

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан факультета радиотехники и
электроники  /В.А.Небольсин/
« 31 » августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)**

«Основы корректирующего кодирования»

Направление подготовки (специальность) **11.03.01 «Радиотехника»**

Профиль (специализация) «Радиотехнические средства передачи,
приема и обработки сигналов»

Квалификация выпускника бакалавр

Срок освоения образовательной программы 4 года / 4 года 11 месяцев

Форма обучения Очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы  /Р.П. Краснов/

Заведующий кафедрой
радиотехники  /А.В. Останков/

Руководитель ОПОП  /А.В. Останков/

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины – обеспечение студентов базовыми знаниями, навыками и представлениями в области корректирующего кодирования

1.2. Задачи освоения дисциплины

Для достижения цели ставятся задачи:

- 1.2.1. Освоение методов избыточного кодирования информации;
- 1.2.2. Изучение принципов построения линейных кодов;
- 1.2.3. Освоение методов расчета помехоустойчивости при применении корректирующих кодов;
- 1.2.4. Изучение структур кодеров и декодеров различных кодов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина (модуль) «Основы корректирующего кодирования» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы корректирующего кодирования» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 – способен осуществлять анализ радиотехнических цепей устройств радиоэлектроники, функциональных блоков систем передачи, приема и обработки сигналов;

ПК-4 – способен учитывать современные тенденции развития радиоэлектроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности.

Код компетенции	Результаты обучения, характеризующие сформированности компетенции
ПК-3	знает линейные коды, применяемые в системах передачи информации и радиосвязи, методы расчета помехоустойчивости при применении корректирующих кодов

	умеет выбрать корректирующий код для системы передачи информации в соответствии с требуемым качеством ее передачи по каналу связи;
	владеет основами терминологии по корректирующему кодированию, методами анализа свойств корректирующих кодов различной сложности.
ПК-4	знает алгоритмы коррекции ошибок блоковыми кодами, алгоритмы коррекции ошибок циклическими кодами, алгоритмы коррекции ошибок кодами БЧХ.
	умеет применять алгоритмы коррекции ошибок для их использования в аппаратуре передачи данных;
	владеет оценкой свойств различных алгоритмов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Основы корректирующего кодирования» составляет 4 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	В т.ч. в форме практ. подг.	Семестр
			7
Контактная работа по видам занятий (всего)	72		72
В том числе:			
Лекции	36	-	36
Практические занятия (ПЗ)	-	-	
Лабораторные работы (ЛР)	36	10	36
Самостоятельная работа	36	-	36
Часы на контроль	36	-	36
Курсовой проект (работа) (есть, нет)	нет	-	
Контрольная работа (есть, нет)	нет	-	
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)			Экзамен
Общая трудоемкость	144	10	144
час	4		4
зач. ед.			

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	В т.ч. в форме практ. подг.	Семестр
			7
Контактная работа по видам занятий (всего)	24		24
В том числе:			
Лекции	8	-	8
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	16	4	16
Самостоятельная работа	111	-	111
Часы на контроль	9	-	9
Курсовой проект (работа) (есть, нет)	нет		нет
Контрольная работа (есть, нет)	есть		есть
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)			
Общая трудоемкость час	144	4	144
зач. ед.	4	-	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
7 семестр			36		36	36	144
1	Введение. Основные понятия о корректирующих кодах, помехоустойчивость. Принцип построения кодов	Общая модель телекоммуникационной системы. Ошибка в дискретном канале связи. Моделирование ошибок канала. Классификация корректирующих кодов. принцип построения корректирующих кодов. помехоустойчивость при независимых и группирующихся ошибках. Определение объема выборки при исследовании помехоустойчивости корректирующих кодов.	6	-	8	4	18
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>			5		

