

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаранин Максим Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.10.2026 11:49:14
Уникальный программный ключ:
7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

УТВЕРЖДЕНА
Ученым советом университета
(протокол от 25.02.2025 №1)

Теория передачи сигналов

рабочая программа дисциплины (модуля)

Специальность 23.05.05 СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ
Специализация Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

зачет 5
курсовая работа 6
зачет с оценкой 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
Неделя	16 1/6		16 1/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	32	32	48	48
Практические	16	16	16	16	32	32
Конт. ч. на аттест.			1	1	1	1
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	0,15	0,15	0,15	0,15	0,3	0,3
В том числе в форме практ.подготовки	16	16	50	50	66	66
Итого ауд.	32	32	48	48	80	80
Контактная работа	32,15	32,15	49,15	49,15	81,3	81,3
Сам. работа	31	31	86	86	117	117
Часы на контроль	8,85	8,85	8,85	8,85	17,7	17,7
Итого	72	72	144	144	216	216

Программу составил(и):

RPD ATS; к.т.н., доцент, Юсупов Руслан Рифович

Рабочая программа дисциплины

Теория передачи сигналов

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 217)

составлена на основании учебного плана: 23.05.05-25-4-СОДПт.pli.plx

Направление подготовки 23.05.05 СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

Зав. кафедрой д.т.н. Тарасов Е.М.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины является подготовка специалиста по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов специализации "Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте" к производственно-технологической, расчетно-проектной деятельности при анализе работы каналов передачи информации в системах ЖАТ и сетях телекоммуникаций, выборе и разработке эффективных телекоммуникационных устройств систем ЖАТ, посредством формирования компетенции, предусмотренной учебным планом, в части представленных ниже знаний, умений и владений.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.02
-------------------	---------

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1	Способен организовывать выполнение технологических процессов при эксплуатации, техническом обслуживании, монтаже и ремонте с учетом принципов обеспечения безопасности и надежности телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта
ПК-1.2	Проводит анализ технического состояния элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе инженерных расчетов параметров их работы
ПК-1.3	Проводит анализ технического состояния элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе инженерных расчетов параметров передачи направляющих систем и взаимных влияний, передаточных характеристик направляющих систем

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные понятия теории передачи сигналов; способы представления сигналов и каналов; виды модуляции и кодирования; принципы работы многоканальных систем; основные соотношения, определяющие производительность источников и пропускную способность каналов; способы повышения скорости и верности передачи информации; методы обработки сигналов в приемных устройствах каналов передачи информации.
3.2	Уметь:
3.2.1	определять и анализировать параметры и характеристики сигналов; выбирать способы кодирования, критерии приема сигналов.
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками расчета и анализа показателей работы каналов передачи информации; навыками построения эффективных и помехоустойчивых кодов, кодеров и декодеров, реализации различных критериев принятия решения в приемных устройствах каналов передачи информации

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	Раздел 1. Теория сигналов			
1.1	Цели и задачи дисциплины. Введение в теорию сигналов. Обобщенная структурная схема системы передачи информации и её элементы. /Лек/	5	2	
1.2	Основные понятия теории передачи сигналов. /Пр/	5	2	Практическая подготовка
1.3	Временное и частотное представление сигналов. Спектры периодических и непериодических сигналов. /Лек/	5	2	
1.4	Сигналы. Способы математического описания. /Пр/	5	4	Практическая подготовка
1.5	Исследование спектров периодических и непериодических сигналов. /Пр/	5	4	Практическая подготовка
1.6	Носители и виды модуляции. Спектры модулированных носителей. /Лек/	5	2	
1.7	Модулированные сигналы. /Пр/	5	2	Практическая подготовка
1.8	Исследование принципов амплитудной модуляции. /Пр/	5	2	Практическая подготовка
1.9	Энергетические характеристики периодических и непериодических колебаний. Равенство Парсеваля. Многоканальные системы передачи информации с частотным уплотнением линий связи. /Лек/	5	2	
1.10	Широкополосные виды модуляции. /Лек/	5	2	
1.11	Оптические сигналы и их особенности. способы модуляции оптических сигналов. /Лек/	5	2	
1.12	Случайный процесс. Вероятностные характеристики. /Лек/	5	2	

1.13	Случайные величины и процессы. /Пр/	5	2	Практическая подготовка
1.14	Корреляционная функция и энергетический спектр случайного процесса. Белый шум. /Лек/	5	2	
1.15	Исследование корреляционных функций различных сигналов. /Ср/	5	3	
1.16	Исследование плотности распределения вероятностей мгновенных значений различных процессов. /Ср/	5	4	
Раздел 2. Теория каналов				
2.1	Виды каналов и преобразований в них. Кодирование сообщений. Квантование непрерывных сигналов. /Лек/	6	2	
2.2	Дискретизация непрерывных сигналов. Теорема Котельникова. /Лек/	6	2	
2.3	Исследование теоремы отсчетов (теоремы Котельникова). /Пр/	6	4	Практическая подготовка
2.4	Дискретные виды модуляции (ИКМ, ДМ). Преимущества и недостатки цифровых систем передачи информации. /Лек/	6	2	
2.5	Методы аналого-цифрового преобразования. Физические параметры сигналов и каналов. /Лек/	6	2	
2.6	Структурная схема системы передачи информации с временным уплотнением линий связи. /Лек/	6	2	
2.7	Непрерывные каналы, их виды и свойства. Отношение сигнал-помеха. /Лек/	6	2	
2.8	Помехи и их виды. Борьба с помехами. /Лек/	6	2	
2.9	Дискретные каналы, их модели. Вероятность ошибки в дискретном канале. Основная задача приема дискретных сигналов. /Лек/	6	2	
2.10	Системы с обратной и без обратной связи. Проблемы синхронизации. /Ср/	6	6	
Раздел 3. Теория информации				
3.1	Структурная и статистическая метрики информации. Энтропия источника дискретных сообщений. /Лек/	6	4	
3.2	Введение в теорию информации. /Пр/	6	4	Практическая подготовка
3.3	Пропускная способность дискретного канала без помех. Статистическое кодирование. /Лек/	6	2	
3.4	Пропускная способность дискретного канала с помехами. Пропускная способность непрерывного канала. /Лек/	6	2	
3.5	Эффективное кодирование /Пр/	6	2	Практическая подготовка
3.6	Корректирующие коды. Обнаружение и исправление ошибок. /Лек/	6	2	
3.7	Помехоустойчивое кодирование. /Пр/	6	2	Практическая подготовка
3.8	Циклические коды. Кодеры и декодеры помехоустойчивых кодов. /Ср/	6	5	
3.9	БЧХ-коды. /Ср/	6	2	
Раздел 4. Теория помехоустойчивости				
4.1	Критерии оценки помехоустойчивости систем передачи. Идеальный приемник Котельникова. /Лек/	6	2	
4.2	Методы фильтрации. Метод накопления и частотная фильтрация. Когерентный приемник. Оптимальный частотный фильтр. /Лек/	6	2	
4.3	Частотная фильтрация сигналов. /Пр/	6	2	Практическая подготовка
4.4	Статистические критерии обнаружения и распознавания. Вероятность ошибки при обнаружении и распознавании. /Лек/	6	2	
4.5	Статистические критерии распознавания сигналов. /Пр/	6	2	Практическая подготовка
4.6	Оптимальная линейная и нелинейная фильтрация. /Ср/	6	6	
Раздел 5. Самостоятельная работа				
5.1	Подготовка к лекциям /Ср/	5	8	
5.2	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	16	
5.3	Подготовка к лекциям /Ср/	6	16	
5.4	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	6	16	
5.5	Выполнение курсовой работы /Ср/	6	35	Практическая подготовка

	Раздел 6. Контактные часы на аттестацию			
6.1	Защита курсовой работы /КА/		6	1
6.2	Зачет с оценкой /КЭ/		6	0,15
6.3	Зачет /КЭ/		5	0,15
5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ				
Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины. Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии. Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля), как правило, с использованием ЭИОС или путем проверки письменных работ, предусмотренных рабочими программами дисциплин в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.				
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Литвинская О.С., Чернышев Н.И.	Основы теории передачи информации	Москва: КноРус, 2017	http://www.book.ru/book
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Мощенский Ю. В., Нечаев А. С.	Теоретические основы радиотехники. Сигналы	Санкт-Петербург: Лань, 2018	https://e.lanbook.com/book
6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)				
6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения				
6.2.1.1	Microsoft Office			
6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем				
6.2.2.1	База данных Росстандарта – https://www.gost.ru/portal/gost/			
6.2.2.2	База данных Государственных стандартов: http://gostexpert.ru/			
6.2.2.3	База данных «Железнодорожные перевозки» - https://cargo-report.info/			
6.2.2.4	Информационно-справочная система Консультант плюс http://www.consultant.ru			
6.2.2.5	Информационно-правовой портал Гарант http://www.garant.ru			
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).			
7.2	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное)			

7.3	Для выполнения практических работ используется компьютерный класс, оснащенный пакетом ПО Microsoft Office.
7.4	Помещения для выполнения курсовых работ, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (стационарными или переносными).
7.5	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
7.6	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ

(наименование дисциплины(модуля))

Направление подготовки / специальность

23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

(код и наименование)

Направленность (профиль)/специализация

Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта

(наименование)

Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Форма промежуточной аттестации: зачет - 5 семестр, зачет с оценкой – 6 семестр, курсовая работа – 6 семестр.

