МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Сети и системы космической связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **радиотехнических систем (РТС)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	36	36	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	36	36	часов
Самостоятельная работа	54	54	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 82841

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Ознакомить студентов с технологиями мобильной и космической связи, а именно с: существующими системами беспроводного доступа, принципами функционирования, особенностями распространения радиоволн используемых диапазонов частот, влиянием многолучёвости каналов распространения, пропускной способностью беспроводных каналов, используемыми методами модуляции и помехоустойчивого кодирования, использованием пространственно-временных методов передачи, способами выравнивания характеристик канала, технологией модуляции на нескольких несущих, широкополосными системами передачи, технологиями мультиплексирования каналов, сотовой организацией сетей связи.

2. Сформировать способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств космической связи, использованию и внедрению результатов исследований, а также способность осуществлять контроль использования и оценивать производительность устройств и программного обеспечения для коррекции производительности инфраструктуры систем мобильной и космической связи.

1.2. Задачи дисциплины

1. На конкретных примерах разобраться с вопросами модуляции, помехоустойчивого кодирования, множественного доступа, разделения каналов, синхронизацией.

2. Ознакомиться с современными системами функционального моделирования современных систем мобильной и космической связи.

3. Разобраться с принципами функционирования современных систем мобильной и космической связи.

4. Научиться устанавливать параметры блоков систем функционального моделирования систем связи.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.13.

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 № 82841

ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.1. Знает типовые методы расчёта и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем	Знаком с типовыми методами расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем космической связи
	ПК-2.2. Умеет рассчитывать и проектировать элементы и устройства инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием	Умеет рассчитывать и проектировать элементы и устройства инфокоммуникационных систем космической связи в соответствии с ТЗ
	ПК-2.3. Владеет навыкам расчёта и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем	Овладел навыками и приемами расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем космической связи

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
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	54	54
Лекционные занятия	18	18
Лабораторные занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	54	54
Подготовка к зачету с оценкой	7	7
Написание конспекта самоподготовки	12	12
Подготовка к тестированию	7	7
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	14	14
Написание отчета по лабораторной работе	14	14
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	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр					

Согласована на портале № 82841

1 Введение. Современные направления развития систем мобильной и космической связи.	1	2	8	11	ПК-2
2 Модуляция сигналов в современных системах мобильной и космической связи.	3	16	12	31	ПК-2
3 Кодирование сигналов в системах мобильной и космической связи.	3	12	12	27	ПК-2
4 Многолучевое распространение сигналов мобильной связи.	2	-	4	6	ПК-2
5 Анализ канала связи.	3	-	2	5	ПК-2
6 Синхронизация в системах мобильной и космической связи.	2	-	4	6	ПК-2
7 Широкополосная связь. Технологии с организацией пространственных каналов.	4	6	12	22	ПК-2
Итого за семестр	18	36	54	108	
Итого	18	36	54	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
7 семестр			
1 Введение. Современные направления развития систем мобильной и космической связи.	Цели, задачи и содержание дисциплины. История мобильной связи. Основы функционирования. Современные системы мобильной и космической связи и перспективы их развития.	1	ПК-2
	Итого	1	
2 Модуляция сигналов в современных системах мобильной и космической связи.	Векторное представление сигналов. Основные понятия модуляции. Методы фазовой модуляции и вопросы помехоустойчивости. Методы частотной модуляции и вопросы помехоустойчивости. Модуляция на нескольких несущих.	3	ПК-2
	Итого	3	
3 Кодирование сигналов в системах мобильной и космической связи.	Вопросы помехоустойчивого кодирования сигналов. Основные понятия. Кодирование формой. Алгебраическое кодирование. Циклическое кодирование. Сверточное кодирование. Сигнально-кодовые конструкции и турбо-коды.	3	ПК-2
	Итого	3	