2	Структура блоковых кодов и их формирование. Качество блокового кода	Структура блоковых кодов и их формирование. Построение производящей матрицы. Формирование производящей матрицы на основе программных средств 2 Качество блоковых кодов. Относительная скорость кода, избыточность. Верхняя граница Хемминга, границы Варшамова-Гильберта. Вывод границы Хемминга	4	-	-	4	8
3	Кодирование блоковыми кодами, получение кодового слова, декодирование блоковых кодов	Кодирование блоковыми кодами. Структура процедуры декодирования, получение кодового слова. Примеры кодирования. Декодирование блоковых кодов. Получение проверочной матрицы, ее связь с производящей матрицей. Понятие синдрома. Полный переборный алгоритм.	4		8	4	16
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>			5		
4	Введение в циклическое кодирование. Двоичные многочлены. Процедура кодирования. Декодирование методом вылавливания ошибок	Введение в циклическое кодирование. Двоичные многочлены и действия над ними. Кодирование циклическими кодами. Декодирование циклических кодов методом вылавливания ошибок. Основные принципы и процедуры. Особенности кодов	4	-	4	4	12
5	Декодеры Меггита. Пороговое декодирование циклическим кодом.	Декодер Меггита. Структурная схема. Принцип работы для различных случаев соотношений между n и k Пороговое декодирование. Построение матрицы систем проверочных уравнений. Структура декодера. Принцип действия. Особенности декодирования пороговым декодером	4	-	4	4	12
6	Основные понятия полей Галуа. построение поля Галуа, действия в полях Галуа. Корни многочленов.	Основные понятия полей Галуа. Основные свойства конечных полей Галуа. Понятие неприводимых многочленов. Принцип построения и структура поля Галуа. основные действия над элементами поля. Понятие корней многочленов	4		4	4	12

7	Формирование проверочной матрицы кодов БЧХ. Коды БЧХ и линейный многочлен	Введение в коды БЧХ. Основные положения в кодах БЧХ. Формирование проверочной матрицы кодов БЧХ. Определение кодов БЧХ через многочлен. Понятие минимальных многочленов. Связь многочленов с исправляющей способностью кодов	4			4	8
8	Решение систем уравнений в полях Галуа. Декодирование кодов БЧХ по формулам	Решение систем уравнений в полях Галуа. Особенности решения при различном числе ошибок. Декодирование кодов БЧХ по формулам. Вывод формул. Вид уравнений кодов БЧХ. Процедура Ченя	4		8	4	16
9	Другие виды корректирующих кодов	Коды Рида-Соломона. Каскадные коды. Сверточные коды. Турбо коды.	2			4	6
		Контроль					36
Итого			36	-	36	36	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего , час
7 семестр			8	-	16	111	144
1	Введение. Основные понятия о корректирующих кодах, помехоустойчивость. Принцип построения кодов	Общая модель телекоммуникационной системы. Ошибки в дискретном канале связи. 2 Классификация корректирующих кодов. принцип построения корректирующих кодов. помехоустойчивость при независимых и группирующихся ошибках. <i>практическая подготовка обучающихся</i>	2	-	4	30	36
2	Структура блоковых кодов и их формирование. Качество блокового кода. Кодирование блоковыми кодами, получение кодового слова. декодирование блоковых кодов.	Структура блоковых кодов и их формирование. Построение производящей матрицы. Формирование производящей матрицы на основе программных средств. Качество блоковых кодов. Относительная скорость кода, избыточность. Верхняя граница Хемминга, границы Варшамова-Гильберта. Вывод границы Хемминга. Декодирование блоковых кодов. Получение проверочной матрицы, ее связь с производящей матрицей. Понятие синдрома. Полный переборный алгоритм	2	-	4	30	36