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ПК-1 Способен организовывать выполнение технологических процессов при эксплуатации, техническом обслуживании, монтаже и ремонте с учетом принципов обеспечения безопасности и надежности телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта	ПК-1.2 Проводит анализ технического состояния элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе инженерных расчетов параметров их работы. ПК-1.3 Проводит анализ технического состояния элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе инженерных расчетов параметров передачи направляющих систем и взаимных влияний, передаточных характеристик направляющих систем.

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы (семестры 5, 6)
ПК-1.2 Проводит анализ технического состояния элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе инженерных расчетов параметров их работы	Обучающийся знает: основные понятия теории передачи сигналов; способы представления сигналов и каналов; виды модуляции и кодирования; принципы работы многоканальных систем.	Задания к зачету (№ 1 - № 24) Задания к зачету с оценкой (№ 1 - № 13)
	Обучающийся умеет: определять и анализировать параметры и характеристики сигналов; выбирать способы кодирования, критерии приема сигналов.	Задания к зачету (№ 1 - № 10) Задания к зачету с оценкой (№ 11 - № 20) Задания к защите курсовой работы (№ 1 - № 10)
	Обучающийся владеет: навыками расчета и анализа показателей работы каналов передачи информации.	Задания к зачету (№ 1 - № 10) Задания к зачету с оценкой (№ 11 - № 24) Задания к защите курсовой работы (№ 1 - № 10)
ПК-1.3 Проводит анализ технического состояния элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе инженерных расчетов параметров передачи направляющих систем и взаимных влияний, передаточных характеристик направляющих систем	Обучающийся знает: основные соотношения, определяющие производительность источников и пропускную способность каналов; способы повышения скорости и верности передачи информации; методы обработки сигналов в приемных устройствах каналов передачи информации.	Задания к зачету (№ 1 - № 21) Задания к зачету с оценкой (№ 1 - № 21)
	Обучающийся умеет: выбирать способы кодирования, критерии приема сигналов	Задания к зачету (№ 1 - № 5) Задания к зачету с оценкой (№ 6 - № 12) Задания к защите курсовой работы (№ 1 - № 5)
	Обучающийся владеет: навыками построения эффективных и помехоустойчивых кодов, кодеров и декодеров, реализации различных критериев принятия решения в приемных устройствах каналов передачи информации.	Задания к зачету (№ 1 - № 5) Задания к зачету с оценкой (№ 6 - № 10) Задания к защите курсовой работы (№ 1 - № 13)

Промежуточная аттестация (зачет с оценкой) проводится в одной из следующих форм:

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС Университета.

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС Университета.

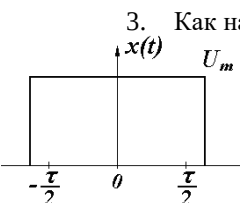
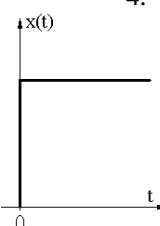
Промежуточная аттестация (курсовая работа) проводится в одной из следующих форм:

- 3) защита курсовой работы (на тему «Анализ сигналов и каналов, прием сигналов»).

2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

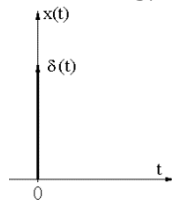
2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-1.2 Проводит анализ технического состояния элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе инженерных расчетов параметров их работы	Обучающийся знает: основные понятия теории передачи сигналов; способы представления сигналов и каналов; виды модуляции и кодирования; принципы работы многоканальных систем.
Примеры заданий к зачету: (5 семестр) 1. Продолжите предложение: если продолжительность сигнала уменьшается, то... а) спектр сигнала расширяется, амплитуды гармоник уменьшаются; б) спектр сигнала сужается, амплитуды гармоник уменьшаются; в) спектр сигнала расширяется, амплитуды гармоник увеличиваются; г) спектр сигнала сужается, амплитуды гармоник увеличиваются. 2. Спектр периодического сигнала: а) непрерывный, с ростом частоты амплитуды гармоник увеличиваются; б) дискретный, с ростом частоты амплитуды гармоник увеличиваются; в) непрерывный, с ростом частоты амплитуды гармоник уменьшаются; г) дискретный, с ростом частоты амплитуды гармоник уменьшаются. 3. Как называется изображенный сигнал?  а) видеоимпульс прямоугольной формы; б) единичный скачок; в) дельта-функция; г) радиоимпульс. 4. Как называется изображенный сигнал?  а) видеоимпульс прямоугольной формы; б) единичный скачок; в) дельта-функция;	

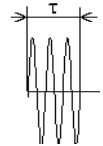
г) радиоимпульс.

5. Как называется изображенный сигнал?



- а) видеоимпульс прямоугольной формы;
- б) единичный скачок;
- в) дельта-функция;
- г) радиоимпульс.

6. Как называется изображенный сигнал?



- а) видеоимпульс прямоугольной формы;
- б) единичный скачок;
- в) дельта-функция;
- г) радиоимпульс.

7. Спектр непериодического сигнала называется:

- а) комплексным спектром амплитуд;
- б) спектральной плотностью амплитуд;
- в) амплитудным спектром;
- г) спектральной плотностью мощности.

8. Спектр периодического сигнала называется:

- а) комплексным спектром амплитуд;
- б) спектральной плотностью амплитуд;
- в) амплитудным спектром;
- г) спектральной плотностью мощности.

9. Продолжите предложение: С увеличением скважности видеоимпульсов неизменной длительности...

- а) число гармоник в лепестке и их амплитуды уменьшаются;
- б) число гармоник в лепестке и их амплитуды увеличиваются;
- в) число гармоник в лепестке увеличивается, их амплитуды уменьшаются;
- г) число гармоник в лепестке уменьшается, их амплитуды увеличиваются.

10. При амплитудной модуляции:

- а) происходит перенос спектра в область низких частот;
- б) переноса спектра не происходит;
- в) происходит сужение спектра;
- г) происходит перенос спектра в область высоких частот.

11. Девиацией частоты называется:

- а) минимальное отклонение частоты от среднего значения;
- б) максимальное отклонение частоты от среднего значения;
- в) коэффициент расширения полосы частот, занятой сигналом;
- г) набор гармоник кратных частот.

12. Поставьте в соответствие числовым характеристикам случайного процесса их названия?

Числовая характеристика	Название
1. Начальный момент первого порядка	1. Дисперсия;
2. Смешанный момент второго порядка	2. Среднее квадратическое отклонение;
3. Центральный момент второго порядка	3. Корреляционная функция;
	4. Среднее значение;
	5. Спектральная функция;
	6. Функция Лапласа.

