

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
В.В. Рожков  
« 31 » 08 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ТЕОРИЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

---

Направление подготовки: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

Профиль подготовки: **Вычислительные машины, комплексы, системы и сети**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

Смоленск – 2015 г.

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к производственно-технологической и организационно-управленческой деятельности по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

ОК-10 «Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности. Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования».

ОК-11 «Осознаёт сущность и значение информации в развитии современного общества; владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации».

ОК-12 «Имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией».

ПК-2 «Осваивать методики использования программных средств для решения практических задач».

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- основные законы теории информации, методы и средства математического анализа для оценки переработки информации (ОК-10)
- методы переработки и передачи информации (ОК-11)
- характеристики процессов переработки и передачи информации (ОК-12)
- математические пакеты, используемые для целей дискретизации и кодирования информации (ПК-2)

### **Уметь:**

- вычислять количественные характеристики информационных процессов (ОК-10)
- описывать результаты дискретизации и кодирования, формулировать задачи преобразования информации (ОК-11).
- описывать результаты дискретизации и кодирования, формулировать задачи преобразования информации (ОК-12)
- формулировать задачи преобразования информации в математических терминах (ПК-2)

### **Владеть:**

- обобщать результаты кодирования и дискретного представления информации (ОК-10).
- прогнозировать результаты переработки информации (ОК-11).
- высказывать своё суждение о методах и средствах оценки количества и качества преобразования информации (ОК-12)
- работать с компьютером, как средством управления информацией (ПК-2).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория передачи информации» в соответствии с учебным планом по соответствующему направлению подготовки Б3.В.ОД8 является обязательной вариативной части профессионального цикла.

Для формирования общекультурных профессиональных компетенций в процессе усвоения дисциплины «Теория передачи информации» необходимы знания, умения и навыки, полученные в дисциплинах

Б2.Б.1.1	-	Алгебра и геометрия
Б2.Б.1.2	-	Математический анализ
Б2.Б.2	-	Физика
Б2.Б.3	-	Информатика
Б2.В.ОД.1	-	Математическая логика и теория алгоритмов
Б2.В.ОД.2	-	Дискретная математика
Б2.В.ОД.3	-	Вычислительная математика
Б2.В.ОД.4	-	Теория вероятностей и математическая статистика
Б2.В.ОД.5	-	Прикладная статистика
Б2.В.ДВ.1.1	-	Теория принятия решений
Б2.В.ДВ.1.2	-	Исследование операций
Б2.В.ДВ.2.1	-	Введение в оптимизацию
Б2.В.ДВ.2.2	-	Программные средства для математических расчетов
Б3.Б.1.1	-	<i>Электротехника и электроника</i>
Б3.Б.2	-	Программирование
Б3.Б.3	-	Операционные системы
Б3.Б.4	-	Инженерная и компьютерная графика
Б3.Б.7	-	Базы данных
Б3.Б.9.1	-	ЭВМ
Б3.В.ОД.1	-	Компьютерная графика
Б3.В.ОД.3	-	Основы теории управления
Б3.В.ОД.5	-	Системное программное обеспечение
Б3.В.ОД.6	-	Технология программирования
Б3.В.ОД.7	-	Электронные цепи ЭВМ
Б3.В.ДВ.1.1	-	Основы логического программирования
Б3.В.ДВ.1.2	-	Кластерные вычислительные системы
Б3.В.ДВ.3.1	-	Теория автоматов
Б3.В.ДВ.3.2	-	Аппаратные и программные средства

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

Б2.Б.4	-	Экология
Б3.Б.1.2	-	Схемотехника
Б3.Б.5	-	Сети и телекоммуникации
Б3.Б.6	-	Безопасность жизнедеятельности
Б3.Б.8	-	Защита информации
Б3.Б.9.2	-	Периферийные устройства
Б3.Б.10-	-	Метрология, стандартизация и сертификация
Б3.В.ОД.2	-	Моделирование
Б3.В.ОД.4	-	Микропроцессорные системы
Б3.В.ОД.9	-	Конструкторско-технологическое обеспечение производства
Б3.В.ДВ.2.1	-	Инженерное проектирование и САПР

