МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-3)

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы мобильной связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	34	34	часов
2	Практические занятия	34	34	часов
3	Лабораторные работы	34	34	часов
4	Всего аудиторных занятий	102	102	часов
5	Самостоятельная работа	114	114	часов
6	Всего (без экзамена)	216	216	часов
7	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 6 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 31877

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от «18» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Доцент каф. РТС	_____	В. А. Громов
Заведующий кафедрой РТС каф. РТС	_____	С. В. Мелихов
Доцент каф. РТС	_____	В. А. Кологривов
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов
Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 31877

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

- углубленное рассмотрение беспроводных технологий передачи информации;
- основных принципов функционирования аналоговой и цифровой связи и вещания;
- особенностей построения устройств и систем связи и вещания.

Достижение указанных целей способствует формированию компетенций:

ПК-15 - умением разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию,

ПК-19 - готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований.

1.2. Задачи дисциплины

– обучение студентов комплексному техническому мышлению на примерах разбора принципов работы и построения современных аналоговых и цифровых электронных систем передачи информации с использованием электромагнитных линий связи;

– рассмотрение вопросов, связанных с передачей, приемом, обработкой, кодированием и воспроизведением различного вида информации.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-3)» (Б1.В.ДВ.3.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-1), Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-2), Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Радиопередающие устройства систем мобильной связи.

Последующими дисциплинами являются: Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-4).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-15 умением разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию;

– ПК-19 готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** принципы работы и особенности организации современных беспроводных технологий передачи информации; особенности их частотного планирования; способы расчета электромагнитной совместимости и оценки трафика.

– **уметь** применять на практике методы анализа и расчета основных характеристик беспроводных сетей передачи информации; на основе технических характеристик имеющейся аппаратуры разрабатывать и внедрять соответствующую техническому заданию структуру беспроводной сети передачи информации с учетом экологической безопасности; проводить натурный эксперимент по измерению основных характеристик беспроводных технологий передачи информации.

– **владеть** навыками настройки и регулировки аппаратуры беспроводных сетей при производстве, установке и технической эксплуатации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	102	102
Лекции	34	34

Согласована на портале № 31877

Практические занятия	34	34
Лабораторные работы	34	34
Самостоятельная работа (всего)	114	114
Оформление отчетов по лабораторным работам	44	44
Проработка лекционного материала	34	34
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	36	36
Всего (без экзамена)	216	216
Общая трудоемкость, ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр						
1 Определение целей и задач этапа проекта	4	0	8	3	15	ПК-15, ПК-19
2 Актуализация технического задания этапа проекта	4	0	0	1	5	ПК-15, ПК-19
3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта	4	0	4	36	44	ПК-15, ПК-19
4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта	20	28	22	57	127	ПК-15, ПК-19
5 Составление отчета	0	6	0	8	14	ПК-15, ПК-19
6 Защита отчета о выполнении этапа проекта	2	0	0	9	11	ПК-15, ПК-19
Итого за семестр	34	34	34	114	216	
Итого	34	34	34	114	216	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Определение целей и задач этапа проекта	Современные системы функционального моделирования аналоговых и цифровых каналов связи.	4	ПК-15, ПК-19

Согласована на портале № 31877

	Simulink: среда создания инженерных приложений. SciCos - тулбокс для моделирования и графической симуляции динамических систем. VisSim - система моделирования телекоммуникационных систем. SystemView - средство системного проектирования радиоэлектронных устройств. Моделирование цифровых потоков радиосвязи в среде ADS/Ptolemy.		
	Итого	4	
2 Актуализация технического задания этапа проекта	Детерминированные и случайные сигналы. Энергетическое и мощностное описание сигналов и помех. Полоса обработки. Связь формы сигнала со спектральной плотностью мощности или энергии. Модельное исследование влияния формы и длительностей сигнала на ширину спектра.	4	ПК-15, ПК-19
	Итого	4	
3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта	Законы распределения вероятностей используемые в цифровой радиосвязи. Понятие гауссова белого шума. Нормальный закон распределения гауссовых шумов. Математическое ожидание и момент второго порядка (понятия среднего и дисперсии). Плотность распределения вероятности смеси сигнала и шума. Условные вероятности и функция правдоподобия. Модельное исследование гауссова закона распределения плотности вероятности.	4	ПК-15, ПК-19
	Итого	4	
4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта	Представление сигналов и шума в векторном пространстве. Межсигнальное расстояние. Антиподные и ортогональные сигналы. Нормированное отношение сигнал/шум. Вероятность ошибки. Интеграл вероятности и вычисление вероятности битовой ошибки. Обнаружение двоичных сигналов в гауссовом шуме. Критерий максимального правдоподобия приема сигналов. Гипотезы принятия решения. Вероятность битовой ошибки для однополярных, биполярных, антиподных сигналов. Ортогональность сигналов. Модельное исследование вероятности битовой ошибки для различных видов импульсно модулированных сигналов.	6	ПК-15, ПК-19
	Формы проявления, механизмы возникновения и способы борьбы с межсимвольной интерференцией. Фильтр Найквиста, полоса пропускания и скорость передачи канала. Эквалайзеры – выравнивающие фильтры. Обучающая последовательность. Адаптивный трансверсальный эквалайзер, алгоритмы функционирования и структурная реализация. Эквалайзер с решающей обратной связью. Модельное исследование адаптивного трансверсального эквалайзера.	6	
	Кодирование формой. Антиподные и ортогональные сигналы. М-арная передача сигнала. Ортого-	4	