13. Какой формулой определяется среднее значение для дискретных равновероятных величин?

$$\begin{array}{ll} \text{a)} \quad \bar{x} = \sum_1^n P_i x_i ; & \text{в)} \quad \bar{x} = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) dt ; \\ \text{б)} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_1^n x_i ; & \text{г)} \quad \bar{x} = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) X dx . \end{array}$$

14. Какой формулой определяется среднее значение для дискретных неравновероятных величин?

$$\begin{array}{ll} \text{a)} \quad \bar{x} = \sum_1^n P_i x_i ; & \text{в)} \quad \bar{x} = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) dt ; \\ \text{б)} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_1^n x_i ; & \text{г)} \quad \bar{x} = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) X dx . \end{array}$$

15. Какой формулой определяется среднее значение для непрерывных непериодических величин?

$$\begin{array}{ll} \text{a)} \quad \bar{x} = \sum_1^n P_i x_i ; & \text{в)} \quad \bar{x} = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) dt ; \\ \text{б)} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_1^n x_i ; & \text{г)} \quad \bar{x} = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) X dx . \end{array}$$

16. Какой формулой определяется среднее значение для непрерывных периодических величин?

$$\begin{array}{ll} \text{a)} \quad \bar{x} = \sum_1^n P_i x_i ; & \text{в)} \quad \bar{x} = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) dt ; \\ \text{б)} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_1^n x_i ; & \text{г)} \quad \bar{x} = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) X dx . \end{array}$$

17. Какой формулой определяется дисперсия для дискретных равновероятных величин?

$$\begin{array}{ll} \text{a)} \quad D = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [x(t) - \bar{x}]^2 dt ; & \text{в)} \quad D = \frac{1}{n} \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2 ; \\ \text{б)} \quad D = \sum_1^n P_i (x_i - \bar{x})^2 ; & \text{г)} \quad D = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) (X - \bar{x})^2 dx . \end{array}$$

18. Какой формулой определяется дисперсия для дискретных неравновероятных величин?

$$\begin{array}{ll} \text{a)} \quad D = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [x(t) - \bar{x}]^2 dt ; & \text{в)} \quad D = \frac{1}{n} \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2 ; \\ \text{б)} \quad D = \sum_1^n P_i (x_i - \bar{x})^2 ; & \text{г)} \quad D = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) (X - \bar{x})^2 dx . \end{array}$$

19. Какой формулой определяется дисперсия для непрерывных непериодических величин?

$$\begin{array}{ll} \text{a)} \quad D = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [x(t) - \bar{x}]^2 dt ; & \text{в)} \quad D = \frac{1}{n} \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2 ; \end{array}$$

$$\text{б) } D = \sum_{i=1}^n P_i (x_i - \bar{x})^2 ; \quad \text{г) } D = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) (X - \bar{x})^2 dx .$$

20. Какой формулой определяется дисперсия для непрерывных периодических величин?

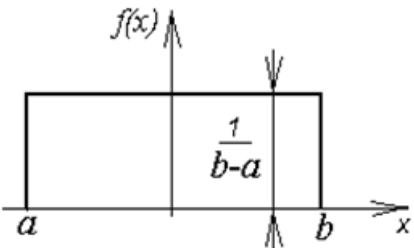
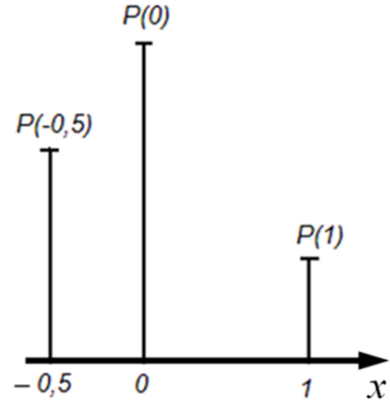
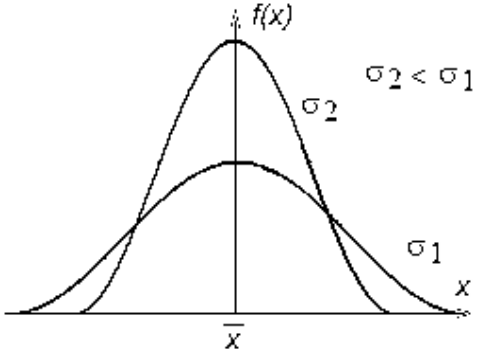
$$\text{а) } D = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} [x(t) - \bar{x}]^2 dt ; \quad \text{в) } D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 ;$$

$$\text{б) } D = \sum_{i=1}^n P_i (x_i - \bar{x})^2 ; \quad \text{г) } D = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) (X - \bar{x})^2 dx .$$

21. Какое утверждение является верным?

- а) если процесс эргодический, то он обязательно нестационарный;
 б) если процесс эргодический, то он обязательно стационарный;
 в) если процесс стационарный, то он обязательно эргодический;
 г) если процесс стационарный, то он обязательно неэргодический.

22. Поставьте в соответствие графикам распределения вероятностей случайного процесса названия распределений.

График распределения вероятностей	Название
1. 	1. Нормальное (гауссово) распределение;
2. 	2. Распределение Стюдента;
3. 	3. Экспоненциальное распределение;
	4. Равномерное распределение;
	5. Гамма-распределение;
	6. Дискретное распределение.

23. В каком ответе правильно указаны свойства автокорреляционной функции периодического процесса?

- а) всегда возрастающая, периодическая;
 б) всегда убывающая, четная, непериодическая;
 в) всегда возрастающая, нечетная;
 г) четная, периодическая;

- д) нечетная, периодическая;
- е) всегда убывающая, нечетная, непериодическая.

24. Какой процесс называется белым шумом?

- а) значения которого с равной вероятностью могут быть равны ± 1 ;
- б) моменты смены знака которого ничем не ограничены;
- в) с равномерной спектральной плотностью мощности на всех частотах;
- г) низкочастотный шум;
- д) высокочастотный шум;
- е) узкополосный процесс.

Примеры заданий к зачету с оценкой: (6 семестр)

1. Чему равна емкость равномерного двоичного четырехразрядного кода?

- а) 4; в) 16;
- б) 8; г) 32.

2. Какую форму имеет во многих случаях шум квантования?

- а) гармоническую; в) видеоимпульсы;
- б) пилообразную; г) трапецеидальную.

3. Согласно теореме Котельникова, при каком максимальном интервале дискретизации возможна передача без потерь информации сигнала с частотой среза 1 кГц?

- а) 1 мс; в) 0,1 мс;
- б) 0,5 мс; г) 10 мс.

4. Случайный сигнал длительностью T и интервалом корреляции $\Delta\tau$ передается отсчетами с интервалом дискретизации Δt . Какие условия должны выполняться при этом (критерий Железнова Н. А.)?

- а) $\Delta t < \Delta\tau$; $T \gg \Delta\tau$
- б) $\Delta t > \Delta\tau$; $T \gg \Delta\tau$
- в) $\Delta t > \Delta\tau$; $T \ll \Delta\tau$
- г) $\Delta t < \Delta\tau$; $T \ll \Delta\tau$

5. Какой параметр сигнала не определяет его объем?

- а) мощность сигнала; в) ширина полосы частот, занятой сигналом;
- б) динамический диапазон сигнала; г) время существования сигнала.

6. Какой вид канала присутствует во всякой системе передачи информации?

- а) дискретно-непрерывный; в) непрерывный;
- б) дискретный; г) непрерывно-дискретный.

7. Какого элемента непрерывных каналов не существует?

- а) линейного; г) с переменными параметрами;
- б) инерционного; д) безинерционного;
- в) с неограниченной полосой пропускания; е) без памяти.

8. Что является основным свойством нелинейного канала?

- а) образование новых частот в спектре передаваемого сигнала;
- б) внесение затухания;
- в) внесение временной задержки;
- г) уменьшение скорости передачи символов.