Б3.В.ДВ.2.2	-	Лингвистическое и программное обеспечение САПР
Б3.В.ДВ.4.1	-	Структурный анализ и проектирование информационных систем
Б3.В.ДВ.4.2	-	Информационные технологии
Б3.В.ДВ.5.1	-	Технология объектного программирования
Б3.В.ДВ.5.2	-	Вычислительные системы
Б6	-	Итоговая государственная аттестация

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.**

#### Аудиторная работа

Цикл:	Б3	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б3.В.ОД8	
Часов (всего) по учебному плану:	144	6 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	6 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0,5,18	6 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	1,36	6 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2,5,90	6 семестр

#### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.5,18
Подготовка к практическим занятиям (пз)	1,36
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0.17, 6
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	0.39, 14
Подготовка к контрольным работам	0.08,3
Подготовка к зачёту	0.36,13
Всего:	2.5, 90

Объем занятий, проводимых в интерактивной форме, 12 часов.

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)			
			лк	пр	СРС	в т.ч. интер акт.
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Дискретизация сигналов	12	2	4	6	2
2	Тема 2. Количественная оценка информации	54	2	2	4	1
3	Тема 3. Эффективное кодирование	20	2	2	4	1
4	Тема 4. Согласование параметров сигналов с пропускной способностью канала связи	54	2	2	4	1
5	Тема 5. Помехоустойчивое кодирование		2	4	6	1
6	Тема 6. Групповые коды.		2	6	8	2
7	Тема 7. Циклические коды.		2	10	12	2
8	Тема 8. Амплитудная модуляция.		2	4	6	1
9	Тема 9. Угловые виды модуляции.		2	2	4	1
<b>всего по видам учебных занятий</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>12</b>

**Содержание по видам учебных занятий**

**Тема 1. Дискретизация сигналов**

**Лекция 1.** Дискретное представление сигналов. Равномерная и неравномерная дискретизация. Дискретизация по уровню. Выбор момента перехода с одного уровня на другой. Погрешность обратного преобразования. Дискретизация по времени. Дискретизация по Котельникову и её особенности. Дискретизация сигналов при восстановлении исходного непрерывного сигнала аппроксимирующим многочленом. Зависимость величины шага дискретизации от степени аппроксимирующего многочлена.

**Практические занятия.** Формирование сигнала для последующей его дискретизации. Нахождение спектра сигнала. Определение полосы частот, занимаемой сигналом. Вычисление периода дискретизации сигнала по Котельникову. Определение периода дискретизации сигнала при восстановлении из него аналогового сигнала с использованием многочлена первой степени.

**Самостоятельная работа.** Подготовка к лекции (2 часа), подготовка к практическим занятиям (6 часов). Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов: Виды дискретного представления сигналов, преобразование Фурье сигнала, способы определения ширины полосы частот, занимаемой сигналом. Зависимость погрешности аппроксимации от степени многочлена. Изучение одного ( по выбору студента) математического пакета, который им будет использоваться при выполнении практических работ по курсу.

**Текущий контроль.** Устные опросы по самостоятельно изученным разделам, устные опросы на практическом занятии.

## **Тема 2. Количественная оценка информации.**

**Лекция 2.** Возможные способы оценки количества информации. Требования к оценке. Количество информации по Хартли и по Шеннону. Энтропия. Частные и условные энтропии. Энтропия объединения сигналов. Избыточность информации.

**Практические занятия.** Определение количества информации в равновероятном и не равновероятном сообщении. Оценка условной энтропии ансамбля сообщений. Физическая сущность условной энтропии.

**Самостоятельная работа.** Подготовка к лекции (2 часа), подготовка к практическим занятиям (4 часа). Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов. Вероятности условных и безусловных событий. Табличное представление совместных и условных событий. Связь условных, совместных событий, частных событий.

## **Тема 3. Эффективное кодирование.**

**Лекция 3.** Суть эффективного кодирования. Способы Эффективного кодирования. Коды Гильберта-Мура, Шеннона, Хаффмена. Другие виды эффективного кодирования. Связь длины эффективного кода с энтропией сообщения.

**Практические занятия.** Кодирование сообщений по Шеннону и по Хартли. Установление связи средней длины кода с энтропией. Приближение средней длины кода к энтропии при укрупнении сообщений. Влияние ошибок на передаваемое сообщение.