Согласована на портале № 31877

	нальные, биортогональные и трансортогональные коды. Автоматический запрос повторной передачи. Модели каналов. Дискретный канал без памяти. Двоичный симметричный канал. Гауссов канал. Модельное сравнение помехоустойчивости систем связи при использовании сигналов разной формы.		
	Понятия степени (скорости) и избыточности кодирования. Коды с контролем четности. Код с одним контрольным битом. Прямоугольный код. Компромиссы при кодировании с коррекцией ошибок. Понятие эффективности кодирования. Компромисс между вероятностью ошибочного приема и полосой пропускания. Компромисс между мощностью сигнала и полосой пропускания. Компромисс между скоростью передачи данных и полосой пропускания. Компромисс между пропускной способностью и полосой пропускания. Модельное исследование компромиссов при избыточном кодировании.	4	
	Итого	20	
6 Защита отчета о выполнении этапа проекта	Защита отчета перед аттестационной комисиией	2	ПК-15, ПК-19
	Итого	2	
Итого за семестр		34	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						
1 Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-1)	+	+	+	+	+	+
2 Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-2)	+	+	+	+	+	+
3 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей	+	+	+	+	+	+
4 Радиопередающие устройства систем мобильной связи	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Беспроводные технологии передачи информации (ГПО-4)	+	+	+	+	+	+

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Согласована на портале № 31877

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-15	+	+	+	+	Защита отчета, Отчет по ГПО, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-19	+	+	+	+	Защита отчета, Отчет по ГПО, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Определение целей и задач этапа проекта	Исследование технологии FDMA	4	ПК-15, ПК-19
	Исследование технологии TDMA	4	
	Итого	8	
3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта	Исследование помехоустойчивости FSK-модуляции от соотношения сигнал/шум	4	ПК-15, ПК-19
	Итого	4	
4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта	Исследование технологии CDMA	4	ПК-15, ПК-19
	Исследование технологии MIMO, построенной по схеме Аламоути	4	
	Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе PSK-модуляции при неортогональном разнесении	4	
	Исследование модема BOC-модуляции	4	
	Исследование зависимости помехоустойчивости разноскоростных каналов с разными типами модуляции от скорости передачи данных	6	
	Итого	22	
Итого за семестр		34	

Согласована на портале № 31877

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта	Алгебраическое кодирование. Векторное представление информационных и кодовых символов. Генерирующая (порождающая) матрица кодовых символов. Систематические линейные блочные коды и структура порождающей матрицы. Проверочная матрица. Соотношение ортогональности. Понятие синдрома ошибки. Синдромное декодирование алгебраических кодов. Локализация ошибочной комбинации, классы смежности, нормальная матрица. Структурная реализация кодера и декодера. Возможность обнаружения и исправления ошибок. Весовой коэффициент и межкодовое расстояние между кодовыми символами. Геометрическая интерпретация обнаружения и исправления ошибок. Модельное исследование блочных линейных алгебраических кодов.	10	ПК-15, ПК-19
	Циклическое кодирование. Математическое описание циклического кодирования на основе операций с полиномами. Порождающий полином. Систематическое циклическое кодирование и декодирование на основе операций деления полиномов. Реализация циклических кодеров и декодеров на основе регистров сдвига с обратными связями. Синдром ошибки и исправление ошибочно принятых символов при циклическом декодировании. Блочные коды Хэмминга, Голея, БЧХ. Понятие примитивных полиномов и их использование при циклическом кодировании. Модельное исследование блочных линейных циклических кодов.	10	
	Понятие длины кодового ограничения. Представление сверточных кодеров: векторное, импульсной характеристикой, полиномиальное, диаграммой состояний, древовидной диаграммой, решетчатой диаграммой. Задача декодирования сверточных кодов. Декодирование по методу максимального правдоподобия.	8	
	Итого	28	
5 Составление отчета	Написание отчета по этапу проекта	6	ПК-15, ПК-19
	Итого	6	
Итого за семестр		34	