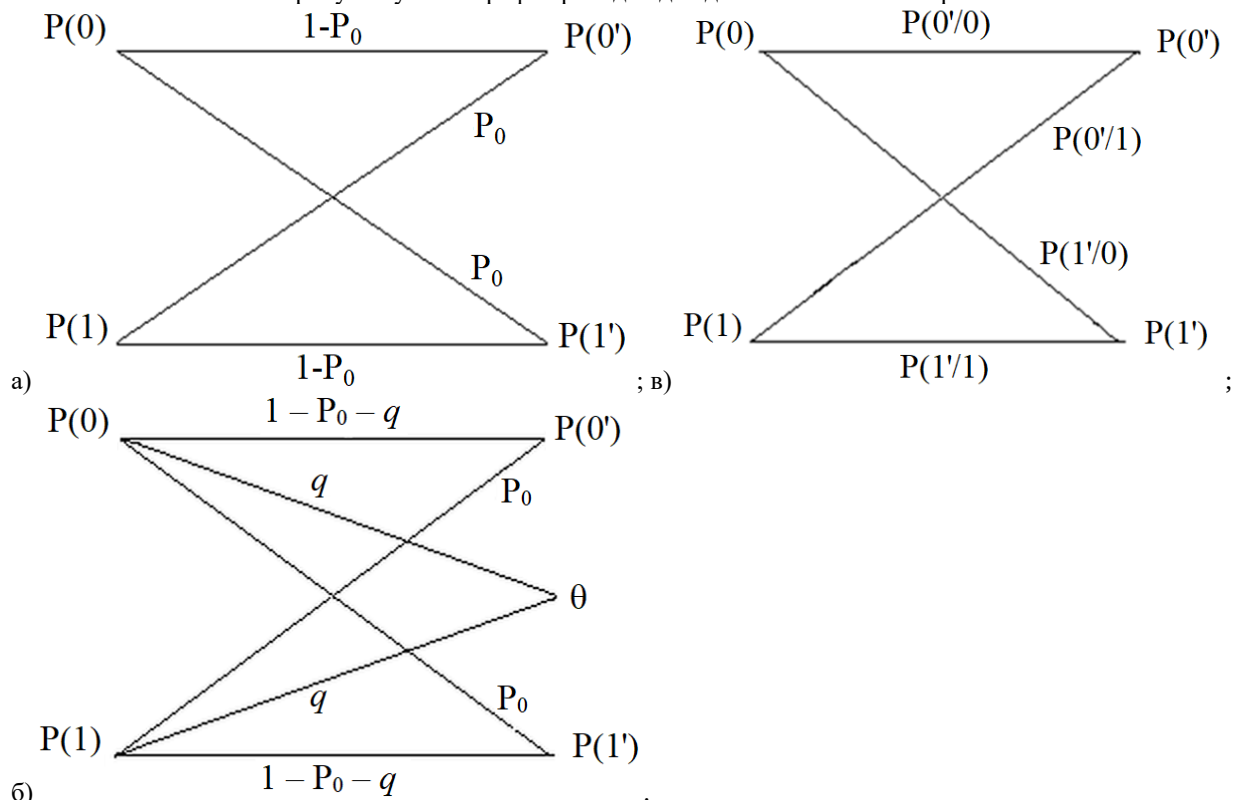
9. Помеха считается импульсной, если ее длительность ...

- а) равна длительности элемента сигнала;
- б) много больше длительности элемента сигнала;
- в) много меньше длительности элемента сигнала.

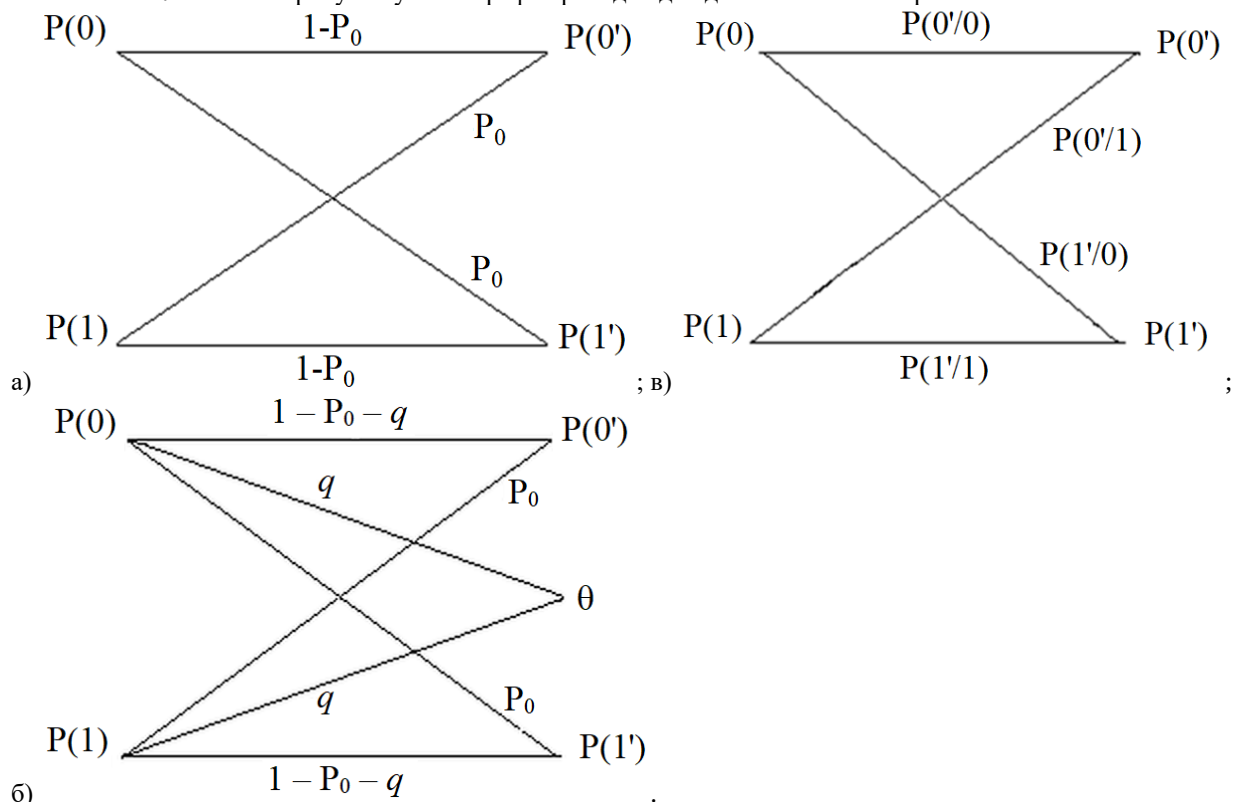
10. Помеха считается гармонической, если ее энергетический спектр сосредоточен в ...

- а) полосе частот, существенно меньшей полосы частот сигнала;
- б) полосе частот, существенно большей полосы частот сигнала;
- в) полосе частот, совпадающей с полосой частот сигнала;
- г) полосе частот, не совпадающей с полосой частот сигнала.

11. На каком рисунке указан граф переходов для двоичного несимметричного канала без памяти?



12. На каком рисунке указан граф переходов для двоичного симметричного канала без памяти?



13. Поставьте в соответствие названиям вероятностей их обозначения на графе переходов двоичного канала.

Вероятность:	Обозначение
1. Приема нуля при условии, что передавалась единица;	1. $P(1')$;
2. Приема единицы при условии, что передавался ноль;	2. $P(0'/1)$;
3. Приема нуля при условии, что передавался ноль;	3. $P(1'/0)$;
4. Приема единицы;	4. $P(0'/0)$;
5. Передачи нуля.	5. $P(1/1)$;
	6. $P(0)$;
	7. $P(0'/1')$;
	8. $P(1'/0)$.
	9. $P(0')$;

ПК-1.3 Проводит анализ технического состояния элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе инженерных расчетов параметров передачи направляющих систем и взаимных влияний, передаточных характеристик направляющих систем

Обучающийся знает:

основные соотношения, определяющие производительность источников и пропускную способность каналов; способы повышения скорости и верности передачи информации; методы обработки сигналов в приемных устройствах каналов передачи информации..

Примеры заданий к зачету:

1. По какой формуле определяется энтропия дискретного источника сообщений?

$$\begin{array}{ll} \text{а) } H_i = -\sum_{i=1}^N P_i \log_2 P_i & \text{в) } H_i = \sum_{i=1}^N P_i \ln P_i \\ \text{б) } H_i = -\sum_{i=1}^N P_i \lg P_i & \text{г) } H_i = \sum_{i=1}^N P_i \log_2 P_i \end{array}$$

2. Длительность одного символа сообщения, передаваемого по двоичному каналу без помех, равна 1 мкс. Чему равна пропускная способность канала?

- а) 10 Мбит/с; в) 0,5 Мбит/с;
б) 2 Мбит/с; г) 1 Мбит/с.

3. Пропускная способность двоичного канала с помехами равна нулю, когда вероятность ошибки в канале равна...

- а) 0,5; в) 1;
б) 0,25; г) 0.