Согласована на портале № 82841

4 Многолучевое распространение сигналов мобильной связи.	Искажения сигналов вызываемые многолучевым распространением. Математические модели многолучевых каналов связи. Способы приема сигналов в условиях многолучевого распространения. Оптимальные методы демодуляции сигналов в многолучевых каналах.	2	ПК-2
	Итого	2	
5 Анализ канала связи.	Понятие канала. Источники возникновения шумов и ослаблений сигнала. Мощность принятых сигнала и шума. Дистанционное уравнение. Анализ бюджета канала связи.	3	ПК-2
	Итого	3	
6 Синхронизация в системах мобильной и космической связи.	Основные понятия теории автоматического регулирования. Системы фазовой автоподстройки. Системы синхронизации по несущей и тактам. Синхронизация при широкополосных сигналах.	2	ПК-2
	Итого	2	
7 Широкополосная связь. Технологии с организацией пространственных каналов.	Широкополосная связь с простыми и шумоподобными сигналами. Основы технологии кодового и кодово-временного разделения каналов. Основы технологии ортогонального частотного разделения каналов. Основы формирования пространственных каналов. Системы со многими выходами и многими входами. Пространственно-временное кодирование. Пространственное мультиплексирование.	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.
Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение. Современные направления развития систем мобильной и космической связи.	Ознакомление со средой функционального моделирования. Функциональные блоки библиотечных модулей	2	ПК-2
	Итого	2	

Согласована на портале № 82841

2 Модуляция сигналов в современных системах мобильной и космической связи.	Исследование классической и квадратурной реализаций BPSK модемов.	4	ПК-2
	Исследование QPSK и OQSK модемов	4	ПК-2
	Исследование Pi/4_QPSK и MSK модемов	4	ПК-2
	Исследование BFSK и 4FSK модемов	4	ПК-2
	Итого	16	
3 Кодирование сигналов в системах мобильной и космической связи.	Исследование алгебраических блочных кодеков	6	ПК-2
	Исследование мажоритарного декодирования	2	ПК-2
	Исследование циклического кодека	4	ПК-2
	Итого	12	
7 Широкополосная связь. Технологии с организацией пространственных каналов.	Исследование сверхширокополосных многоканальных систем	6	ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

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
7 семестр				
1 Введение. Современные направления развития систем мобильной и космической связи.	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-2	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	1	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Итого	8		

Согласована на портале № 82841

2 Модуляция сигналов в современных системах мобильной и космической связи.	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-2	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	1	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Итого	12		
3 Кодирование сигналов в системах мобильной и космической связи.	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-2	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	1	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Итого	12		
4 Многолучевое распространение сигналов мобильной связи.	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-2	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	1	ПК-2	Тестирование
	Итого	4		
5 Анализ канала связи.	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	1	ПК-2	Тестирование
	Итого	2		
6 Синхронизация в системах мобильной и космической связи.	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-2	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	1	ПК-2	Тестирование
	Итого	4		

Согласована на портале № 82841

7 Широкополосная связь. Технологии с организацией пространственных каналов.	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПК-2	Зачёт с оценкой
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПК-2	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	1	ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Итого	12		
Итого за семестр		54		
Итого		54		

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.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	Зачёт с оценкой, Конспект самоподготовки, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, 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
7 семестр				
Зачёт с оценкой	2	2	2	6
Конспект самоподготовки	7	7	7	21
Лабораторная работа	8	8	8	24
Тестирование	7	7	7	21
Отчет по лабораторной работе	9	9	10	28
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

Согласована на портале № 82841

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. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. / В. А. Галкин.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Горячая линия-Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

2. Волков Л. Н. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики: Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М.: Эко-трендз, 2005. - 390 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Кокорева, Е. В. Теоретические основы современных технологий беспроводной связи: учебное пособие / Е. В. Кокорева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) (Томск). - Томск: Эль Контент, 2014. - 144 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

2. Вейцель, В. А. Теория и проектирование радиосистем радиоуправления и передачи информации : учебное пособие / В. А. Вейцель. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. — 182 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/176124.

3. Березкин, Е. Ф. Основы теории информации и кодирования / Е. Ф. Березкин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 320 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/330500.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование BPSK модема с синхронным детектированием и корреляционным приёмом: Методические указания по лабораторной работе в среде функционального моделирования Simulink системы MatLab для студентов радиотехнических специальностей / В. А. Кологривов, Е. В. Суздальцева - 2022. 26 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10152.