**Самостоятельная работа.** Подготовка к лекции (2 часа), подготовка к практическим занятиям (4 часа). Самостоятельное изучение следующих теоретических разделов. Вероятности условных и безусловных событий. Табличное представление событий. Связь условных и безусловных событий.

## **Тема 4. Согласование параметров сигналов с пропускной способностью канала связи.**

**Лекция 4.** Определение пропускной способности канала связи. Связь пропускной способности с широкополосностью канала связи. Скорость передачи информации по каналу связи. Объем сигнала. Предельные возможности обмена широкополосности на соотношение сигнал/шум.

**Практические занятия.** Определение ширины частот канала связи. Установление связи ширины полосы со скоростью передачи информации. Искажение каналом формы передаваемых сигналов.

**Самостоятельная работа.** Подготовка к лекции (2 часа), подготовка к практическим занятиям (4 часа). Самостоятельное изучение следующих вопросов. Определение требуемой

ширины канала связи в зависимости от формы сигнала. Изменение формы сигнала при ограничении его спектра. Влияние ограничения спектра сигнала на его мощность. Подготовка к контрольной работе 1 (1 час).

### **Контрольная работа 1.**

## **Тема 5. Помехоустойчивое кодирование**

**Лекция 4.** Суть помехоустойчивого кодирования. Совершенные коды. Коды, обнаруживающие ошибки и коды, исправляющие ошибки. Кодовое расстояние. Связь кодового расстояния с корректирующей способностью кода. Вероятности появления ошибок заданной кратности. Коды, обнаруживающие одиночные ошибки. Суть построения кодов исправляющих и обнаруживающих ошибки.

**Практические занятия.** Построение кодов, обнаруживающих ошибки ( коды с проверкой на чётность, варианты кодов с повторением комбинации, коды с числом единиц кратным 3). Построение и исследование помехоустойчивости кодов инверсного и итеративного.

**Расчётно-графическая работа.** Выдаётся индивидуальное задание для каждого студента. Требуется для заданного корректирующего кода описать алгоритмы кодирования и декодирования кода. Построить структурную схему кодирующего (декодирующего) устройства и описать его работу. Определить требования к каналу связи для организации передачи заданного кода.

**Самостоятельная работа.** Подготовка к лекции (2 часа), подготовка к практическим занятиям (6 часов). Самостоятельное изучение следующих вопросов. Преобразование исходных сообщений в двоичный и двоично-десятичные коды. Избыточность двоично-десятичного кода. Преобразование сообщений в коды с основанием большим 2. Связь объёма кода с основанием кода. (18 часов самостоятельной работы студента).

## **Тема 6. Групповые коды**

**Лекция 5.** Алгебраическая система – группа. Её особенности. Разложение группы на смежные классы. Связь числа смежных классов с корректирующей способностью кода. Соответствие одиночных ошибок опознавателю. Составление проверочных уравнений. Коды Хэмминга. Групповые коды, исправляющие двойные ошибки. Кодирующие и декодирующие устройства групповых кодов.

**Практические занятия.** Построение групповых кодов, исправляющих одиночные ошибки, кодов исправляющих одиночные ошибки и одновременно обнаруживающих двойные ошибки. Декодирование кодов по методу максимального правдоподобия.

**Самостоятельная работа.** Подготовка к лекции (2 часа), подготовка к практическим занятиям (8 часов). Самостоятельное изучение следующих вопросов. Изучить алгебраические системы - группы. Аксиомы групп. Арифметические операции в группах. Разложение групп по подгруппе. Правила построения групповых кодов. Построение кодирующих и декодирующих устройств. Суть декодирования по методу максимального правдоподобия. Ограничения на применение метода максимального правдоподобия.

## **Тема 7. Циклические коды**

**Лекция 7.** Алгебраическая система – кольцо. Её аксиомы. Разложение кольца на классы вычетов. Связь числа классов вычетов с корректирующей возможностью кода. Выбор образующего многочлена циклического кода. Возможные методы матричной записи циклических кодов. Методы декодирования циклических кодов. Декодирование циклических кодов лекодером Меггитта. Построение кодирующих устройств циклических кодов.