4. В чем заключается идея корректирующего кодирования?

- а) введение избыточности в передаваемое сообщение путем его многократного повторения;
б) введение избыточности путем добавления в кодовые комбинации проверочных символов;
в) кодирование более вероятных сообщений более короткими кодовыми комбинациями;
г) объединение кодовых комбинаций.

5. В чем заключается идея эффективного (статистического) кодирования?

- а) введение избыточности в передаваемое сообщение путем его многократного повторения;
б) введение избыточности путем добавления в кодовые комбинации проверочных символов;
в) кодирование более вероятных сообщений более короткими кодовыми комбинациями;
г) объединение кодовых комбинаций.

6. Как зависит пропускная способность непрерывного канала с помехами от верхней частоты канала f_k и отношения сигнал-помеха h^2 ?

- а) растет с увеличением f_k , снижается с увеличением h^2
б) растет с увеличением f_k и h^2
в) снижается с увеличением f_k и h^2
г) снижается с увеличением f_k , растет с увеличением h^2

7. Что понимается под помехоустойчивостью?

- а) отношение средних мощностей сигнала и помехи на входе и выходе устройства;
б) отношение средних мощностей сигнала и помехи;
в) способность противостоять вредному действию помех;
г) вероятность ошибки при приеме символа.

8. Какой элемент приемного устройства решает задачу увеличения отношения сигнал-помеха?

- а) фильтр;
б) второе решающее устройство (декодер);
в) первое решающее устройство (демодулятор);
г) усилитель.

9. Какой элемент приемного устройства решает задачу правильного выбора символа?

- а) фильтр;
б) второе решающее устройство (декодер);
в) первое решающее устройство (демодулятор);

г) усилитель.

10. Какой элемент приемника решает задачу отождествления принятой комбинации символов с передаваемым сообщением?

- а) фильтр;
- б) второе решающее устройство (декодер);
- в) первое решающее устройство (демодулятор);
- г) усилитель.

11. В каком случае целесообразно использовать метод накопления для фильтрации сигнала?

- а) помеха является гладкой (низкочастотный шум);
- б) помеха носит импульсный характер;
- в) ширина полосы частот помехи больше, чем сигнала;
- г) сигнал постоянен во времени или является периодическим.

12. В каком случае целесообразно использовать метод частотной фильтрации сигнала?

- а) помеха носит импульсный характер;
- б) ширина полосы частот помехи больше, чем сигнала;
- в) сигнал постоянен во времени или является периодическим;
- г) помеха является гладкой (низкочастотный шум).

13. В каком случае целесообразно использовать схему ШОУ (широкая полоса, ограничитель, узкая полоса) для фильтрации сигнала?

- а) помеха носит импульсный характер;
- б) сигнал постоянен во времени или является периодическим;
- в) помеха является гладкой (низкочастотный шум);
- г) ширина полосы частот помехи больше, чем сигнала.

14. В каком случае целесообразно использовать метод корреляционной фильтрации сигнала?

- а) ширина полосы частот помехи больше, чем сигнала;
- б) помеха носит импульсный характер;
- в) сигнал постоянен во времени или является периодическим;
- г) помеха является гладкой (низкочастотный шум).

15. Как называется ошибка при приеме, когда при отсутствии полезного сигнала принимается ошибочное решение о наличии сигнала? Возможно более одного правильного ответа.

- а) ошибка декодирования;
- б) «пропуск цели»;
- в) статистическая ошибка;
- г) ошибка первого рода;
- д) «ложная тревога»;
- е) ошибка второго рода.

16. Как называется ошибка при приеме, когда при наличии полезного сигнала принимается ошибочное решение об его отсутствии? Возможно более одного правильного ответа.

- а) ошибка декодирования;
- б) «пропуск цели»;
- в) статистическая ошибка;
- г) ошибка первого рода;
- д) «ложная тревога»;
- е) ошибка второго рода.

17. Пусть α и β – условные вероятности ошибок вида «ложная тревога» и «пропуск цели», q и p – априорные вероятности отсутствия и присутствия полезного сигнала. Каким выражением определяется полная вероятность ошибочного решения P_o ?

- а) $P_o = q\alpha - p\beta$;
- б) $P_o = q\alpha + p\beta$;
- в) $P_o = p\alpha - q\beta$;
- г) $P_o = p\alpha + q\beta$.

18. Какой критерий обнаружения/распознавания целесообразно применять, если неизвестны априорные вероятности передаваемых сигналов?

- а) Неймана-Пирсона;
- б) минимального риска;
- в) минимума средней ошибки;
- г) максимального правдоподобия.

19. Какой критерий обнаружения/распознавания целесообразно применять, если заранее известны априорные вероятности передаваемых сигналов?

- а) минимума средней ошибки;
- б) Неймана-Пирсона;
- в) минимального риска;
- г) максимального правдоподобия.

20. Какой критерий обнаружения/распознавания целесообразно применять, если кроме известных заранее априорных вероятностей передаваемых сигналов известны и потери, которые несет потребитель от ошибочных

решений?

- а) Неймана-Пирсона;
- б) максимального правдоподобия;
- в) минимального риска;
- г) минимума средней ошибки.

21. Какой критерий обнаружения/распознавания целесообразно применять, когда последствия ошибок несоизмеримы?

- а) минимального риска;
- б) минимума средней ошибки;
- в) максимального правдоподобия;
- г) Неймана-Пирсона.

Примеры заданий к зачету с оценкой:

1. Наименование помехи, которая перемножается с сигналом:

мультипликативная; # аддитивная; # комбинированная ;

2. Наименование помехи, которая суммируется с сигналом:

аддитивная; # мультипликативная; # комбинированная ;

3. Сигнал, непрерывно изменяющийся и по аргументу и по значению,

аналоговый; # дискретно-аналоговый; # аналого-дискретный; # цифровой

4. Структурная схема передатчика системы связи содержит блоки:

Источник сообщения, кодер, модулятор, генератор переносчика, выходное устройство.

Источник сообщения, кодер, модулятор, генератор переносчика, демодулятор.

Источник сообщения, декодер, модулятор, генератор переносчика, выходное устройство.

Источник сообщения, кодер, демодулятор, генератор переносчика, выходное устройство.

Источник сообщения, кодек, модулятор, генератор переносчика, выходное устройство.

5. Структурная схема приемника системы связи содержит блоки:

Входное устройство, демодулятор, декодер, получатель сообщения.

Выходное устройство, модулятор, декодер, получатель сообщения.

Входное устройство, демодулятор, кодер, получатель сообщения.

Входное устройство, демодулятор, кодек, получатель сообщения.

Входное устройство, модем, декодер, получатель сообщения.

6. Сигнал, изменяющийся дискретно и по аргументу и по значению,

цифровой; # дискретно-аналоговый; # аналого-дискретный; # аналоговый

7. Периодические сигналы

$$* s(t+T) = s(t); * s(t) = U \sin(2\pi t / T); * s(t) = at; * s(t) = sh(2\pi t / T); * s(t) = a / t$$

8. Шумы и помехи в канале связи представляют собой _____ процессы.

случайные; # полезные; # детерминированные; # регулярные

9. Сигналы, значения которых можно предсказать с вероятностью 1:

детерминированные; # квазидетерминированные; # случайные; # шумовые

10. Сигналы, значения которых нельзя предсказать точно:

стохастические; # детерминированные; # неслучайные; # достоверные

11. Модулятор и демодулятор образуют:

модем; # кодер; # декодер; # кодек; # источник сообщения.

12. Спектральная плотность мощности белого шума -

равномерная; # периодическая; # непостоянная; # импульсная

13. Кодер и декодер образуют:

кодек; # модулятор; # демодулятор; # модем; # источник сообщения.

14. Операцию детектирования осуществляет:

детектор; # модулятор; # кодер; # декодер; # фильтр.

