигнала; б) ток принял форму косинусоидальных импульсов с углом отсечки 90° .

8. Как практически изменить положение рабочей точки на сток-затворной характеристике полевого транзистора?

9. Перечислите все составляющие спектра тока, если на вход нелинейного элемента с параболической (квадратичной) ВАХ подать гармонические сигналы с частотами 5 и 6кГц.

10. То же для случая аппроксимации ВАХ степенным полиномом третьей степени.

11. Как изменится спектральный состав тока, если амплитуду входного напряжения уменьшить в 10 раз?

Лабораторная работа №6 "Амплитудная модуляция "

Цель работы

Исследование процесса амплитудной модуляции, получение статической модуляционной характеристики и выбор оптимального режима работы модулятора.

Лабораторное задание

1. Получите статическую модуляционную характеристику устройства.
2. Определите величины напряжений, необходимых для получения колебаний с наибольшей глубиной модуляции без заметных искажений.
3. Исследуйте форму и спектр колебаний в оптимальном режиме, а также при различных отклонениях от этого режима.

Контрольные вопросы

1. Что такое амплитудная модуляция? Запишите аналитическое выражение АМ сигнала.
2. Какая форма ВАХ нелинейного элемента является наилучшей для получения АМ сигналов?
3. Что такое глубина модуляции?
4. Как измерить глубину модуляции по временной диаграмме АМ сигнала или по спектру?
5. Как связаны между собой ширина спектра модулирующего и ширина спектра модулированного сигнала при АМ?
6. Как распределяется мощность между составляющими АМ сигнала?
7. Изобразите простейшую схему амплитудного модулятора.
8. Какова роль нагрузки амплитудного модулятора?
9. Что такое статическая модуляционная характеристика? Как по статической модуляционной характеристике выбрать режим работы модулятора?
10. Как по статической модуляционной характеристике определить максимальную девиацию амплитуды? Максимальную глубину модуляции?
11. Изобразите спектр сложного АМ сигнала, в котором модулирующий сигнал состоит из первых трех гармоник частоты $F=1\text{кГц}$.
12. Изобразите векторные диаграммы для сигналов обычной АМ, балансной АМ, однополосной АМ.
13. Дайте определение балансной модуляции. Изобразите временную и спектральную диаграммы сигнала балансной модуляции одним гармоническим колебанием.
14. Изобразите простейшую схему балансного модулятора.
15. Дайте определение однополосной модуляции. Изобразите временную и спектральную диаграммы сигнала однополосной модуляции при модуляции одним гармоническим колебанием.
16. Изобразите схему для получения однополосной модуляции.

Лабораторная работа № 7 «Синтез периодических сигналов и исследование амплитудного спектра периодических последовательностей импульсов»

Цель работы

Синтез периодических сигналов и исследование спектра периодических последовательностей импульсов. Формирование навыков спектрального анализа сигналов на ПК.

Лабораторное задание

- 4. Наблюдать осциллограммы и измерить спектры простых гармонических сигналов.**
- 5. Определить период сигнала, состоящего из нескольких гармонических сигналов.**
- 6. Исследовать связь формы и спектра периодических последовательностей прямоугольных импульсов.**

Контрольные вопросы

1. Что такое прямое и обратное преобразование Фурье?
2. В каких случаях можно применить ряд Фурье для спектрального анализа?
3. Меняется ли форма сложного сигнала при прохождении его через линейный четырёхполосник?
4. Что такое спектральная плотность амплитуд?
5. От каких параметров сигнала зависит спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов?
6. Как связана длительность сигнала и ширина его спектра?

Лабораторная работа № 8 «Восстановление непрерывных сигналов во времени по дискретным отсчетам (теорема Котельникова)»

Цель работы

Исследование процессов дискретизации и восстановления непрерывных сигналов.

Лабораторное задание.

