МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР и МД
_____Сенченко П.В.
«11» _____12_____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Инфокоммуникационные технологии, системы связи и Интернет вещей**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**
Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР и МД
Дата подписания: 11.12.2024
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 82810

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение теории применения различных помехоустойчивых кодов, их роли и места в системах цифровой связи, освоение принципов построения алгоритмов кодирования и декодирования кодов, обнаруживающих и исправляющих ошибки.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основ помехоустойчивого кодирования и его роли в современных системах связи.
2. Освоение навыков построения и применения сверточных и турбокодов.
3. Освоение навыков построения и применения блочных кодов.
4. Освоение навыков построения и применения кодов с малой плотностью проверок на четность и полярных кодов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.02.01.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 82810

ПК-4. Способен использовать методы исследования и управления процессом разработки и создания объектов профессиональной деятельности	ПК-4.1. Знает основные методы проведения теоретических и экспериментальных исследований	Знает основные методы проведения теоретических и экспериментальных исследований по применению помехоустойчивых кодов в системах связи
	ПК-4.2. Умеет делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	Умеет делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований применения помехоустойчивых кодов, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем с помехоустойчивым кодированием, готовить научные публикации и заявки на изобретения
	ПК-4.3. Владеет навыками подготовки научных публикаций и заявок на изобретения	Владеет навыками подготовки научных публикаций и заявок на изобретения в области помехоустойчивого кодирования

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	36	36
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к зачету с оценкой	24	24
Подготовка к тестированию	24	24
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	24	24
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					

Согласована на портале № 82810

1 Введение в помехоустойчивые коды	2	2	18	22	ПК-4
2 Коды, обнаруживающие ошибки	3	4	18	25	ПК-4
3 Свёрточные коды	5	4	18	27	ПК-4
4 Блочные коды	8	8	18	34	ПК-4
Итого за семестр	18	18	72	108	
Итого	18	18	72	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Введение в помехоустойчивые коды	Роль и место канального кодирования в системах цифровой связи. Характеристики цифрового канала связи.	1	ПК-4
	Канальное кодирование в системах связи 4G и 5G	1	ПК-4
	Итого	2	
2 Коды, обнаруживающие ошибки	Коды, обнаруживающие ошибки	1	ПК-4
	Циклический избыточный код CRC	2	ПК-4
	Итого	3	
3 Свёрточные коды	Построение алгоритмов свёрточного кодирования	1	ПК-4
	Декодер Витерби	2	ПК-4
	Турбокоды	2	ПК-4
	Итого	5	
4 Блочные коды	Общие вопросы блочных кодов. Код Хэмминга	2	ПК-4
	LDPC коды	2	ПК-4
	LDPC декодирование	2	ПК-4
	Полярные коды	2	ПК-4
	Итого	8	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			

Согласована на портале № 82810

1 Введение в помехоустойчивые коды	Реализация канала связи с цифровой модуляцией и аддитивным белым гауссовским шумом.	1	ПК-4
	Системные характеристики телекоммуникационных систем. Связь между помехоустойчивостью и скоростью передачи.	1	ПК-4
	Итого	2	
2 Коды, обнаруживающие ошибки	Коды, обнаруживающие ошибки.	4	ПК-4
	Итого	4	
3 Свёрточные коды	Сверточный кодер.	1	ПК-4
	Декодер Витерби.	2	ПК-4
	Турбокоды.	1	ПК-4
	Итого	4	
4 Блочные коды	Код Хэмминга.	2	ПК-4
	LDPC кодирование по стандарту 5G NR.	2	ПК-4
	Декодирование LDPC кодов алгоритмом Bit Flipping.	2	ПК-4
	Полярные коды.	2	ПК-4
	Итого	8	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Введение в помехоустойчивые коды	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	6	ПК-4	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	6	ПК-4	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	18		

Согласована на портале № 82810

2 Коды, обнаруживающие ошибки	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	6	ПК-4	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	6	ПК-4	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	18		
3 Свёрточные коды	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	6	ПК-4	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	6	ПК-4	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	18		
4 Блочные коды	Подготовка к зачету с оценкой	6	ПК-4	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	6	ПК-4	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	6	ПК-4	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	18		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	Зачёт с оценкой, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				

Согласована на портале № 82810

Зачёт с оценкой	0	0	30	30
Тестирование	0	10	10	20
Отчет по практическому занятию (семинару)	10	20	20	50
Итого максимум за период	10	30	60	100
Нарастающим итогом	10	40	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Хабаров, Е. О. Блоковые корректирующие коды : учебное пособие / Е. О. Хабаров. — Самара : ПГУТИ, 2019. — 76 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/223208.