15. Аналитическое выражение для сигнала АМ следующее:

$$* u(t) = U_m [1 + M_a a(t)] \cos(\omega_0 t + \varphi_0); \quad \# u(t) = U_m \cos[\omega_0 t + k \int_0^t a(\tau) d\tau + \varphi_0];$$

$$\# u(t) = U_m \cos[\omega_0 t + ka(t) + \varphi_0]; \quad \# u(t) = ka(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

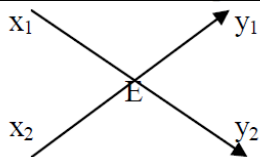
17. Коэффициенты разностного уравнения цифрового фильтра равны: $a_1=1$, $b_0=0.2$, b_1

$=0.6$, $b_2=-0.9$. Разностное уравнение этого фильтра имеет вид:

$$\# y_i = y_{i-1} + 0.2x_i + 0.6x_{i-1} - 0.9x_{i-2}; \quad \# y_i = y_{i-2} + 0.2x_i + 0.5x_{i-2};$$

$$\# y_i = y_{i-1} + 0.2x_{i-1} + 0.6x_{i-2} - 0.9x_{i-2}; \quad \# y_i = y_{i-1} + 0.2x_i + 0.6x_{i-1};$$

18. В соответствии с базовой операцией быстрого преобразования Фурье:



значение y_1 равно:

* $x_1 + x_2E$; # $x_1 - x_2E$; # x_1 ; # x_2E ;

19. Потенциальной помехоустойчивости соответствует:

- # минимальная вероятность ошибки;
- # вероятность ошибки, равная 0;
- # вероятность ошибки, равная 0.5;
- # максимальная вероятность ошибки;
- # вероятность ошибки, равная 1;

20. Оптимальный приемник - это приемник, реализующий:

- # минимальную вероятность ошибки;
- # вероятность ошибки, равную 0;
- # вероятность ошибки, равную 0.5;
- # максимальную вероятность ошибки;
- # вероятность ошибки, равная 1;

21. Оптимальный приемник - это приемник, реализующий:

- # потенциальную помехоустойчивость;
- # вероятность ошибки, равную 0;
- # вероятность ошибки, равную 0.5;
- # максимальную вероятность ошибки;
- # вероятность ошибки, равная 1;

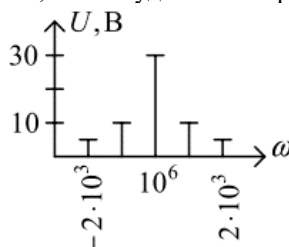
2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

ПК-1.2 Проводит анализ технического состояния элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе инженерных расчетов параметров их работы

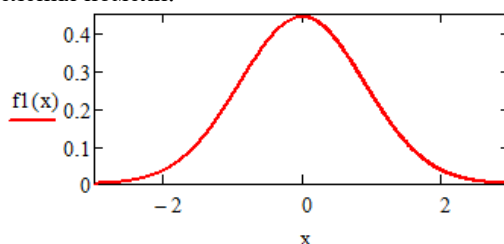
Обучающийся умеет:
определять и анализировать параметры и характеристики сигналов; выбирать способы кодирования, критерии приема сигналов.

Примеры заданий к зачету:

- 1) Задайте аналитически синусоидальную функцию с параметрами: амплитуда 2 В, частота колебаний 5 Гц, начальная фаза колебаний 90 градусов.
- 2) Задайте аналитически функцию, описывающую полигармонический сигнал.
- 3) Постройте график спектра АМ-сигнала – последовательности прямоугольных импульсов амплитудой 5 В, длительностью импульсов 10 мс и скважностью 5.
- 4) Постройте график спектра АМ-сигнала – последовательности импульсов переменного напряжения амплитудой 2 В, частотой 10 Гц, длительностью импульсов 2 мс и скважностью 2,5.
- 5) Найдите аналитическое выражение сигнала, амплитудный спектр которого представлен на рисунке.

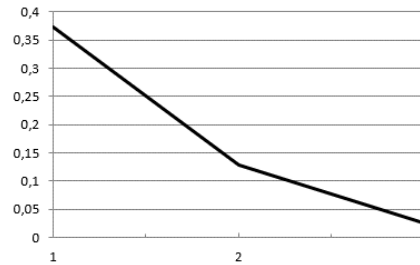


- 6) Проанализируйте график вероятностной характеристики - функции плотности распределения вероятностей мгновенных значений флуктуационной помехи в канале передачи информации и определите значения параметров распределения помехи.



- 7) Проанализируйте график зависимости вероятности ошибки в канале от ее кратности и определите, какие

ошибки наиболее вероятны в канале.



- 8) Определите минимальную частоту дискретизации сигнала с частотой среза в спектре, равной 20 кГц.
- 9) Определите отношение сигнал-помеха в канале, если амплитуда гармонического сигнала равна 0,5 В, а среднеквадратическое отклонение нормальной флуктуационной помехи – 0,08 В.
- 10) Определите вероятность ошибки в дискретном симметричном канале, если вероятность $P(0'/1) = 0,07$.

Примеры заданий к зачету с оценкой:

- 11) По какой формуле определяется энтропия дискретного источника сообщений?

а) $H_i = - \sum_{i=1}^N P_i \log P_i$; в) $H_i = \sum_{i=1}^N P_i \ln P_i$;

б) $H_i = - \sum_{i=1}^N P_i \lg P_i$; г) $H_i = \sum_{i=1}^N P_i \log P_i$.

- 12) Как зависит пропускная способность непрерывного канала с помехами от верхней частоты канала f_k и отношения сигнал/помеха h^2 ?

- а) растет с увеличением f_k , снижается с увеличением h^2 ;
- б) растет с увеличением f_k и h^2 ;
- в) снижается с увеличением f_k и h^2 ;
- г) снижается с увеличением f_k , растет с увеличением h^2 .

- 13) Пусть α и β – условные вероятности ошибок первого и второго рода, q и p – априорные вероятности отсутствия и присутствия полезного сигнала. Каким выражением определяется полная вероятность ошибочного решения P_o ?

- а) $P_o = q\alpha - p\beta$; в) $P_o = p\alpha - q\beta$;
- б) $P_o = q\alpha + p\beta$; г) $P_o = p\alpha + q\beta$.

- 14) Отношение сигнал-помеха в канале увеличилось в 2 раза. Как изменится максимальная скорость передачи информации через канал?
- 15) В симметричном двоичном канале без памяти и стирания вероятность правильного приема символа 1 увеличилась. Как изменится вероятность ошибки в канале?
- 16) Определите вероятность однократной ошибки в кодовой комбинации из 7 символов при средней вероятности ошибки 0,015.
- 17) Напишите формулу, по которой определяются вероятности гипотез правильного и неправильного приема двоичного символа в двоичном канале без памяти и стирания.
- 18) Нарисуйте характерный график зависимости пропускной способности двоичного канала от полосы пропускания канала.
- 19) Проанализируйте выражение для производительности дискретного источника и определите, когда она максимальна.
- 20) Проанализируйте зависимость пропускной способности двоичного канала с помехами от вероятности ошибки.

Задания к защите курсовой работы:

- 1) Покажите на временной диаграмме временные параметры последовательности видеоимпульсов.
- 2) Покажите на временной диаграмме временные параметры последовательности радиоимпульсов.
- 3) Покажите на частотной диаграмме частотные параметры последовательности видеоимпульсов.
- 4) Покажите на частотной диаграмме частотные параметры последовательности радиоимпульсов.
- 5) Постройте график плотности распределения вероятностей случайного сигнала с нормальным распределением, нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.
- 6) Постройте график плотности распределения вероятностей случайного сигнала с равномерным распределением, нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.
- 7) Постройте граф переходов двоичного симметричного канала, рассчитайте и укажите на нём вероятности всех переходов, назовите их.
- 8) Постройте граф переходов двоичного несимметричного канала, рассчитайте и укажите на нём вероятности всех переходов, назовите их.

- 9) Напишите и проанализируйте формулы для определения вероятностей приёма нуля и единицы.
- 10) Напишите и проанализируйте формулу для определения средней вероятности ошибки в канале.

ПК-1.2 Проводит анализ технического состояния элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе инженерных расчетов параметров их работы

Обучающийся владеет: навыками расчета и анализа показателей работы каналов передачи информации.