3	Введение в циклическое кодирование. Двоичные многочлены. Процедура кодирования. Декодирование методом вылавливания ошибок	Введение в циклическое кодирование. Двоичные многочлены и действия над ними. Кодирование циклическими кодами. Декодирование циклических кодов методом вылавливания ошибок. Основные принципы и процедуры. Особенности кодов	2	-	4	30	36
4	Решение систем уравнений в полях Галуа. Декодирование кодов БЧХ по формулам	Решение систем уравнений в полях Галуа. Особенности решения при различном числе ошибок. Декодирование кодов БЧХ по формулам. Вывод формул. Вид уравнений кодов БЧХ. Процедура Ченя.	2		4	21	27
		Контроль					9
Итого			8	-	16	111	144

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Практическая подготовка при освоении дисциплины проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю ОПОП на лабораторных работах

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Подбор длины блочного кода по известной вероятности ошибки.	ПК-3, ПК-4
2	Определение объема выборки данных при определении помехоустойчивости системы.	ПК-3, ПК-4
3	Подбор проверочных символов для обеспечения требуемого кодового расстояния.	ПК-3, ПК-4
4	Определение качества кода по оценке границ Хемминга и Варшамова - Гильберта.	ПК-3, ПК-4
5	Составление таблицы синдромов для выбранного кода.	ПК-3, ПК-4

5.2 Перечень лабораторных работ

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы
7 семестр	
2	Помехи и их воздействие на блочные коды, часть 1
4	Помехи и их воздействие на блочные коды, часть 2
6	Блочные корректирующие коды, часть 1
8	Блочные корректирующие коды, часть 2
10	Циклические корректирующие коды, часть 1
12	Циклические корректирующие коды, часть 2
14	Вычисления в полях Галуа
16	Декодирование кодов БЧХ по формулам, часть 1
18	Декодирование кодов БЧХ по формулам, часть 2

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Учебным планом по дисциплине «Основы корректирующего кодирования» не предусмотрено выполнение курсового проекта (работы) и контрольной работы

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе: «аттестован»; «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	знает линейные коды, применяемые в системах передачи информации и радиосвязи, методы расчета помехоустойчивости при применении корректирующих кодов	Знание учебного материала и готовность к его обсуждению и применению в рамках выполнения заданий на лабораторных занятиях	Готовность представить аргументированные рассуждения в области корректирующего кодирования	Неспособность представить аргументированные рассуждения, относящиеся к корректирующему кодированию
	умеет выбрать корректирующий код для системы передачи информации в соответствии с требуемым качеством ее передачи по каналу связи;	Решение стандартных практических задач в соответствии с индивидуальным вариантом задания на лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеет основами терминологии по корректирующему кодированию, методами анализа свойств корректирующих кодов различной сложности.	Выполнение исследовательских задач по корректирующему кодированию на лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знает алгоритмы коррекции ошибок блоковыми кодами, алгоритмы коррекции ошибок циклическими кодами, алгоритмы коррекции ошибок кодами БЧХ.	Знание учебного материала и готовность к его обсуждению и применению в рамках выполнения заданий на лабораторных занятиях	Готовность представить аргументированные рассуждения в области алгоритмов коррекции ошибок	Неспособность представить аргументированные рассуждения по изучавшимся корректирующим кодам
	умеет применять алгоритмы коррекции ошибок для их использования в аппаратуре передачи данных;	Выполнение стандартных исследовательских задач в соответствии с индивидуальным вариантом задания на лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеет оценкой свойств различных алгоритмов.	Оценивает алгоритмы коррекции ошибок для их использования в аппаратуре передачи данных;	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения: «отлично»; «хорошо»; «удовлетворительно»; «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-1	знает специфику процесса, применяемого при использовании линейных кодов в системах передачи информации и радиосвязи, методов расчета помехоустойчивости корректирующих кодов	Знание учебного материала и готовность к его изложению на экзамене и применению в рамках выполнения заданий на лабораторных занятиях	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала, ярко выраженную способность самостоятельно использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене	Студент демонстрирует понимание большей части учебного материала, способность при незначительной помощи использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене	Студент демонстрирует частичное понимание материала, способность при получении сторонней помощи к выполнению лабораторных занятий. Попытки самостоятельного решения практических задач демонстрируют нестабильность результатов	Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоятельного решения практических задач оказываются у него малорезультативными
	умеет выбирать корректирующий код для системы передачи информации в соответствии с требуемым качеством ее передачи по каналу связи;	Умение использовать расчеты помехоустойчивости и корректирующих кодов при проведении работ на лабораторных занятиях и на экзамене				
	владеет методами анализа свойств корректирующих кодов различной сложности.	Применение анализа свойств корректирующих кодов различной сложности в рамках лабораторных занятий и на экзамене				
ПК-4	знает специфику процедур, применяемых для алгоритмов коррекции ошибок блоковыми кодами, алгоритмов коррекции ошибок циклическими кодами, алгоритмов коррекции ошибок кодами БЧХ.	Знание учебного материала и готовность к его изложению на экзамене и применению в рамках выполнения заданий на лабораторных занятиях	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала, ярко выраженную способность самостоятельно использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене	Студент демонстрирует понимание большей части учебного материала, способность при незначительной помощи использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене	Студент демонстрирует частичное понимание материала, способность при получении сторонней помощи к выполнению лабораторных занятий. Попытки самостоятельного решения практических задач оказываются у него малорезультативными	Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоятельного решения практических задач оказываются у него малорезультативными
	умеет применять алгоритмы коррекции ошибок для их использования в аппаратуре передачи данных;	Умение анализировать алгоритмы коррекции ошибок в рамках лабораторных занятий и на экзамене				
	владеет оценкой свойств различных алгоритмов коррекции	Применение методов определения				