**Практические занятия.** Построение двух вариантов кодирующих устройств. Исследование процесса работы кодирующего устройства. Построение циклического кода по заданному образующему многочлену. Исследование корректирующих способностей построенного кода.

**Самостоятельная работа.** Подготовка к лекции (2 часа), подготовка к практическим занятиям (12 часов). Самостоятельное изучение следующих вопросов. Запись кодовых комбинаций в виде многочленов. Построение устройств умножения и деления многочленов в поле Галуа. Операции умножения и деления в кольце. Нахождение корней неприводимых многочленов. Построение кодов по корням неприводимых многочленов. Определение примитивных элементов поля.

### **Контрольная работа 2.**

## **Тема 8. Амплитудная модуляция.**

**Лекция 8.** Суть аналоговых видов модуляции. Виды аналоговой модуляции. Преобразование спектра сигнала при амплитудной модуляции. Способы получения сигналов амплитудной модуляции. Балансный модулятор. Глубина модуляции. Энергетические соотношения при амплитудной модуляции. Способы детектирования амплитудно-модулированных сигналов. Детектирование сигналов с подавленной несущей при добавлении несущего колебания на приёмной стороне.

**Практические занятия.** Рассматриваются преобразования спектра сигнала при двух видах амплитудной модуляции (модуляция с большим уровнем несущей и модуляция с двойной боковой полосой и подавленной несущей). Проводится анализ изменения спектра амплитудно-модулированных сигналов при синхронном детектировании.

**Самостоятельная работа.** Подготовка к лекции (2 часа), подготовка к практическим занятиям (6 часов). Самостоятельное изучение следующих вопросов. Влияние типа модулятора на спектр сигнала. Способы устранения «лишних» спектральных составляющих в модуляторе. Суть однополосной модуляции. Нарисовать вид амплитудно-модулированного гармонического сигнала при различных видах амплитудной модуляции.

## **Тема 9. Угловые виды модуляции**

**Лекция 9.** Рассматривается общий подход к анализу угловых видов модуляции. Особенности преобразования спектра модулированных сигналов при фазовой и частотной модуляции. Индекс частотной модуляции. Узкополосная и широкополосная частотная модуляция. Ширина спектра частотной модуляции. Способы получения и демодуляции частотно-модулированных сигналов.

**Практические занятия.** Проводится сравнение различных видов модуляции. Рассматриваются вопросы построения многоканальных систем с частотным разделением каналов. Устанавливаются ограничения на количество одновременно работающих каналов.

**Самостоятельная работа.** Подготовка к лекции (2 часа), подготовка к практическим занятиям (4 часа). Сравнение амплитудной и частотной модуляции по занимаемой полосе частот и по помехоустойчивости.

### **Контрольная работа 3.**

Лекционные занятия (в количестве 18 часов) проводятся в интерактивной форме. В процессе лекции ставятся вопросы по теме лекции. Проводится обсуждение возможных ответов на поставленные вопросы.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе. Каждый студент самостоятельно выполняет задание. В конце практического занятия проводится оценка объёма выполненного

задания. После полного выполнения задания проводится опрос студента по вопросам сформулированным для каждого задания и выставляется оценка.

### **Промежуточная аттестация по дисциплине**

Изучение дисциплины заканчивается зачётом с оценкой. Зачёт проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № 21-23.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине организуется в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы студентов», утвержденным заместителем директора филиала ФБГОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске 02.04. 2014 г.

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:

- методические рекомендации по самостоятельной работе (Приложение 3.РПД Б3.В.ОД .8 (СРС.ВМ);
- методические рекомендации к практическим занятиям Приложение 3.РПД Б3.В.ОД .8 (МР.ВМ);
- методические рекомендации к лекционным занятиям Приложение 3.РПД Б3.В.ОД .8 (МР.ЛК.ВМ);

### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: общекультурные ОК-10, ОК-11, ОК-12,; профессиональные ПК-2.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит практических заданий на практических занятиях, выполнения контрольных работ, успешной сдачи зачёта.

### **6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 90% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 70% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 50% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом

уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлено различными видами оценочных средств.

Общая оценка сформированности компетенций определяется на этапе промежуточной аттестации.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка «удовлетворительно» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на уровне не ниже порогового.