- 1. Произвести дискретизацию гармонического сигнала.**
- 2. Исследовать спектры исходного и дискретизированного сигналов.**
- 3. Исследовать процесс восстановления дискретизированных сигналов.**

Контрольные вопросы

1. Каков практический смысл в дискретизации аналоговых сигналов?
2. **Сформулируйте теорему Котельникова.**
3. **При каких условиях теорема Котельникова гарантирует двойное преобразование сигналов (дискретизация и восстановление) без искажений?**
4. Каков алгоритм восстановления дискретизованного сигнала?
5. Какова роль ряда Котельникова в объяснении процесса восстановления сигнала?
6. Какую функцию выполняет ФНЧ?
7. С какой целью в работе исследовались спектры исходного и дискретизованного сигналов?
8. Можно ли произвольно увеличивать или уменьшать Δt между отсчетами? К чему это может привести?
9. В чем отличие идеального и реального ФНЧ?
10. С чем связана необходимость корректировать значение частоты дискретизации?
11. Опишите процесс дискретизации аналогового сигнала. Какие функциональные узлы для этого необходимы?
12. Все ли аналоговые сигналы могут быть дискретизованы во времени и восстановлены после дискретизации.
13. Назовите причины, вызывающие искажения при восстановлении дискретизованных сигналов.

Лабораторная работа № 9 «Исследование законов распределения случайных сигналов»

Цель работы

Ознакомление с методикой экспериментального исследования плотностей вероятностей мгновенных значений случайных процессов. Установление количественных связей между характером случайного процесса, его числовыми характеристиками и графиками плотности вероятности.

Лабораторное задание

1. Получить с помощью ПК реализации сигналов, графики плотности вероятности и параметры m_x и σ_x .
2. Установить связь между характером реализации процесса, формой графика плотности вероятности и его параметрами.

Контрольные вопросы

1. Нарисуйте график плотности вероятности любого сигнала. Объясните, что отложено по осям, размерности. Смысл понятия «плотность вероятности».
2. Что такое случайный процесс и его реализация?
3. Что такое нормальный случайный процесс? Его аналитическая запись.
4. График $P(x)$ для нормального закона и его изменения при увеличении или уменьшении σ_x и m_x .
5. В чём различие стационарных и нестационарных процессов?
6. Что такое эргодический процесс?

Лабораторная работа № 10 «Прохождение случайных сигналов через линейные и нелинейные цепи»

Цель работы

Исследование преобразования законов распределения мгновенных значений при прохождении случайных сигналов через линейные и нелинейные цепи.

Лабораторное задание

1. Исследовать прохождение сигнала с нормальным законом распределения через линейные и нелинейные цепи.
2. Исследовать процесс нормализации закона распределения при прохождении сигнала через линейную узкополосную цепь.
3. Исследовать прохождение узкополосного сигнала с нормальным законом распределения через амплитудный детектор.

Контрольные вопросы

1. Что такое плотность вероятности? Поясните смысл и свойства графика плотности вероятности.
2. Функция распределения и плотность вероятности – какова их связь?
3. Нормальный случайный процесс и его свойства.
4. К каким случайным процессам относится «правило трёх сигма»?
5. Меняется ли форма графика $P(x)$ при прохождении любого случайного процесса через линейную инерционную цепь, нелинейную безинерционную цепь?
6. Как получить график $P(x)$ на выходе нелинейной цепи?
7. Что происходит с плотностью вероятности случайного сигнала, проходящего через узкополосную линейную цепь?
8. Что такое закон Рэлея?
9. Какому закону подчиняется распределение мгновенных значений огибающей смеси узкополосного нормального случайного процесса и гармонического сигнала?
10. Как рассчитать дисперсию процесса на выходе линейной цепи?
11. Как рассчитать математическое ожидание процесса на выходе линейной цепи?

3.2 Образцы тестов для текущего контроля по разделам дисциплин

Тест по разделу 1 «Количественная мера информации» и разделу 2 «Информационные характеристики каналов связи»

1. От чего зависит количество информации в дискретном сообщении ?
 - А) от конкретного содержания сообщения
 - Б) от степени важности этого сообщения для потребителя
 - В) от того, каким образом выбирается данное сообщение из общей совокупности возможных сообщений +
2. Какое сообщение содержит одну двоичную единицу информации (один бит)?
 - А) Сообщение, вероятность появления которого равна 1
 - Б) Сообщение, вероятность появления которого равна $\frac{1}{2}$ +
 - В) Сообщение, вероятность появления которого равна $\frac{1}{4}$
3. Дайте определение энтропии дискретного источника.