Согласована на портале № 31877

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Определение целей и задач этапа проекта	Проработка лекционного материала	3	ПК-15, ПК-19	Тест
	Итого	3		
2 Актуализация технического задания этапа проекта	Проработка лекционного материала	1	ПК-15, ПК-19	Тест
	Итого	1		
3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта	Проработка лекционного материала	18	ПК-15, ПК-19	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	18		
	Итого	36		
4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	24	ПК-15, ПК-19	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	7		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	26		
	Итого	57		
5 Составление отчета	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-15, ПК-19	Защита отчета, Отчет по ГПО, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
6 Защита отчета о выполнении этапа проекта	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-15, ПК-19	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	9		
Итого за семестр		114		
Итого		114		

Согласована на портале № 31877

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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
6 семестр				
Защита отчета			30	30
Опрос на занятиях		5	10	15
Отчет по ГПО			30	30
Отчет по лабораторной работе		5	10	15
Тест	3	3	4	10
Итого максимум за период	3	13	84	100
Нарастающим итогом	3	16	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

Согласована на портале № 31877

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Иванов В.И., Гордиенко В.Н., Попов Г.Н. и др. Цифровые и аналоговые системы передачи: Учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 231 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 101 экз.)
2. Аналоговое и цифровое радиовещание: Учебное пособие / Мелихов С. В. - 2015. 233 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5457 (дата обращения: 16.06.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование технологии FDMA: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Кологривов В. А., Мосин С. А. - 2013. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3518 (дата обращения: 16.06.2018).
2. Исследование технологии TDMA: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Кологривов В. А., Цинц А. А., Олчейбен Д. Н. - 2015. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4887 (дата обращения: 16.06.2018).
3. Исследование технологии CDMA: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Кологривов В. А., Цинц А. А., Олчейбен Д. Н. - 2015. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4888 (дата обращения: 16.06.2018).
4. Исследование технологии MIMO, построенной по схеме Аламоути: Описание лабораторной работы для студентов специальности «Системы мобильной связи» по дисциплине «Теоретические основы систем мобильной связи» / Писаренко Н. С., Кологривов В. А. - 2014. 29 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4062 (дата обращения: 16.06.2018).
5. Исследование помехоустойчивости FSK-модуляции от соотношения сигнал/шум: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Михайленко С. А., Кологривов В. А. - 2016. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6139 (дата обращения: 16.06.2018).
6. Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе PSK-модуляции при неортогональном разнесении: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Сети и системы мобильной связи» / Кологривов В. А., Чаплыгина А. А. - 2016. 38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6141 (дата обращения: 16.06.2018).
7. Исследование модема BOC-модуляции: Описание лабораторной работы для студентов специальности «Системы мобильной связи» по дисциплине «Теоретические основы систем мобильной связи» / Кологривов В. А., Сумекенова А. К. - 2015. 26 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4973 (дата обращения: 16.06.2018).
8. Исследование зависимости помехоустойчивости разноскоростных каналов с разными типами модуляции от скорости передачи данных: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей / Олчейбен Д. Н., Кологривов В. А. - 2015. 38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4972 (дата обращения: 16.06.2018).
9. Теория электрической связи: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 202 с. [Электронный

Согласована на портале № 31877

ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1758 (дата обращения: 16.06.2018).

10. Самостоятельная работа студента при изучении дисциплин математическо-естественно-научного, общепрофессионального (профессионального), специального циклов: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Кологривов В. А., Мелихов С. В. - 2012. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1845 (дата обращения: 16.06.2018).

12.3.2. 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.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория группового проектного обучения / Лаборатория радиоэлектронных средств защиты телекоммуникационных систем

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 406 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Сканер Canon CanoScan LidelOO USB;
- Генератор Г4-218 ВЧ сигналов;
- Генератор ГЗ-109;
- Генератор Г4-144;
- Генератор Г5-63 (№24029);
- Генератор Г5-63 (№26448);
- Рабочие станции на базе процессора Pentium-4 (12 шт.);
- Линейный источник питания HY3003;
- Линейный источник питания HY3003;
- Паяльная станция Quick 936 ESD;