	ошибок.	помехоустойчивост и алгоритмов коррекции ошибок в рамках лабораторных занятий и на экзамене	лабораторн ых занятий, а также при решении практи- ческих задач на экзамене	ых занятий, а также при решении практи- ческих задач на экзамене	ческих задач демонстри руют нестабильн ость результато в	
--	---------	---	---	---	---	--

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что такое блочный корректирующий код?

- а) корректирующий код это кодовая комбинация, обладающая избыточностью;
- б) корректирующий код это кодовая комбинация длиной n с k и r символами;
- в) корректирующий код это набор разрешенных кодовых комбинаций с определенным кодовым расстоянием d , позволяющим исправлять t ошибок;
- г) корректирующий код это последовательности информационных символов следующих друг за другом.

2. Дайте определение кодового расстояния d блочного кода. Как величина d может быть определена из набора разрешенных комбинаций кода?

- а) кодовым расстоянием d блочного кода называется разность сумм единиц в двух кодовых комбинациях следующих друг за другом;
- б) кодовым расстоянием d блочного кода называется величина, позволяющая вычислить все разрешенные кодовые комбинации;
- в) кодовым расстоянием d блочного кода называется минимальное хемминговоe расстояние, наблюдаемое среди разрешенных кодовых комбинаций кода;
- г) кодовым расстоянием d блочного кода называется минимальное хемминговоe расстояние самой длинной разрешенной кодовой комбинации.

3. Что такое производящая (образующая) матрица блочного кода и как она строится?

- а) производящая (образующая) матрица блочного кода это матрица с минимальным количеством нулей в ее столбцах;
- б) производящая (образующая) матрица блочного кода это матрица с минимальным количеством строк с одной единицей;
- в) производящая (образующая) матрица блочного кода это матрица с минимальным количеством строк, представляющих собой разрешенные кодовые комбинации корректирующего кода;
- г) производящая (образующая) матрица блочного кода это матрица, представляющая собой набор разрешенных кодовых комбинаций корректирующего кода, у которых информационные части состоят из полного набора k строк единичной матрицы и по которому можно построить все разрешенные кодовые комбинации.

4. Что такое проверочная матрица блочного кода?