2. Голиков, А. М. Модуляция, кодирование и моделирование в телекоммуникационных системах. Теория и практика : учебное пособие для вузов / А. М. Голиков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 452 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/189336.

7.2. Дополнительная литература

1. Теория помехоустойчивого кодирования : учебное пособие. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2017 — Часть 3 : Циклические коды как рекуррентные последовательности. Коды с малой плотностью проверки на четность — 2017. — 93 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/180153.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

Согласована на портале № 82810

1. Помехоустойчивое кодирование: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / Д. А. Покаместов - 2024. 104 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10887.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-научная лаборатория систем связи: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 230/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Анализатор спектра DSA832E. Rigol 8 шт.

Генератор стандартных функций и сигналов DG5071.Rigol 11 шт.

Осциллограф цифровой MSO5104.Rigol 14 шт.

Панель интерактивная со встраиваемым ПК

Монитор 27" 14 шт.

Системный блок AMD Ryztn 7 14 шт.

Стол рабочий СР-14-7 в сборке 1 8 шт.

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Office 2019;
- Microsoft Windows 10 Pro;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы),

Согласована на портале № 82810

расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение в помехоустойчивые коды	ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Согласована на портале № 82810

2 Коды, обнаруживающие ошибки	ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
3 Свёрточные коды	ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
4 Блочные коды	ПК-4	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков

Согласована на портале № 82810

5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Как называется блок, выполняющий роль сжатия информации в системах цифровой связи?
   а) Канальное кодирование
   б) Кодирование источника
   в) Шифрование
   г) Модуляция
2. Как помехоустойчивое кодирование влияет на скорость передачи информации?
   а) Увеличивает
   б) Уменьшает
   в) Не влияет
   г) Может как увеличить, так и уменьшить
3. Как определяется вероятность битовых ошибок?
   а) Отношение количества битовых ошибок к общему числу переданных битов
   б) Отношение количества переданных битов к числу битовых ошибок
   в) Число битовых ошибок деленное на 100
   г) Произведение количества битовых ошибок на общее число переданных битов
4. Минимальное кодовое расстояние (dmin) помехоустойчивого кода равно трем. Сколько ошибок способен гарантированно обнаружить и исправить такой код?
   а) Одну
   б) Две
   в) Три
   г) Четыре

Согласована на портале № 82810

5. Передается сообщение 1010. Что добавится к сообщению при использовании простой однобитной контрольной суммы?
   а) 1
   б) 01
   в) 0
   г) 00
6. Какой параметр канала передачи можно определить используя CRC?
   а) BER
   б) SER
   в) BLER
   г) SNR
7. По какому критерию выбирается истинный путь в декодере Витерби?
   а) Путь с наименьшей метрикой
   б) Путь с наибольшей метрикой
   в) Путь, входящий в первую вершину
   г) Путь, входящий в последнюю вершину
8. Какую функцию выполняет перемежитель турбокода?
   а) Выкалывает определенные биты
   б) Объединяет несколько битовых потоков
   в) Переставляет биты в пакете по определенному правилу
   г) Является дополнительным помехоустойчивым кодером
9. Сколько проверочных бит в коде Хэмминга (7,4)?
   а) Один
   б) Два
   в) Три
   г) Четыре
10. Что достигается благодаря разреженности матриц в LDPC кодах?
   а) Увеличение генераторной и проверочной матриц
   б) Уменьшение вычислительной сложности алгоритмов декодирования
   в) Формирование длинных кодовых слов
   г) Все перечисленное

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Модель канала связи с применением помехоустойчивого кодирования.
2. Циклический избыточный код.
3. Классификация и виды помехоустойчивых кодов.
4. Построение алгоритмов сверточного кодирования.
5. Коды с малой плотностью проверок на четность.

9.1.3. Темы практических занятий

1. Реализация канала связи с цифровой модуляцией и аддитивным белым гауссовским шумом.
2. Системные характеристики телекоммуникационных систем. Связь между помехоустойчивостью и скоростью передачи.
3. Коды, обнаруживающие ошибки.
4. Сверточный кодер.
5. Декодер Витерби.
6. Турбокоды.
7. Код Хэмминга.
8. Декодирование LDPC кодов алгоритмом Bit Flipping.
9. Полярные коды.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Согласована на портале № 82810

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 82810

– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 10 от «7» 12 2024 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПИШ	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe
Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Е.В. Рогожников	Согласовано, 89e0aaec-be8a-4f7b-bd1a-f43585db8135
Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Ю.В. Шульгина	Согласовано, ea49db22-c3de-481e-88a5-479145e4aa44

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева	Д.А. Покаместов	Разработано, 7d7b7be3-ee63-4218-8302-48c017e45ea9

Согласована на портале № 82810