Согласована на портале № 31877

- Цифровой анализатор спектра GSP-810;
- Цифровой генератор сигналов ГСС-80;
- Цифровой осциллограф EZ Digital DS 1150;
- Рабочее место регулировщика С4-1200Р;
- Рабочее место регулировщика С4-1200Р;
- Измеритель ИККПО «Обзор-304/1»;
- Многофункциональный измерительно-вычислительный комплекс National Instruments;
- Анализатор спектра N9000F-CFG005;
- Отладочный модуль Instant SDR Kit;
- Осциллограф MSOX3054A;
- Принтер лазерный HP LaserJet P2035;
- Рабочие станции на базе процессора Pentium - i5 (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– 7-Zip
– AVAST Free Antivirus
– Adobe Acrobat Reader
– Far Manager
– Google Chrome
– LibreOffice
– Microsoft Windows 7 Pro
– Mozilla Firefox
– OpenOffice
– Opera
– PTC Mathcad13, 14
– Qucs
– Scilab

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория группового проектного обучения / Лаборатория радиоэлектронных средств защиты телекоммуникационных систем

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 406 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Сканер Canon CanoScan LidelOO USB;
- Генератор Г4-218 ВЧ сигналов;
- Генератор ГЗ-109;
- Генератор Г4-144;
- Генератор Г5-63 (№24029);
- Генератор Г5-63 (№26448);
- Рабочие станции на базе процессора Pentium-4 (12 шт.);
- Линейный источник питания HY3003;
- Линейный источник питания HY3003;
- Паяльная станция Quick 936 ESD;
- Цифровой анализатор спектра GSP-810;
- Цифровой генератор сигналов ГСС-80;
- Цифровой осциллограф EZ Digital DS 1150;
- Рабочее место регулировщика С4-1200Р;
- Рабочее место регулировщика С4-1200Р;
- Измеритель ИККПО «Обзор-304/1»;
- Многофункциональный измерительно-вычислительный комплекс National Instruments;

Согласована на портале № 31877

- Анализатор спектра N9000F-CFG005;
- Отладочный модуль Instant SDR Kit;
- Осциллограф MSOX3054A;
- Принтер лазерный HP LaserJet P2035;
- Рабочие станции на базе процессора Pentium - i5 (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– 7-Zip
– AVAST Free Antivirus
– Adobe Acrobat Reader
– Far Manager
– Google Chrome
– LibreOffice
– Microsoft Windows 7 Pro
– Mozilla Firefox
– OpenOffice
– Opera
– PTC Mathcad13, 14
– Qucs
– Scilab

13.1.4. 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, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

13.2. 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, видео-

Согласована на портале № 31877

техникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** 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.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Защитный интервал в технологии OFDM предназначен для борьбы:
1 С быстрыми замираниями;
2 С межсимвольной интерференцией (MSI);
3 С медленными замираниями;
4 С федингом канала распространения радиосигнала.

2. Эффективным способом снижения кратности ошибок передачи является:
1 Адаптивная фильтрация;
2 Скремблирование данных;
3 Масштабирование данных;
4 Каскадное кодирование и перемежение данных (Interliving).

3. В свое время циклические коды получили широкое распространение благодаря:
1 Простоте технической реализации регистров сдвига с обратными связями;
2 Возможности использования полиномиальной алгебры;
3 Возможности организации как систематического, так и несистематического кодирования;
4 Блочной природе циклических кодов.

4. Канальное кодирование используется для:
1 Обнаружения и исправления ошибок передачи;
2 Сокращения объема передаваемых данных;
3 В основном для предотвращения несанкционированного доступа;
4 Исключения межсимвольной интерференции (MSI).

5. Современная технология основанная на использовании алгоритма быстрого преобразования Фурье (FFT):
1 CDMA;
2 TDMA;
3 OFDM;
4 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:
1 OFDM;
2 Многоантенная технология передачи данных (MIMO);
3 Сверхширокополосная связь (UWB);
4 CDMA.

Согласована на портале № 31877

7. Отличительной особенностью технологии кодового разделения каналов (CDMA) является:

1 Введение защитного интервала;
2 Применение помехоустойчивых кодов;
3 Применение высокоуровневой модуляции;
4 Корреляционная обработка сигнала.

8. Назначение операции скремблирования потока данных:
1 Для снижения полосы пропускания системы связи;
2 Для повышения энергетической эффективности системы передачи;
3 Для улучшения статистических свойств потока (выравнивание вероятностей появления 0 и 1) и обеспечения устойчивости системы синхронизации;
4 Для увеличения скорости передачи данных.

9. При декодировании сверточных кодов используется:
1 Алгоритм быстрого преобразования Фурье (FFT);
2 Алгоритм Витерби;
3 Операция скремблирования потока данных;
4 Многоантенная технология.