Согласована на портале № 82841

2. Исследование квадратурной реализации BPSK модема: Методические указания по лабораторной работе в среде функционального моделирования Simulink системы MatLab для студентов радиотехнических специальностей / В. А. Кологривов, Е. В. Суздальцева - 2022. 30 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10161.

3. Исследование QPSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / В. А. Кологривов - 2012. 35 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1532.

4. Исследование OQPSK модема: Методические указания по лабораторной работе в среде функционального моделирования Simulink системы MatLab для студентов радиотехнических специальностей / В. А. Кологривов, Е. С. Никифорова - 2022. 25 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10153.

5. Исследование Pi/4_QPSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / В. А. Кологривов - 2012. 38 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1527.

6. Исследование MSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / В. А. Кологривов - 2012. 39 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1525.

7. Исследование MSK модуляции: Методические указания по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / В. А. Кологривов, Н. А. Игумнова - 2020. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9258.

8. Исследование 4FSK модуляции при неортогональном разнесении несущих: Методические указания по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / В. А. Кологривов, Н. А. Игумнова - 2022. 20 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9577.

9. Помехоустойчивое кодирование и синдромное декодирование блоковых кодов: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / В. А. Кологривов, А. А. Алишери - 2018. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7541.

10. Помехоустойчивое кодирование и квазисиндромное декодирование блоковых кодов: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе, и практическим занятиям / В. А. Кологривов, А. А. Алишери - 2018. 22 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7604.

11. Квазисиндромное декодирование II типа алгебраических блоковых кодов: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / В. А. Кологривов, Ч. М. Куулар - 2019. 25 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9006.

12. Исследование кодека с использованием мажоритарного декодера: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе, самостоятельной и практическим занятиям / В. А. Кологривов, Ч. А. Чыпсынак - 2018. 26 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7557.

13. Систематическое циклическое кодирование: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе, и практическим занятиям / В. А. Кологривов, К. А. Гердт - 2018. 20 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7632.

14. Исследование сверхширокополосной многоканальной системы на основе производных Гауссова импульса: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / В. А. Кологривов, А. Б. Базарсадуева - 2017. 30 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6991.

15. Исследование сверхширокополосной многоканальной системы на основе кодового разделения каналов и производной импульсов Гаусса: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / В. А. Кологривов, В. Н. Овсянникова - 2019. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8996.

16. О самостоятельной работе обучающихся в бакалавриате, специалитете, магистратуре, аспирантуре: Учебно-методическое пособие / С. В. Мелихов, В. А. Кологривов - 2018. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7627.

Согласована на портале № 82841

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 лабораторных работ

Специализированная учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнито-маркерная;
- Компьютер;
- Плазменная панель;
- Сервер (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), 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

Согласована на портале № 82841

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. Современные направления развития систем мобильной и космической связи.	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 82841

2 Модуляция сигналов в современных системах мобильной и космической связи.	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
3 Кодирование сигналов в системах мобильной и космической связи.	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Многолучевое распространение сигналов мобильной связи.	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Анализ канала связи.	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Синхронизация в системах мобильной и космической связи.	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 82841

7 Широкополосная связь. Технологии с организацией пространственных каналов.	ПК-2	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

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
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

Согласована на портале № 82841

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. Назначение операции скремблирования потока данных:
   a. Для снижения полосы пропускания системы связи;
   b. Для повышения энергетической эффективности системы передачи;
   c. Для улучшения статистических свойств потока (выравнивание вероятностей появления 0 и 1) и обеспечения устойчивости системы синхронизации;
   d. Для увеличения скорости передачи данных.
2. Наиболее помехоустойчивый вид цифровой фазовой манипуляции:
   a. Pi/4 PSK;
   b. BPSK;
   c. QPSK;
   d. 16 QAM.
3. Наивысшую скорость передачи из перечисленных модуляций обеспечивает:
   a. BPSK;
   b. BFSK;
   c. 8 PSK;
   d. 16 PSK.
4. Канальное кодирование используется для:
   a. Обнаружения и исправления ошибок передачи;
   b. Сокращения объема передаваемых данных;
   c. В основном для предотвращения несанкционированного доступа;
   d. Исключения межсимвольной интерференции (MSI).
5. Современная технология основанная на использовании алгоритма быстрого преобразования Фурье (FFT):
   a. CDMA;
   b. TDMA;
   c. OFDM;
   d. MIMO.
6. Современная технология, позволяющая и/или: снизить вероятность ошибочного приема, повысить скорость передачи данных, снизить требуемое отношение сигнал/шум, бороться с многолучёвостью и федингом каналов:
   a. OFDM;