Оценка «хорошо» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на уровне не ниже продвинутого.

Оценка «отлично» означает, что все компетенции, закрепленные за дисциплиной, освоены на эталонном уровне.

Критерии оценивания для экзамена в устной форме (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценка зачёта по дисциплине за 6 семестр.

**6.3 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**

### **Контрольная работа №1**

1. Как определяют максимальную частоту в спектре сигнала?
2. Почему не применяют интервал между дискретными отсчётами сигнала больше, чем это следует из теоремы Котельникова?
3. Почему на практике сигнал квантуют чаще, чем это следует из теоремы Котельникова?
4. Зачем нужно квантовать сигнал по времени?
5. Покажите, что из сигнала квантованного по времени можно точно восстановить исходный непрерывный сигнал.
6. Какие объективные причины не позволяют точно восстановить исходный непрерывный сигнал из квантованного по времени?
7. Почему из сигнала квантованного по уровню нельзя точно восстановить исходный непрерывный сигнал?
8. Поясните, почему при квантовании по уровню переход с уровня на уровень осуществляется при достижении сигналом середины уровня?
9. Чему равна погрешность квантования по уровню?
10. Из каких соображений выбирают степень интерполяционного многочлена при восстановлении непрерывного сигнала из дискретного?
11. Поясните, целесообразно ли увеличивать степень интерполяционного полинома при восстановлении исходного сигнала из его дискретного представления (не учитывая сложность технической реализации)?
12. Из каких соображений выбирают число уровней квантования?
13. В чём суть неравномерного квантования?
14. Почему неравномерное квантование применяют реже, чем равномерное?
15. Шаг квантования по времени можно выбрать, задаваясь величиной ошибки интерполяции и степенью интерполяционного полинома. Поясните, может ли реальная ошибка быть больше заданной?
16. Почему идеальный ФНЧ нельзя реализовать?
17. Поясните, как по известному сигналу и его преобразованию Фурье можно определить максимальное значение любой производной сигнала.
18. Мера информации должна обладать свойством аддитивности. Поясните его суть.
19. Покажите, что энтропия источника будет максимальной при равновероятных сообщениях.
20. Поясните, зависит ли количество информации от основания логарифма?
21. Как зависит величина энтропии источника от закона распределения его амплитуд?. Как влияет не равное нулю математическое ожидание сигнала на его энтропию?
22. Поясните. Можно ли взять в качестве меры информации число передаваемых сообщений?
23. Поясните, что означает термин «информация»?
24. Почему равновероятностные сообщения имеют меньшую энтропию, чем равновероятные?
25. Одни и те же сообщения можно закодировать кодами с разными основаниями. Поясните, изменится ли при этом энтропия источника?
26. Поясните, (не математически) почему при вероятностях события  $P=0$  и  $P=1$  энтропия равна нулю?

27. Покажите, что при равновероятных сообщениях меры информации по Хартли и по Шеннону совпадают.
28. С какой целью уменьшают энтропию передаваемых сообщений, по сравнению с максимальной энтропией?
29. Что показывает коэффициент сжатия сообщений?
30. Чем хорош равномерный не избыточный код? Что значит «не избыточный код»?
31. Оптимальным основанием кода является «е». Ближе к нему число 3 нежели 2. Почему при кодировании используют двоичные коды, а не троичные?
32. Чем принципиально отличается код Грея от не избыточного кода?
33. Какой недостаток кода Шеннона отсутствует в коде Хаффмана?
34. Что означает термин «код»?
35. Как можно увеличить энтропию непрерывных сообщений? До какой величины можно увеличивать их энтропию?
36. Что характеризует частная условная энтропия  $H(y/x_i)$ ?
37. Поясните смысл условной энтропии  $H(Y/X)$ .
38. Какие последовательности символов называются эргодическими?
39. Зачем необходимо знать типичные последовательности, генерируемые эргодическим источником?
40. Поясните зависимость числа типичных двоичных последовательностей от вероятности символа.
41. Эргодический источник генерирует двоичные последовательности длиной 50 символов. Вероятность передачи единицы равна 0.8, а нуля -0.2. Сколько типичных последовательностей будет у такого источника?
42. Имеется запись  $I(Y/X) = H(X) - H(X/Y)$ . Что характеризует  $I(Y/X)$ ?
43. Чем хорош равномерный не избыточный код? Что значит «не избыточный код»?
44. Оптимальным основанием кода является «е». Ближе к нему число 3 нежели 2. Почему при кодировании используют двоичные коды, а не троичные?
45. Что понимают под пропускной способностью канала связи?
46. Что понимают под скоростью передачи информации по каналу связи?
47. Если энтропия источника сообщений меньше пропускной способности канала связи, то по теореме Шеннона эту информацию можно передавать по каналу связи со скоростью сколь угодно близкой к пропускной способности канала связи. Как это можно сделать?
48. При передаче информации по каналу связи иногда полагают, что  $H(Y/X)$  равна  $H(N)$ . В каком случае это допустимо?
49. Укажите достоинство и недостаток префиксных кодов.
50. Какой код называется эффективным? Любые ли сообщения можно закодировать эффективным кодом?