- а) проверочная матрица блочного кода это матрица, из которой можно определить номер ошибки в кодовом слове;
- б) проверочная матрица блочного кода это матрица, у которой нет строк единичной матрицы;
- в) проверочная матрица блочного кода это матрица, которая имеет r строк и n столбцов и строится на основе производящей матрицы, причем правая ее часть представляет собой единичную матрицу размерностью r , а левая часть определяется столбцами правой части образующей матрицы, которые становятся ее r строками;
- г) проверочная матрица блочного кода это матрица, из которой можно определить количество нулей в кодовом слове.

5. Что представляет собой транспонированная проверочная матрица блочного кода?

- а) транспонированная проверочная матрица блочного кода строится из проверочной матрицы путем перестановки ее частей;
- б) транспонированная проверочная матрица блочного кода строится из образующей матрицы путем перестановки ее частей;
- в) транспонированная проверочная матрица блочного кода строится из его проверочной матрицы таким образом, чтобы ее столбцы стали строками транспонированной матрицы;
- г) транспонированная проверочная матрица блочного кода строится из проверочной матрицы путем перестановки в ней нулей и единиц.

6. Какое существует соотношение между производящей и транспонированной матрицами блочного кода?

- а) произведение производящей матрицы блочного кода на его транспонированную матрицу образует матрицу- произведение $r \times k$, все строки у которой состоят из одних нулей;
- б) произведение производящей матрицы блочного кода на его транспонированную матрицу образует матрицу, состоящую из одних нулей;
- в) произведение производящей матрицы блочного кода на его транспонированную матрицу образует единичную матрицу;
- г) произведение производящей матрицы блочного кода на его транспонированную матрицу образует последовательность единиц длиной n .

7. Как определить синдром блочного кода?

- а) для определения синдрома блочного кода необходимо подсчитать число единиц в принятой разрешенной кодовой комбинации;
- б) для определения синдрома блочного кода необходимо перемножить разрешенную кодовую комбинацию на транспонированную матрицу блочного кода;
- в) для определения синдрома блочного кода необходимо перемножить разрешенную кодовую комбинацию на образующую матрицу блочного кода;
- г) для определения синдрома блочного кода необходимо перемножить разрешенную кодовую комбинацию на проверочные символы блочного кода.

8. Что характеризует синдром и какое его основное свойство используется при декодировании блокового кода?

- а) синдром характеризует, сколько единиц и нулей содержит кодовое слово;
- б) синдром характеризует, какое количество ошибок произошло в кодовом слове под воздействием помех;
- в) синдром характеризует, есть ли ошибки в кодовом слове, если он равен нулю, то ошибок нет, если он не равен нулю, то в кодовом слове есть ошибки, а сам он равен сумме тех строк транспонированной проверочной матрицы, номера которых совпадают с номерами ошибок в кодовом слове;
- г) синдром характеризует, сколько единиц содержит кодовое слово.

9. Как осуществляется кодирование блоковыми корректирующими кодами?

- а) для процедуры кодирования блоковыми корректирующими кодами необходимо к информационным символам кодовой комбинации добавить последовательность, состоящую из единиц, взятых от информационной комбинации;
- б) для процедуры кодирования блоковыми корректирующими кодами необходимо к информационным символам кодовой комбинации добавить последовательность, состоящую из нулей, взятых от информационной комбинации;
- в) для процедуры кодирования блоковыми корректирующими кодами необходимо к информационным символам кодовой комбинации добавить последовательность, полученную в результате умножения информационной комбинации на образующую матрицу блокового кода;
- г) для процедуры кодирования блоковыми корректирующими кодами необходимо к информационным символам кодовой комбинации добавить последовательность, полученную в результате деления информационной комбинации на проверочную матрицу блокового кода.

10. Что такое декодирование блоковых корректирующих кодов?