Согласована на портале № 82841

b. Многоантенная технология передачи данных (MIMO);
c. Сверхширокополосная связь (UWB);
d. CDMA.

7. Отличительной особенностью технологии кодового разделения каналов (CDMA) является:
   a. Введение защитного интервала;
   b. Применение помехоустойчивых кодов;
   c. Применение высокоуровневой модуляции;
   d. Корреляционная обработка сигнала.
8. При декодировании сверточных кодов используется:
   a. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (FFT);
   b. Алгоритм Витерби;
   c. Операция скремблирования потока данных;
   d. Многоантенная технология.
9. Увеличение избыточности для повышения помехоустойчивости кода в системах реального времени сдерживается:
   a. Уровнем используемой модуляции;
   b. Снижением реальной скорости передачи данных;
   c. Снижением энергии передаваемых символов (битов);
   d. Межсимвольной интерференцией.
10. В свое время циклические коды получили широкое распространение благодаря:
    a. Простоте технической реализации регистров сдвига с обратными связями;
    b. Возможности использования полиномиальной алгебры;
    c. Возможности организации как систематического, так и несистематического кодирования;
    d. Блочной природе циклических кодов.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Понятие цифровой модуляции.
2. Методы демодуляции цифровых радиосигналов.
3. Методы канального помехоустойчивого кодирования.
4. Принципы расширения спектра сигналов.
5. Основные способы преодоление вредного влияния многолучевого распространения.
6. Идея пространственного разнесения каналов.
7. Виды синхронизации беспроводных систем передачи данных.
8. Методы PSK-модуляции.
9. Методы FSK-модуляции.
10. Технология FDMA.
11. Технология TDMA.
12. Технология CDMA.

9.1.3. Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки

1. Современные направления развития систем мобильной связи.
2. Цифровая модуляция сигналов в современных системах мобильной связи.
3. Помехоустойчивое кодирование сигналов в системах мобильной связи.
4. Многолучевое распространение сигналов мобильной связи.
5. Анализ канала мобильной связи.
6. Синхронизация в системах мобильной связи.
7. Широкополосная и сверхширокополосная связь. Технологии с организацией пространственных каналов.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Ознакомление со средой функционального моделирования. Функциональные блоки библиотечных модулей
2. Исследование классической и квадратурной реализаций BPSK модемов.
3. Исследование QPSK и OQSK модемов

Согласована на портале № 82841

4. Исследование Pi/4_QPSK и MSK модемов
5. Исследование BFSK и 4FSK модемов
6. Исследование алгебраических блочных кодеков
7. Исследование мажоритарного декодирования
8. Исследование циклического кодека
9. Исследование сверхширокополосных многоканальных систем

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.

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

Согласована на портале № 82841

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;

– 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.

Согласована на портале № 82841

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 7 от «26» 12 2024 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РТС	А.С. Аникин	Согласовано, 90a9b589-4503-47e5-999f-a5e10963c1fa
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.С. Аникин	Согласовано, 90a9b589-4503-47e5-999f-a5e10963c1fa
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. РТС	В.А. Громов	Согласовано, bbaa5b2b-4c38-484f-a5bb-85f9ddafe277
Старший преподаватель, каф. РТС	Д.О. Ноздреватых	Согласовано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. РТС	В.А. Кологривов	Разработано, 8f48c4d4-01ed-4898-8d5e-617a3a929044

Согласована на портале № 82841