- А) Количество информации, содержащееся в наиболее вероятном сообщении из набора всевозможных сообщений.
- Б) Среднее количество информации, приходящееся на одно сообщение при усреднении по всем возможным сообщениям. +
- В) Количество информации, содержащееся в наименее вероятном сообщении из набора всевозможных сообщений.
4. Когда энтропия дискретного источника максимальна?
- А) Если вероятность одного из возможных сообщений равна единице, а всех остальных нулю.
- Б) Если вероятности сообщений возрастают от некоторой минимальной до некоторой максимальной.
- В) Если вероятности всех возможных сообщений одинаковы +
5. Дайте определение избыточности дискретного источника.
- А) Отношение энтропии данного источника к максимально возможной энтропии.
- Б) Отношение разности между максимально возможной энтропией и энтропией данного источника к максимально возможной энтропии. +
- В) Разность между максимально возможной энтропией и энтропией данного источника.
6. Что такое производительность дискретного источника?
- А) Это количество информации, передаваемое в единицу времени. +
- Б) Это количество элементарных сообщений, передаваемых в единицу времени.
- В) Это количество информации, переданное за время работы источника.
7. Чему равна совместная энтропия двух независимых дискретных источников?
- А) Максимальной энтропии из этих двух источников.
- Б) Сумме энтропий этих двух источников. +
- В) Минимальной энтропии из этих двух источников.
8. Что такое взаимная информация двух источников?
- А) Это количество информации, которое содержит сообщение одного источника о сообщении другого источника. +
- Б) Это разность между информацией сообщения одного источника и информацией сообщения другого источника.
- В) Это суммарная информация, содержащаяся в сообщениях обоих источников.
9. Что такое пропускная способность канала связи?
- А) Это максимально возможная взаимная информация, передаваемая от входа канала к выходу за единицу времени. При этом учитываются все возможные источники на входе. +
- Б) Это минимально возможная взаимная информация, передаваемая от входа канала к выходу за единицу времени. При этом учитываются все возможные источники на входе.
- В) Это средняя взаимная информация, передаваемая от входа канала к выходу за единицу времени. При этом учитываются все возможные источники на входе.
10. Что утверждает теорема Шеннона для канала связи с помехами?
- А) Невозможно найти способ передачи информации по такому каналу без потерь информации..
- Б) Если производительность источника на входе канала меньше пропускной способности канала, то путем соответствующего кодирования можно передавать информацию с вероятностью ошибки сколь угодно близкой к нулю. +
- В) Если производительность источника на входе канала больше пропускной способности канала, то путем соответствующего кодирования можно передавать информацию с вероятностью ошибки сколь угодно близкой к нулю.

Тест по Разделу 7 «Преобразование детерминированных сигналов в линейных и нелинейных цепях».

1. Что такое принцип суперпозиции при преобразовании сигналов электрических цепях?
- А) Преобразование суммы двух сигналов является произведением преобразованных по отдельности этих двух сигналов.
- Б) Преобразование суммы двух сигналов является суммой преобразованных по отдельности этих двух сигналов. +
- В) Преобразование суммы двух сигналов является разностью преобразованных по отдельности этих двух сигналов.
2. Дайте определение линейной цепи.
- А) При преобразовании сигналов выполняется принцип суперпозиции. +
- Б) При преобразовании сигнала не изменяется его форма зависимости от времени.
- В) При преобразовании сигналов принцип суперпозиции не выполняется.
3. Дайте определение нелинейной цепи.
- А) При преобразовании сигналов выполняется принцип суперпозиции.