### Контрольная работа № 2

1. Оптимальным основанием кода является число «е». Почему же на практике выбрали основание кода 2, а не 3?
2. Чем «хорош» не избыточный код?
3. Какое положительное качество есть у кода Грея?
4. Дать определение понятия «код».
5. Какова корректирующая способность кода на одно сочетание?
6. Какие есть разновидности кодов с однократным повторением?
7. Какие ошибки обнаруживает код с  $d_{\min} = 2$ ?
8. Какова корректирующая способность инверсного кода?

9. Можно ли построить код с  $d_{\min} = 1$ , способный обнаруживать некоторые виды ошибок? Поясните.
10. Почему код с  $d_{\min} = 2$  не может исправлять ошибки?
11. Почему в канале связи ошибки малой кратности более вероятны?
12. Какой код называют плотноупакованным?
13. С какой целью при кодировании раскладывают группу по подгруппе?
14. Покажите, является ли код (7,4) плотноупакованным?
15. Поясните, можно ли построить код (7,4) с проверочными разрядами 4,5,6?
16. Является ли код с  $d_{\min} = 5$  плотноупакованным?
17. Код имеет  $d_{\min} = 2*s + r$ . Каково соотношение между  $s$  и  $r$ ?
18. 15 сообщений кодируются групповым кодом с  $d_{\min} = 5$ . Какова длина кодовой комбинации?
19. Как осуществляется декодирование группового кода?
20. Почему не применяются групповые коды с исправлением с  $d_{\min} > 5$ ?
21. Сформулируйте правила образования проверочных равенств группового кода.
22. Как получают (и зачем) укороченные коды?
23. Есть ли какие-нибудь правила сопоставления опознавателя векторам ошибок в групповом коде?
24. Почему с большим числом информационных разрядов групповые коды с  $d_{\min} = 5$  практически не используются?
25. Почему циклические коды называют «циклическими»?
26. При построении циклических кодов производят умножение двух многочленов. Почему старшая степень их произведения всегда меньше чем сумма старших степеней сомножителей?
27. Из каких соображений выбирают степень образующего многочлена?
28. Почему образующий многочлен должен быть неприводимым?
29. Могут ли различные неприводимые многочлены одной и той же степени давать разное число остатков?
30. Как изменяется избыточность кода с  $d_{\min} = 3$  при увеличении числа информационных разрядов кода?
31. Циклический код можно получить умножением информационного многочлена на образующий. Какие недостатки такого кода?
32. Циклический код является разновидностью групповых кодов. Поясните можно ли декодировать циклический код с помощью опознавателей?
33. Нарисуйте схему деления на многочлен  $g(x) = x^4 + x^3 + x + 1$ . Поясните принцип её работы.
34. Нарисуйте схему умножения на многочлен  $g(x) = x^4 + x^3 + x + 1$ . Поясните принцип её работы.
35. Опишите принцип построения кодирующего устройства цикл. кода с  $d_{\min} = 3$ .
36. Опишите принцип построения кодирующего устройства цикл. кода с  $d_{\min} = 3$ .
37. Длина пачки ошибок равна 6. Сколько различных векторов ошибок в такой пачке?
38. Имеются два кода. Один исправляет пачку ошибок длиной 5, а другой исправляет пятикратные ошибки. Как соотнося их избыточности? Почему?
39. Можно ли построить код Фейера для передачи 15 сообщений с исправление пачки ошибок длины 4?
40. Код, исправляющий ошибки можно использовать для обнаружения ошибок. Какие ошибки он будет обнаруживать?
41. Код, исправляющий ошибки можно использовать для обнаружения ошибок. Как должно работать в этом случае декодирующее устройство?
42. Образующий многочлен БЧХ – кода имеет вид 17356. Запишите его.
43. Какой недостаток – кодов?