- а) декодирование блоковых корректирующих кодов это процедура выделения информационных символов из проверочных символов;
- б) декодирование блоковых корректирующих кодов это процедура выделения информационных символов из разрешенной кодовой комбинации;
- в) декодирование блоковых корректирующих кодов это процедура выделения информационных символов из результата деления разрешенной кодовой комбинации на проверочные символы;
- г) декодирование блоковых корректирующих кодов это процедура, заключающаяся в определении наличия ошибок в кодовом слове и последующего их исправления.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач
(программой курса не предусмотрено)

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

(программой курса не предусмотрено)

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету (программой курса не предусмотрено)

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Общая модель телекоммуникационной системы. Ошибки в дискретном канале связи. Модель Гильберта.
2. Принцип построения корректирующих кодов. Разрешенные и запрещенные кодовые комбинации. Расстояние по Хеммингу, кодовое расстояние. Связь кодового расстояния с возможностями кода по коррекции и обнаружению ошибок.
3. Помехоустойчивость блочных кодов при независимых ошибках, эквивалентная вероятность ошибки на информационный элемент кодовой комбинации.
4. Помехоустойчивость блочных кодов при группирующихся ошибках. Декорреляция группирующихся ошибок.
5. Структура блочных кодов и их формирование. Образующая матрица и принцип её формирования. Граница Хемминга и Варшавова-Гильберта.
6. Кодирование информационных последовательностей блочными кодами.
7. Декодирование блочных корректирующих кодов.
8. Понятие о циклических кодах. Действия с многочленами.
9. Неприводимые многочлены. Построение образующей матрицы циклического кода по образующему полиному.
10. Кодирование информации циклическими кодами.
11. Декодирование циклических кодов для одиночных и многократных ошибок.
12. Основные понятия полей Галуа. Построение поля Галуа по образующему полиному.
13. Действия с элементами поля Галуа. Понятие корней многочленов.
14. Понятие о кодах БЧХ. Построение проверочной матрицы кодов БЧХ.
15. Определение кодов БЧХ через многочлены. Образующая матрица кодов БЧХ.
16. Декодирование кодов БЧХ по формулам.
17. Декодирование кодов БЧХ по алгоритму Питерсона-Горенштейна-Цирлера (ПГЦ).
18. Принцип построения кодов Рида-Соломона. Их отличие от кодов БЧХ.
19. Кодировочная матрица кодов Рида-Соломона. Кодирование кодов Рида-Соломона.
20. Декодирование кодов Рида-Соломона.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

При промежуточном контроле в форме экзамена на оценку «отлично» могут претендовать студенты, демонстрирующие знание теоретического материала, способные ответить по меньшей мере на 80% вопросов преподавателя (в рамках утвержденного комплекта оценочных средств (КОС)) и самостоятельно решать задачи, как минимум, среднего уровня сложности. Оценку «хорошо» заслуживают студенты, демонстрирующие знание наиболее важных положений теоретического материала, способные ответить по меньшей мере 60% вопросов преподавателя (в рамках утвержденного КОС) и самостоятельно решать задачи невысокой сложности, а также решать задачи среднего уровня сложности под руководством преподавателя. Оценку «удовлетворительно» получают студенты, демонстрирующие знание наиболее важных положений теоретического материала, способные ответить, как минимум, на 40% вопросов преподавателя (в рамках КОС), а также решать задачи невысокой сложности под руководством преподавателя. При более низкой результативности студент получает оценку «неудовлетворительно».

Контроль в форме тестирования проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Основные понятия о корректирующих кодах, помехоустойчивость. Принцип построения кодов	ПК-3, ПК-4	Устный опрос, экзамен
2	Структура блоковых кодов и их формирование. Качество блокового кода	ПК-3, ПК-4	Устный опрос, экзамен
3	Кодирование блоковыми кодами, получение кодового слова, декодирование блоковых кодов	ПК-3, ПК-4	Устный опрос, экзамен
4	Введение в циклическое кодирование. Двоичные	ПК-3, ПК-4	Устный опрос, экзамен