- Б) При преобразовании сигнала не изменяется его форма зависимости от времени.
 В) При преобразовании сигналов принцип суперпозиции не выполняется. +
4. Что такое импульсная характеристика линейной цепи?
 А) Это отклик (выходной сигнал) на входной сигнал в виде гармонического сигнала.
 Б) Это отклик (выходной сигнал) на входной импульсный сигнал, который является дельта-функцией от времени. +
 В) Это отклик (выходной сигнал) на входной сигнал в виде функции Хевисайда $\sigma(t)$.
5. Как преобразуется гармонический сигнал с определенной частотой линейной цепью?
 А) Превращается в гармонический сигнал на удвоенной частоте.
 Б) Остается гармоническим сигналом с той же частотой, но с другой амплитудой и начальной фазой. +
 В) В выходном сигнале добавляются гармонические составляющие на кратных частотах.
6. Что такое комплексный частотный коэффициент передачи линейной цепи?
 А) Это комплекснозначная функция частоты, значение которой при любой фиксированной частоте является комплексным числом, на которое умножается комплекснозначный входной гармонический сигнал на фиксированной частоте при преобразовании в этой линейной цепи. +
 Б) Это комплекснозначная функция частоты, значение которой при любой фиксированной частоте является комплексным числом, на которое делится комплекснозначный входной гармонический сигнал на фиксированной частоте при преобразовании в этой линейной цепи.
 В) Это комплекснозначная функция частоты, значение которой при любой фиксированной частоте является комплексным числом, которое добавляется к комплексной амплитуде комплекснозначного входного гармонического сигнала на фиксированной частоте при преобразовании в этой линейной цепи.
7. Как связаны между собой частотный коэффициент передачи линейной цепи и импульсная характеристика этой же цепи?
 А) Нет никакой связи.
 Б) Частотный коэффициент передачи является прямым преобразованием Фурье от импульсной характеристики. +
 В) Частотный коэффициент передачи равен интегралу от импульсной характеристики при интегрировании по времени.
8. Какая основная особенность при преобразовании гармонического сигнала с определенной частотой в нелинейной цепи?
 А) Остается гармоническим сигналом с той же частотой, но с другой амплитудой и начальной фазой.
 Б) В выходном сигнале добавляются гармонические составляющие на кратных частотах. +
 В) В выходном сигнале добавляются гармонические составляющие на частотах в целое число раз меньших чем исходная частота.
9. В безинерционном нелинейном двухполюснике преобразуется сигнал, состоящий из суммы двух гармонических сигналов с частотами 10 кГц и 30 кГц. Перечислите все комбинационные частоты в выходном сигнале вплоть до комбинационных частот второго порядка .
 А) 10, 15, 35, 50, 60
 Б) 10, 20, 30, 40, 60 +
 В) 10, 20, 25, 45, 70
10. Каковы будут частоты гармонических сигналов на выходе амплитудного модулятора, если на его вход подавался несущий гармонический сигнал на частоте 100 кГц и модулирующий гармонический сигнал с частотой 15 кГц?
 А) 70, 90, 110.
 Б) 85, 105, 120.
 В) 85, 100, 115 +

3.3 Вопросы к коллоквиумам и собеседованиям.

Вопросы к коллоквиуму по Разделу 3 «Основы общей теории детерминированных сигналов» и Разделу 4 «Спектральный и корреляционный анализ детерминированных сигналов»

1. Что такое ортонормированный базис сигналов, и что такое разложение произвольного сигнала в обобщенный ряд Фурье по этому базису?
2. Разложение в ряд Фурье периодических сигналов по тригонометрическим и комплексным функциям. Как возникает понятие отрицательной частоты?
3. Спектральный анализ непериодических сигналов. Понятие спектральной плотности. Какими свойствами обладает спектральная плотность вещественного сигнала?
4. Спектральная плотность прямоугольного видеоимпульса, гауссова видеоимпульса и связь между длительностью импульса и шириной его спектра.

5. Теоремы о спектрах: спектральная плотность сигнала, смещенного во времени; спектр сжатого во времени импульса; спектральная плотность произведения сигналов; спектральные плотности сигнала, который интегрируется и дифференцируется.
6. Обобщенная формула Рэлея и спектральные плотности неинтегрируемых сигналов.
7. Как связаны между собой спектральные плотности видеоимпульса и радиоимпульса?
8. Взаимная спектральная плотность сигналов и энергетический спектр сигнала.
9. Связь между энергетическим спектром сигнала и его автокорреляционной функцией.
10. Свойства автокорреляционной функции.