44. Образующий многочлен БЧХ-кода определяется как НОК неприводимых многочленов определённой степени. Поясните, как это понимать?
45. Как осуществляется декодирование БЧХ-кода?
46. Как осуществляется построение кодирующего устройства БЧХ-кода?
47. Как осуществляется исправление ошибок у свёрточных кодов?
48. Какие ошибки исправляет свёрточный код?
49. Какие коды называют рекуррентными?
50. Как осуществляется обнаружение ошибок в рекуррентном коде?
51. Как осуществляется исправление ошибок в рекуррентном коде?
52. Как определить в рекуррентном коде, что искажены только проверочные разряды?
53. У свёрточного кода состоит из последовательности групп по три символа. Если на каком-то шаге (не на последнем) неправильно декодировали группу можно ли это исправить?

### Контрольная работа № 3

1. Какими способами можно получить сигналы ОБП-ПН?
2. Какие сигналы и почему нельзя передавать в виде АМ - сигналов с большим уровнем несущей?
3. Сигналы ДБП-ПН, добавив на приёмной стороне несущую, можно превратить в сигнал АМ с большим уровнем несущей, и затем для детектирования применить детектор огибающей. Какие недостатки этого метода?
4. Достоинства и недостатки систем с АМ сигналами с большим уровнем несущей.
5. В чём различие детектора-выпрямителя и детектора огибающей?
6. На приёмной стороне при детектировании амплитудно-модулированных сигналов желательно бы знать частоту несущей. Зачем? Почему её не знают?
7. Обязательно ли при синхронном детектировании применять косинусоидальный сигнал с частотой несущей? Может можно применить любой периодический сигнал этой частоты? Ответ обосновать.
8. Почему при анализе амплитудно-модулированных сигналов используют косинусоидальный сигнал, а не синусоидальный?
9. При синхронном детектировании сигналов ДБП-ПН на приёмной стороне восстанавливают несущую с некоторой погрешностью по частоте и фазе. Как влияют эти погрешности на результат детектирования?
10. Покажите, что при получении сигналов ДБП-ПН в качестве модулируемого можно использовать любой периодический сигнал соответствующей частоты.
11. Для получения сигналов ДБП-ПН можно использовать детекторы с квадратичной вольтамперной характеристикой. Покажите это.
12. Как на приёмной стороне можно восстановить передаваемое сообщение, если индекс амплитудной модуляции больше единицы?
13. При получении сигналов ОБП-ПН применяют преобразование Гильберта. Покажите это.
14. Как должны соотноситься в системах с амплитудной модуляцией амплитуды передаваемого сигнала и несущей?
15. Модулирующий сигнал – синусоида. Нарисуйте спектр сигнала двойной амплитудной модуляции.
16. Укажите достоинства и недостатки систем АМ с большим уровнем несущей и ДБП-ПН.
17. Из каких соображений должна выбираться постоянная времени фильтра детектора огибающей?
18. Как осуществляется декодирование частотно-модулированных сигналов?