	многочлены. процедура кодирования. Декодирование методом вылавливания ошибок		
5	Декодеры Меггита. Пороговое декодирование циклическим кодом.	ПК-3, ПК-4	Устный опрос, экзамен
6	Основные понятия полей Галуа. Построение поля Галуа, действия в полях Галуа. Корни многочленов	ПК-3, ПК-4	Устный опрос, экзамен
7	Формирование проверочной матрицы кодов БЧХ. Коды БЧХ и линейный многочлен	ПК-3, ПК-4	Устный опрос, экзамен
8	Решение систем уравнений в полях Галуа. Декодирование кодов БЧХ по формулам	ПК-3, ПК-4	Устный опрос, экзамен
9	Другие виды корректирующих кодов	ПК-3, ПК-4	Устный опрос, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При преподавании дисциплины «Основы корректирующего кодирования» в качестве формы оценки знаний студентов используются индивидуальные варианты заданий на лабораторные занятия, а также задания на экзамен на бумажном носителе.

Задания к экзамену включают 2 теоретических вопроса, относящихся к области знаний, определяемой перечнем вопросов к экзамену (см. п. 7.2.2).

При проведении экзамена разрешается использование:

- конспектов лекций;
- учебной литературы в бумажной форме;
- настольных микрокалькуляторов;
- приложения «Инженерный калькулятор» на ПЭВМ (при проведении зачета в аудитории, содержащей вычислительную технику)

Использование мобильных телефонов, планшетов, ноутбуков и/или иных устройств, предоставляющих беспроводную связь, не допускается.

Время подготовки к ответу по заданию составляет 30...45 мин. Затем осуществляется проверка уровня подготовки в ходе устной беседы с экзаменатором, на которую отводится до 15 минут, и выставляется оценка в соответствии с требованиями из п. 7.1.2.

8. УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1.Матвеев Б.В., Душкин А.В. Защита информации в телекоммуникационных системах: учеб.пособие. Воронеж: ГОУ ВПО ВГТУ, 2007г.

2.Матвеев Б.В. Защита информации в каналах связи. Лабораторный практикум: учебное пособие - Воронеж: ГОУ ВПО ВГТУ, 2008г

3.Матвеев Б.В. Основы корректирующего кодирования: теория и лабораторный практикум: учебное пособие. Воронеж: ГОУВПО ВГТУ, 2011г.

4.Матвеев Б.В. Основы корректирующего кодирования: теория и лабораторный практикум: учебное пособие.-СПб.: Издательство Лань. www.e.lanbook.com , 2014г.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Специализированное ПО, разработанное на кафедре радиотехники ВГТУ, для проведения комплекса лабораторных работ по курсу «Основы корректирующего кодирования».

Офисный пакет приложений MicroSoftOffice, Веб-браузер Internet Explorer; Open Office Text; Open Office Calc. Свободно распространяемое ПО. Научная электронная библиотека elibrary (www.elibrary.ru)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Дисплейные классы №208, № 219, оснащенные компьютерами со специализированными программными средствами для проведения лабораторных работ

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Основы корректирующего кодирования» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные занятия проводятся в режиме моделирования на ПЭВМ типовых алгоритмов коррекции ошибок. Они направлены на наглядное изучение взаимосвязи между параметрами радиотехнических устройств, статистическими характеристиками помех, возникающих в каналах связи.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится устным опросом при защите результатов лабораторных работ. Освоение дисциплины оценивается на экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью словарей и справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, практическом или лабораторном занятии.
Лабораторные занятия	Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение теоретических материалов и подготовка домашних заданий к лабораторным работам. Выполнение исследований; при этом особое внимание следует уделить выявлению взаимосвязей между изменением параметров помех и возможностью кода.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к зачету	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, и исследования свойств корректирующих кодов на лабораторных занятиях.

При наличии среди обучающихся студентов-инвалидов и лиц с ОВЗ особенности изучения ими дисциплины согласуются с преподавателем в индивидуальном порядке.