Вопросы к собеседованию по Разделу 5 «Модулированные сигналы» и Разделу 6 «Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова»

1. Какой спектр у амплитудно-модулированного колебания?
2. Чем принципиально отличаются осциллограммы сигналов с балансной амплитудной модуляцией и обычных АМ-сигналов?
3. В чем заключаются сходства и различия между сигналами с частотной и фазовой модуляцией?
4. Как связаны между собой частота модуляции, индекс и девиация частоты?
5. Каков спектральный состав ЧМ- и ФМ-сигналов при малых индексах модуляции?
6. В чем различие между спектрами АМ- и ЧМ- сигналов с малым индексом модуляции?
7. Почему сигналы с ограниченным спектром являются подходящими математическими моделями для описания реальных сигналов в радиотехнических устройствах?
8. Каковы основные свойства функций, образующих базис Котельникова?
9. Как формулируется теорема Котельникова?

Вопросы к собеседованию по Разделу 9 «Модели случайных сигналов и помех» и Разделу 10 «Преобразование характеристик случайного процесса в линейных и нелинейных цепях»

1. Принципы математического описания случайных величин. Плотность вероятности. Усреднение. Моменты случайной величины. Гаусовские случайные величины.
2. Основные понятия теории случайных процессов. Ансамбли реализаций.
3. Моментные функции. Функция корреляции случайного процесса.
4. Стационарные случайные процессы и эргодические случайные процессы.
5. Корреляционная теория стационарных случайных процессов. Спектральное представление реализации. Спектральная плотность мощности.
6. Теорема Хинчина-Винера. Понятие белого шума.
7. Преобразование характеристик случайного процесса в линейных цепях.
8. Нормализация случайных процессов в узкополосных линейных цепях.
9. Преобразование случайного процесса в безинерционных нелинейных цепях

Вопросы к собеседованию по Разделу 11 «Согласованный фильтр для обнаружения сигналов на фоне помех» и Разделу 12 «Различение сигналов на фоне помех».

1. Согласованный фильтр для обнаружения сигнала на фоне помех.
2. Частотный коэффициент передачи и импульсная характеристика согласованного фильтра.
3. Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра. Примеры построения согласованных фильтров.
4. Различение сигналов на фоне помех. Оптимальный алгоритм приема при полностью известных сигналах.
5. Структурная схема оптимального приемника для различения нескольких полностью известных сигналов на фоне помех.
6. Схема простейшей цепи для реализации оптимального приемника, различающего два известных сигнала на фоне помех.
7. Алгоритм оптимального приема и структурная схема оптимального приемника на основе согласованных фильтров при различении нескольких полностью известных сигналов на фоне помех.
8. Потенциальная помехоустойчивость оптимального приемника для двоичной системы передачи. Вероятность неправильного приема (ошибки) при различных сигнальных реализациях двоичного алфавита.

3.4 Перечень вопросов к зачету

1. Классификация радиотехнических сигналов. Математические модели сигналов.
2. Принцип динамического представления сигналов. Функция Хевисайда и дельта-функция.
3. Использование динамического представления сигналов для рассмотрения прохождения сигналов через линейные цепи. Интеграл Дюамеля.
4. Геометрические методы в теории сигналов. Линейное пространство сигналов. Ортонормированные базисы в пространстве сигналов, обобщенные ряды Фурье. Энергия сигнала, представленного в форме обобщенного ряда Фурье.
5. Периодические сигналы и их представление в базисе гармонических функций. Комплексная и тригонометрическая формы ряда Фурье.
6. Спектральное представление непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразование Фурье. Спектральная плотность сигнала.
7. Основные свойства преобразований Фурье (теоремы о спектрах). Обобщенная формула Рэлея.
8. Спектры неинтегрируемых сигналов. Соотношение между длительностью сигнала и шириной его спектра.
9. Спектральная плотность энергии сигнала, автокорреляционная функция сигнала и связь между ними.
10. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Свойства базисных функций ряда Котельникова (ортогональных сигналов с ограниченной полосой частот).
11. Дискретные сигналы. Математические модели дискретных сигналов. Спектр дискретного сигнала. Соотношение между спектрами дискретного и исходного аналогового сигнала, периодическая структура спектра дискретного сигнала.
12. Виды модуляции радиотехнических сигналов. Сигналы с амплитудной модуляцией.
13. Спектральный состав АМ-колебаний. Колебания с балансной и однополостной модуляцией.
14. Радиосигналы с угловой модуляцией. Понятие мгновенной частоты и фазы.
15. Фазовая модуляция (ФМ) и частотная модуляция (ЧМ). Спектр однотонального ЧМ-колебания при малых и больших значениях индекса модуляции.
16. Узкополосные сигналы: синфазная и квадратурная компоненты, комплексная и физическая огибающая.