19. Частотно-модулированный сигнал (даже при гармоническом модулирующем сигнале) имеет бесконечный спектр. Как определяют ширину полосы частот частотно-модулированного сигнала? Почему именно так?
20. Пояснить. Изменяется ли частота модулированного сигнала при фазовой модуляции?
21. Частотная модуляция – нелинейная модуляция. В чём это проявляется?
22. Пояснить. Может ли в спектре ЧМ - сигнала отсутствовать составляющая на частоте модулируемого сигнала?
23. Как получают ЧМ – сигналы?
24. При частотной модуляции модулирующим является гармонический сигнал. Какова ширина спектра полученного сигнала?
25. На выходе частотного модулятора ставят полосовой фильтр. Зачем? Какова должна быть его полоса пропускания?
26. Как зависит ширина спектра ЧМ - сигнала от частоты модулирующего гармонического сигнала?
27. В каких случаях спектр ЧМ – сигнала линейчатый, а в каких непрерывный?
28. Частотная модуляция является нелинейной. Что это значит?
29. Почему при ЧМ можно считать, что мощность передатчика не расходуется на передачу несущей частоты?
30. При частотной модуляции модулирующим является гармонический сигнал. Нарисуйте вид ЧМ – сигнала.
31. В каких пределах изменяется длительность импульса при время-импульсной модуляции?
32. Чем принципиально различаются спектры сигналов АИМ1 и АИМ?
33. Пояснить как из сигнала АИМ1 на приёмной стороне получить исходный сигнал?
34. Пояснить как из сигнала АИМ2 на приёмной стороне получить исходный сигнал?
35. Из каких соображений выбирают полосу частот при передаче сигнала АИМ1?
36. Из каких соображений выбирают период следования импульсов при широтно-импульсной модуляции?
37. Пусть модулирующий сигнал есть линейно нарастающий сигнал. Приведите для этого сигнала вид сигналов АИМ, ШИМ, ФИМ.
38. Пояснить. Обязательно ли при получении АИМ сигналов использовать прямоугольные импульсы? Можно ли использовать периодический сигнал, какой либо другой формы?
39. С какой целью применяют импульсные виды модуляции?
40. Чем определяется ширина спектра ШИМ – сигналов?
41. Гармонический сигнал преобразуется в АИМ. Каков период следования импульсов полученного сигнала?
42. Какова реакция идеального ФНЧ на дельта-импульс?
43. Какова реакция идеального ФНЧ на единичный скачок сигнала?
44. Как зависит время установления выходного сигнала на выходе идеального фильтра от частоты среза этого фильтра?
45. Какова должна быть передаточная функция неискажающей системы?
46. Почему нельзя реализовать идеальный ФНЧ?
47. На вход идеального ФНЧ поступает прямоугольный импульс. Нарисуйте вид выходного сигнала фильтра при двух различных длительностях импульса.
48. Является ли идеальный ФНЧ неискажающей системой? Поясните.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в:

- методические рекомендации по самостоятельной работе (Приложение 3.РПД БЗ.В.ОД .8 (СРС.ВМ);
- методические рекомендации к практическим занятиям Приложение 3.РПД БЗ.В.ОД .8 (МР,ВМ);
- методические рекомендации к лекционным занятиям Приложение 3.РПД БЗ.В.ОД .8 (МР,ЛК.ВМ);

#### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература**

1. Штарьков, Ю.М. Универсальное кодирование. Теория и алгоритмы [Электронный ресурс]: — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2013. — 280 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59667](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59667).

2. Сидельников В.М. Теория кодирования [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2008. — 322 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2311](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2311)

##### **б) Дополнительная литература:**

1. Пучков Ю.И. Помехоустойчивость передачи сообщений. Учебное пособие по курсу «Передача данных в АСОИУ». – Смоленск: ГОУ ВПО СФ МЭИ(ТУ), 2002. - 68 с.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотечная система «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com>
2. Университетская библиотека ONLINE. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина предусматривает лекции раз в две недели, практические занятия раз в две недели. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

**Практические (семинарские) занятия** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание *практических (семинарских) занятий* фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе *MS Word* или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя (*либо прилагается к настоящей программе*).

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется отметка о выполнении практического занятия.

При подготовке к зачёту в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к зачёту нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и являются неотъемлемой частью программы.

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

При проведении **практических** предусматривается использование персональных компьютеров, оснащенных необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения (математические пакеты MathCAD, Mat lab)

**11. Описание материально технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

**Лекционные занятия.**

Лекционная стандартная аудитория, оснащённая доской и мелом.

**Практические занятия.**

Для проведения практических занятий используется компьютерный класс кафедры.

Автор  
канд. техн. наук, доцент

Ю.И. Пучков

Зав. кафедрой ВТ  
д-р техн. наук, профессор

А.С. Федулов

Программа одобрена на заседании кафедры 28 августа 2015 года, протокол № 01.