Примеры заданий к зачету:

- 1) Рассчитайте среднюю мощность АМ-сигнала в виде последовательности прямоугольных импульсов переменного напряжения амплитудой 3 В и скважностью 2.
- 2) Рассчитайте действующее (среднее квадратическое) значение АМ-сигнала в виде последовательности прямоугольных импульсов переменного напряжения амплитудой 1 В и скважностью 4.
- 3) Рассчитайте ширину лепестка спектра последовательности видеоимпульсов длительностью 25 мкс.
- 4) Рассчитайте амплитуду АМ-сигнала с гармонической несущей амплитудой 1,5 В и глубиной модуляции 0,6.
- 5) Рассчитайте максимальную частоту в спектре АМ-сигнала и ширину полосы частот, занятой сигналом, при частоте несущей 500 кГц и частоте модулирующего колебания 12 кГц.
- 6) Рассчитайте и постройте график функции ПРВ мгновенных значений процесса с нормальным распределением, нулевым математическим ожиданием и дисперсией 4 В².
- 7) Рассчитайте и постройте график АМ-сигнала с амплитудой несущей 5 В и глубиной модуляции 0,6.
- 8) Рассчитайте и постройте график корреляционной функции меандра с длительностью импульса 5 мс и амплитудой 1 В.
- 9) Рассчитайте среднее значение и мощность случайного процесса с равномерным распределением значений в диапазоне от 2 до 5 В.
- 10) Рассчитайте значение постоянной составляющей в сигнале в виде последовательности прямоугольных видеоимпульсов с периодом следования 50 мкс и скважностью 10.

Примеры заданий к зачету с оценкой:

- 11) Рассчитайте пропускную способность двоичного канала с помехами при отношении сигнал-помеха равном 7 и ширине полосы пропускания канала 100 кГц.
- 12) Рассчитайте среднюю вероятность ошибки в двоичном канале при известных вероятностях $P(0)=0,25$; $P(0'/0)=0,98$; $P(1'/0)=0,03$.
- 13) Рассчитайте вероятность двукратных ошибок в кодовой комбинации из 8 символов в двоичном канале со средней вероятностью ошибки 0,05.
- 14) Рассчитайте пропускную способность двоичного канала при передаче по нему символов длительностью 2 мкс.
- 15) Определите минимальную разрядность двоичного равномерного кода для кодирования 760 уровней сигнала.
- 16) Определите количество уровней квантования сигнала при кодировании его значений 12-разрядным равномерным двоичным кодом.
- 17) Определите отношение сигнал-помеха в канале, если амплитуда гармонического сигнала равна 0,5 В, а среднеквадратическое отклонение нормальной флуктуационной помехи – 0,08 В.

- 18) Определите частоту среза фильтра низких частот, если через него нужно пропустить один лепесток спектра последовательности видеоимпульсов длительностью 10 мкс.
- 19) Какова пропускная способность канала без помех при передаче по нему символов сообщения длительностью 0,5 мкс?
- 20) Блочный корректирующий код содержит 4 информационных разряда. Из скольких разрядов он состоит, если способен исправлять однократные ошибки?
- 21) По результатам наблюдений вероятность ошибки в двоичном канале с помехами равна 0,5. Определите пропускную способность канала.
- 22) Энтропия некодированного двоичного источника равна 1 бит. Согласован ли он с каналом?
- 23) По результатам измерений, длительность одного символа сообщения, передаваемого по двоичному каналу без помех, равна 1 мкс. Чему равна пропускная способность канала?
- 24) После реконструкции линии связи верхняя частота канала передачи информации составила 2 МГц. Определите пропускную способность канала без помех.

Задания к защите курсовой работы:

- 1) Рассчитайте временные параметры последовательности видеоимпульсов, если известны период следования 0,25 мс и скважность 5.
- 2) Рассчитайте временные параметры последовательности радиоимпульсов, если известны период следования 0,25 мс, скважность 5 и частота несущей 40 кГц.
- 3) Рассчитайте частотные параметры последовательности видеоимпульсов, если известны период следования 0,25 мс и скважность 5.
- 4) Рассчитайте частотные параметры последовательности радиоимпульсов, если известны период следования 0,25 мс, скважность 5 и количество периодов несущей в одном радиоимпульсе, равное 2.
- 5) Рассчитайте график плотности распределения вероятностей случайного сигнала с нормальным распределением, нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.
- 6) Рассчитайте график плотности распределения вероятностей случайного сигнала с равномерным распределением, нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией
- 7) Рассчитайте и укажите на графе переходов двоичного симметричного канала вероятности всех переходов. Заданы априорные вероятности передачи символов $P(0)=0,09$ и перехода $P(1'/1)=0,93$.
- 8) Рассчитайте и укажите на графе переходов двоичного несимметричного канала вероятности всех переходов. Заданы априорные вероятности передачи символов $P(0)=0,09$ и переходов $P(1'/1)=0,93$, $P(1'/0)=0,09$.
- 9) Рассчитайте энтропию, скорость передачи информации и коэффициент использования двоичного канала. $P(1)=0,85$; $P(0)=0,15$; $\tau_0=10$ мкс.
- 10) Рассчитайте вероятности гипотез правильного и неправильного приема двоичных символов в дискретном канале. $P(0)=0,09$, $P(1'/1)=0,93$, $P(1'/0)=0,09$.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-1.3 Проводит анализ технического состояния элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе инженерных расчетов параметров передачи направляющих систем и взаимных влияний, передаточных характеристик направляющих систем	Обучающийся умеет: выбирать способы кодирования, критерии приема сигналов.

Примеры заданий к зачету:

- 1) Необходимо повысить скорость передачи информации. При этом удельная энтропия двоичного источника сообщений составляет 0,6 бит/символ. Какой способ кодирования целесообразно выбрать? Обоснуйте свой выбор.
- 2) Необходимо повысить верность передачи информации. В канале действует помеха, вызывающая поток ошибок, в основном однократных. Какой способ кодирования целесообразно выбрать? Обоснуйте свой выбор.
- 3) Необходимо повысить верность передачи информации. В канале действует помеха, вызывающая поток ошибок, в основном двукратных. Какой способ кодирования целесообразно выбрать? Обоснуйте свой выбор.
- 4) Необходимо повысить верность передачи информации. В канале действует помеха, вызывающая поток ошибок, в основном высокой кратности. Какой способ кодирования целесообразно выбрать? Обоснуйте свой выбор.
- 5) Необходимо повысить верность передачи информации. При этом ставится условие максимальной простоты

кодирующих и декодирующих устройств. Какой способ кодирования целесообразно выбрать? Обоснуйте свой выбор.

Примеры заданий к зачету с оценкой:

- 6) Необходимо спроектировать приемное устройство системы передачи дискретной информации. При этом на приемной стороне известны только символы алфавита, уровни сигнала и помехи. Какой критерий приема сигналов можно применить? Обоснуйте свой выбор.
- 7) Необходимо спроектировать приемное устройство системы передачи дискретной информации. При этом на приемной стороне известны символы алфавита, уровни сигнала и помехи, априорные вероятности передачи символов. Какой критерий приема сигналов можно применить? Обоснуйте свой выбор.
- 8) Необходимо спроектировать приемное устройство системы передачи дискретной информации. При этом последствия ошибок разного рода несоизмеримы. Какой критерий приема сигналов можно применить? Обоснуйте свой выбор.
- 9) Необходимо повысить скорость передачи информации. Предлагается использовать метод Шеннона-Фано. Каковы его достоинства и недостатки, ограничивающие выбор?
- 10) Необходимо повысить скорость передачи информации. Предлагается использовать метод Хаффмана. Каковы его достоинства и недостатки, ограничивающие выбор?
- 11) Необходимо повысить скорость передачи информации. Предлагается использовать равномерное кодирование. Каковы его достоинства и недостатки, ограничивающие выбор?
- 12) Необходимо повысить верность передачи информации. При этом достаточно только обнаруживать однократные ошибки, а избыточность кодирования должна быть минимальной. Какой способ кодирования целесообразно выбрать?

Задания к защите курсовой работы:

- 1) Выберите способ кодирования, если необходимо повысить скорость передачи информации в дискретном канале. Поясните свой выбор.
- 2) Выберите способ кодирования, если необходимо повысить верность передачи информации в дискретном канале. Поясните свой выбор.
- 3) Выберите статистический критерий принятия решения при приеме двоичных символов, если известны символы алфавита, уровни сигнала и помехи.
- 4) Выберите статистический критерий принятия решения при приеме двоичных символов, если известны символы алфавита, уровни сигнала и помехи, априорные вероятности передачи символов.
- 5) Выберите статистический критерий принятия решения при приеме двоичных символов, если задана вероятность ложной тревоги.