3.5 Перечень вопросов к экзамену

1. Мера количества информации в дискретном сообщении. Требования к определению количественной меры информации. Единица количества информации – бит.
2. Энтропия как мера среднего количества информации, выдаваемого дискретным источником с независимым выбором сообщений (источником без памяти).
3. Свойства энтропии. Максимально возможная энтропия дискретного источника без памяти. Избыточность источников. Производительность дискретного источника.
4. Энтропия дискретного источника с зависимыми сообщениями (источника с памятью). Условная энтропия.
5. Совместная энтропия двух источников. Взаимная информация источников сообщений. Информационные характеристики входа и выхода канала связи.
6. Потери информации (ненадежность канала) и помехи в канале.
7. Скорость передачи информации по дискретному каналу. Пропускная способность дискретного канала связи.
8. Классификация сигналов. Математические модели сигналов.
9. Принцип динамического представления детерминированных сигналов. Дельта-функция. Временное рассмотрение прохождения сигналов через линейные цепи. Интеграл Дюамеля.
10. Геометрические методы в теории сигналов. Линейное пространство сигналов. Обобщенные ряды Фурье. Энергия сигнала, представленного в форме обобщенного ряда Фурье.
11. Гармонический анализ детерминированных периодических сигналов. Комплексная и тригонометрическая формы ряда Фурье.
12. Спектральное представление непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразование Фурье. Спектральная плотность сигнала.
13. Спектральная плотность прямоугольного видеопульса. Спектральная плотность дельта-функции.
14. Основные свойства преобразований Фурье (теоремы о спектрах). Обобщенная формула Рэлея.
15. Энергетический спектр.


16. **Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Автокорреляционная функция сигнала.**
17. **Связь между энергетическим спектром сигнала и его автокорреляционной функцией.**
18. Теорема Котельникова (теорема отсчетов). Свойства базисных функций ряда Котельникова (ортogonalных сигналов с ограниченной полосой частот).
19. **Соотношение между спектрами дискретного и исходного аналогового сигнала, периодическая структура спектра дискретного сигнала.**
20. **Виды модуляции сигналов. Сигналы с амплитудной модуляцией.**
21. **Спектральный состав АМ-сигналов. Сигналы с балансной и однополостной модуляцией.**
22. **Сигналы с угловой модуляцией. Понятие мгновенной частоты и фазы.**
23. **Фазовая модуляция (ФМ) и частотная модуляция (ЧМ). Спектр однотонового ЧМ-колебания при малых и больших значениях индекса модуляции.**
24. **Принципы математического описания случайных величин. Плотность вероятности. Усреднение. Моменты случайной величины. Гаусовские случайные величины.**
25. **Основные понятия теории случайных процессов. Ансамбли реализаций.**
26. **Моментные функции. Функция корреляции случайного процесса.**
27. **Стационарные случайные процессы и эргодические случайные процессы.**
28. **Корреляционная теория стационарных случайных процессов. Спектральное представление реализации. Спектральная плотность мощности.**
29. **Теорема Хинчина-Винера. Понятие белого шума.**
30. **Преобразование характеристик случайного процесса в линейных цепях.**
31. **Нормализация случайных процессов в узкополосных линейных цепях.**
32. **Преобразование случайного процесса в безинерционных нелинейных цепях.**
33. **Согласованный фильтр для обнаружения сигнала на фоне помех.**
34. **Частотный коэффициент передачи и импульсная характеристика согласованного фильтра.**
35. **Сигнал и помеха на выходе согласованного фильтра. Примеры построения согласованных фильтров.**
36. **Различение сигналов на фоне помех. Оптимальный алгоритм приема при полностью известных сигналах.**
37. **Структурная схема оптимального приемника для различения нескольких полностью известных сигналов на фоне помех.**
38. **Схема простейшей цепи для реализации оптимального приемника, различающего два известных сигнала на фоне помех.**
39. **Алгоритм оптимального приема и структурная схема оптимального приемника на основе согласованных фильтров при различении нескольких полностью известных сигналов на фоне помех.**
40. **Потенциальная помехоустойчивость оптимального приемника для двоичной системы передачи. Вероятность неправильного приема (ошибки) при различных сигнальных реализациях двоичного алфавита.**

4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Наименование оценочного средства	Описание процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Защита лабораторной работы	Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории самостоятельно под руководством преподавателя. Для всех лабораторных занятий составляются методические указания к выполнению лабораторных работ, доступных в библиотеке и информационной среде Интернет. Задача на подготовку к лабораторной работе может быть поставлена либо на лекции, либо на практическом занятии с таким расчетом, чтобы студенты смогли подготовиться к ее проведению. Подготовка студентов к лабораторному занятию проводится в часы самостоятельной работы с использованием учебников, конспектов лекций и методических материалов. Обработка результатов эксперимента выполняется либо в день выполнения работы, либо во время самостоятельной работы. После чего оформляется индивидуальный отчет о выполненной работе. Лабораторный практикум заканчивается защитой результатов работы.

Тест	Не менее чем за 1 неделю до тестирования преподаватель определяет обучающимся исходные данные для подготовки к тестированию: разделы (темы, вопросы), по которым будут задания в тестовой форме. Тесты выполняются во время практических занятий. Индивидуальное тестовое задание выдаётся обучающемуся в твердой копии или формируется посредством тестовой программы для ПЭВМ, если занятие проводится в специально оборудованном помещении. Оценка прохождения теста осуществляется в соответствии с критериями и шкалами оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости.
Сообщение, доклад	Тема сообщения (доклада) определяется преподавателем. Материал доклада (сообщения) на заданную тему разрабатывается обучающимся самостоятельно в часы самостоятельной работы. Выступление обучающегося с докладом (сообщением) возможно на практическом (семинарском) занятии, а также в рамках конференций различного уровня. В ходе обсуждения доклада обращается внимание на соответствие содержания сообщения (доклада) заданной теме, самостоятельности и глубине проработки материала, использование рекомендованной и справочной литературы, логичности и последовательности изложения, качество ответов на вопросы, владение научным и специальным аппаратом. По результатам обсуждения делаются рекомендации по дальнейшей работе над представленным материалом и практическом его использовании.
Контрольная работа	Контрольные работы проводятся во время практических занятий. Преподаватель на предшествующем практическом занятии доводит до обучающихся тему контрольной работы, количество заданий, время на выполнение заданий. Обучающимся выдаются варианты заданий контрольной работы по теме занятия. Во время выполнения контрольной работы использование учебников, справочников, конспектов лекций не разрешено. Варианты заданий выполняются в виде письменной работы, которая сдается на проверку. Оценка за выполненную контрольную работу объявляется на следующем практическом занятии.
Экзамен	Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам, включающим теоретические вопросы и практические задания. Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом доступе. На экзамене обучающийся берет билет. Для подготовки ответа на вопросы экзаменационного билета отводится время в пределах 45 минут. Обучающийся может записывать ответы на вопросы билета на листе устного ответа. Для уточнения уровня знаний умений и навыков преподаватель может задавать дополнительные вопросы. Каждый вопрос билета оценивается по четырехбалльной системе. Итоговая оценка выставляется как среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос. В случае получения дробного результата итоговая оценка округляется до целого по правилам округления.

Образец экзаменационного билета

 <p>ИрГУПС 2017-2018 уч. год</p>	<p>Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «Теория передачи сигналов» Для специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поез- дов 5 семестр</p>	<p>Утверждаю Заведующий кафедрой АТС ИрГУПС</p> <hr/>
<p>1) Мера количества информации в дискретном сообщении. Требования к определению количественной меры информации. Единица количества информации – бит.</p> <p>2) Спектральный состав АМ-сигналов. Сигналы с балансной и однополостной модуляцией.</p> <p>3) Полезный сигнал представляет собой прямоугольный видеоимпульс с амплитудой U и длительностью $\tau=10$ мксек. Белый шум на входе согласованного фильтра имеет спектральную плотность мощности $W_0=10^{-12}B^2c$. Найти минимальное значение U, при котором можно обнаружить этот сигнал, если факт присутствия сигнала можно надежно установить при отношении сигнал /шум на выходе согласованного фильтра равном или большем трем.</p>		