ПК-1.3 Проводит анализ технического состояния элементов и устройств телекоммуникационных систем и сетей железнодорожного транспорта на основе инженерных расчетов параметров передачи направляющих систем и взаимных влияний, передаточных характеристик направляющих систем

Обучающийся владеет: навыками построения эффективных и помехоустойчивых кодов, кодеров и декодеров, реализации различных критериев принятия решения в приемных устройствах каналов передачи информации.

Примеры заданий к зачету:

- 1) Имеется двоичный источник сообщений с $P(0)=0,15$. Разработайте код Фано, содержащий 4 сообщения.
- 2) Имеется двоичный источник сообщений с $P(1)=0,2$. Разработайте код Фано, содержащий 8 сообщений.
- 3) Имеется двоичный источник сообщений с $P(1)=0,2$. Разработайте код Хаффмана, содержащий 8 сообщений.
- 4) Разработайте структурную схему кодера, формирующего код Фано в соответствии с таблицей.

Сообщение	КК
000	0
001	100
010	101
100	110
011	11100
101	11101
110	11110
111	11111

- 5) Разработайте структурную схему декодера кода Фано в соответствии с таблицей.

Сообщение	КК
00	0
01	11
10	100
11	101

Примеры заданий к зачету с оценкой:

- 6) Разработайте структурную схему кодера кода Хэмминга в соответствии с проверочной матрицей.

$$H = \left[\begin{array}{cccccc|cccc} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 & a_7 & a_8 & a_9 & a_{10} & a_{11} \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right] \left. \vphantom{\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array}} \right\} n-k$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_k \quad \underbrace{\hspace{10em}}_{n-k}$

- 7) Разработайте структурную схему декодера кода Хэмминга в соответствии с проверочной матрицей.

$$H = \left[\begin{array}{cccccc|cccc} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 & a_7 & a_8 & a_9 & a_{10} & a_{11} \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right] \left. \vphantom{\begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array}} \right\} n-k$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_k \quad \underbrace{\hspace{10em}}_{n-k}$

- 8) Заданы вид модуляции – ФМ, амплитуда сигнала – 4 В и отношение сигнал-помеха $h^2 = 3$. Реализуйте в приемном устройстве критерий максимального правдоподобия.
- 9) Заданы вид модуляции – ЧМ, амплитуда сигнала – 3 В, вероятность $P(0)=0,2$ и отношение сигнал-помеха $h^2 = 5$. Реализуйте в приемном устройстве критерий минимума средней ошибки.
- 10) Заданы вид модуляции – ЧМ, амплитуда сигнала – 3 В, отношение сигнал-помеха $h^2 = 5$ и вероятность ошибки первого рода $\alpha=0,0005$. Реализуйте в приемном устройстве критерий Неймана-Пирсона.

Задания к защите курсовой работы:

- 1) Закодируйте эффективным кодом Фано двоичный источник с $P(1) = 0,85$.
- 2) Закодируйте эффективным кодом Фано двоичный источник с $P(0) = 0,2$.
- 3) Закодируйте эффективным кодом Хаффмана двоичный источник с $P(1) = 0,85$.
- 4) Закодируйте эффективным кодом Хаффмана двоичный источник с $P(0) = 0,2$.
- 5) Закодируйте помехоустойчивым кодом Хэмминга двоичный источник пятиразрядных кодовых комбинаций.
- 6) Закодируйте помехоустойчивым кодом Хэмминга двоичный источник четырехразрядных кодовых комбинаций.
- 7) Разработайте структурную схему кодера кода Хэмминга с исправлением однократных ошибок в пятиразрядных кодовых комбинациях.
- 8) Разработайте структурную схему кодера кода Хэмминга с исправлением однократных ошибок в семиразрядных кодовых комбинациях.
- 9) Разработайте структурную схему декодера кода Хэмминга с исправлением однократных ошибок в пятиразрядных кодовых комбинациях.
- 10) Разработайте структурную схему декодера кода Хэмминга с исправлением однократных ошибок в семиразрядных кодовых комбинациях.
- 11) Реализуйте статистический критерий принятия решения (критерий максимального правдоподобия) при приеме двоичных символов, если известны амплитуда сигнала 3 В, отношение сигнал-помеха 2,5, сигнал с амплитудной манипуляцией.
- 12) Реализуйте статистический критерий принятия решения (критерий идеального наблюдателя) при приеме двоичных символов, если известны амплитуда сигнала 3 В, отношение сигнал-помеха 2,5, сигнал с амплитудной манипуляцией, $P(0) = 0,85$.
- 13) Реализуйте статистический критерий принятия решения (критерий Неймана-Пирсона) при приеме двоичных символов, если известны амплитуда сигнала 3 В, отношение сигнал-помеха 2,5, сигнал с амплитудной манипуляцией, $P(0) = 0,85$, вероятность ложной тревоги равна 0,001.

2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

Теоретические вопросы к зачету (5 семестр):

- 1) Виды сигналов в системах АТС.
- 2) Понятие об информации, сообщениях, сигналах.
- 3) Обобщенная схема передачи информации и ее элементы.
- 4) Детерминированные сигналы и носители.
- 5) Временные и спектральные представления сигналов, их адекватность.
- 6) Спектр периодических сигналов.
- 7) Интегральный и дифференциальный законы распределения.
- 8) Стационарность и эргодичность случайного процесса.
- 9) Нормальный процесс, интеграл вероятностей.
- 10) Виды преобразований сигналов в каналах.
- 11) Квантование по уровню. Неравномерное квантование.
- 12) Погрешности квантования.
- 13) Дискретизация сигналов по времени. Теорема отсчетов.
- 14) Цифровые сигналы.
- 15) ИКМ и ДМ, перспективы цифровых систем передачи информации.
- 16) Объем сигнала и емкость канала.
- 17) Многоканальные системы передачи информации.
- 18) Частотное и временное уплотнение линий связи.
- 19) Линейные и нелинейные каналы.
- 20) Каналы без памяти и с памятью.

Теоретические вопросы к зачету с оценкой (6 семестр):

- 1) Искажения и помехи в каналах.
- 2) Преобразование параметров сигналов в каналах.
- 3) Модели дискретных каналов – симметричный, несимметричный, со стиранием.
- 4) Матрицы и графы переходов в дискретных каналах.
- 5) Информационная метрика Хартли и Шеннона. Энтропия и ее избыточность.
- 6) Теорема о пропускной способности каналов без шумов и статистическое кодирование.
- 7) Теорема Шеннона для каналов с помехами.
- 8) Пропускная способность каналов с помехами.
- 9) Введение избыточности в передаваемое сообщение.
- 10) Исправляющая способность и кодовое расстояние.
- 11) Классификация корректирующих кодов.
- 12) Коды Хемминга, кодирующие и декодирующие устройства.
- 13) Недостатки кодов Хемминга.
- 14) Циклические и непрерывные коды.
- 15) Каналы с обратной связью.
- 16) Функциональная схема приемника.
- 17) Фильтр, частотный фильтр. Оптимальный фильтр.
- 18) Схема ШОУ.
- 19) Методы накопления при приеме сигналов.
- 20) Корреляционный приемник.
- 21) Потенциальная помехоустойчивость по Котельникову.
- 22) Ошибки при решениях о приеме символа или ошибки первого и второго рода.
- 23) Критерий максимального правдоподобия.
- 24) Критерий минимального риска.
- 25) Критерий Неймана-Пирсона.

3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка «**отлично**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объема заданных вопросов;
- оценка «**хорошо**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;
- оценка «**удовлетворительно**» выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий

«Отлично/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«Хорошо/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

«Удовлетворительно/зачтено» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Виды ошибок:

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*

- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*

- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

Критерии формирования оценок по защите курсовой работы

«Отлично» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

«Хорошо» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

«Удовлетворительно» – студент допустил существенные ошибки.

«Неудовлетворительно» – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.

Критерии формирования оценок по зачету с оценкой

«Отлично/зачтено» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

«Хорошо/зачтено» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний; допустил незначительные ошибки и неточности.

«Удовлетворительно/зачтено» – студент допустил существенные ошибки.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.

Критерии формирования оценок по зачету

«зачтено» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

«не зачтено» – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.