10. Увеличение избыточности для повышения помехоустойчивости кода в системах реального времени сдерживается:
1 Уровнем используемой модуляции;
2 Снижением реальной скорости передачи данных;
3 Снижением энергии передаваемых символов (битов);
4 Межсимвольной интерференцией.

11. Наиболее помехоустойчивый вид цифровой фазовой манипуляции:
1 Pi/4 PSK;
2 BPSK;
3 QPSK;
4 16 QAM.

12. Эффективным способом борьбы с межсимвольной интерференцией (MSI) в узкополосных системах передачи является:
1 Увеличение отношения сигнал/шум (SNR);
2 Применение адаптивной фильтрации;
3 Применение помехоустойчивого кодирования;
4 Шифрование данных.

13. Межсимвольная интерференция (MSI) является чаще всего следствием:
1 Малого отношения сигнал/шум (SNR);
2 Использования помехоустойчивых кодов;
3 Многолучевого распространения радиосигнала;
4 Перемежения данных (Interliving).

14. При декодировании сверточных кодов используется:
1 Введение защитного интервала;
2 Применение помехоустойчивых кодов;
3 Применение высокоуровневой модуляции;
4 Корреляционная обработка сигнала.

15. Федингканала распространения радиосигнала проявляется в виде:
1 Медленных провалов уровня сигнала вследствие многолучевого распространения и ин-

Согласована на портале № 31877

терференции;

2 Искажения формы принимаемых сигналов;

3 Изменения отношения максимального уровня к среднему (пик-фактора);

4 Появления высокого уровня нелинейных искажений.

16. Наивысшую скорость передачи из перечисленных модуляций обеспечивает:

1 BPSK;

2 BFSK;

3 8 PSK;

4 16 PSK.

17. Тестирование и выравнивание канала передачи данных в технологии OFDM заключается в:

1 Использовании каскадного кодирования и перемежения данных (Interliving);

2 Использовании адаптивной модуляции;

3 Использовании пилот-сигналов, аппроксимации и выравнивании принятых сигналов;

4 Использовании адаптивной фильтрации.

18. Технология кодового разделения каналов (CDMA) является:

1 Одним из способов повышения спектральной эффективности;

2 Одним из способов помехоустойчивого кодирования;

3 Одним из способов борьбы с кратными ошибками;

4 Одним из способов борьбы с многолучевостью распространения радиосигнала.

19. Основным недостатком технологии OFDM является:

1 Наличие пик-фактора используемых сигналов;

2 Использование защитных интервалов;

3 Использование пилот-сигналов;

4 Применение алгоритма быстрого преобразования Фурье (FFT).

20. Технология передачи данных без использования несущего колебания:

1 CDMA;

2 UWB;

3 TDMA;

4 FDMA.

14.1.2. Темы проектов ГПО

Исследование, моделирование и проектирование средств мобильной радиосвязи.

Разработка аналоговых и цифровых приемо-передающих модулей ВЧ и СВЧ.

Инфокоммуникационные системы интеллектуальных зданий.

Разработка системы связи повышенной дальности действия для подводного робота на базе WiFi.

Разработка защищенных методов построения систем связи для беспилотных летательных аппаратов.

Разработка перспективных методов построения спутниковых систем связи.

Разработка эффективных методов вейвлет-фрактальных преобразований в многопозиционных спутниковых системах.

Программный комплекс для изучения перспективных методов кодирования и модуляции.

Аналоговые СВЧ-устройства.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

1. После кодирования линейным блочным кодом сигнал с выхода стационарного источника передается по стационарному двоичному симметричному каналу без памяти. Вероятность ошибки в канале равна 0,04. Найти минимальное отношение числа проверочных символов к числу информационных, необходимое для того, чтобы вероятность ошибки про декодирования была пренебрежимо мала.

Согласована на портале № 31877

2. Определить кодовое расстояние для кода, если комбинации в кодовой таблице – это сдвинутые во времени не более чем на период отрезки бесконечной М-последовательности, формируемой генератором, содержащим 3-разрядный двоичный регистр сдвига.

3. Построить ряд распределения для расстояния между двумя комбинациями кода Хэмминга (7,4), если одна из них (опорная) – это комбинация 0000000, а другая взята наугад. Проверить, изменится ли он, если в качестве опорной взять другую комбинацию.

4. Проводится каскадное кодирование, при этом первый этап – это кодирование кодом Хэмминга (7,4), а на втором этапе полученные семь символов кодируются кодом с проверкой на четность. Указать какой-то другой из известных кодов, эквивалентный полученному коду, то есть для которого основные параметры имеют те же значения.

5. Для передачи в двоичном симметричном канале с вероятностью ошибки 5·10–3 применяется код Хэмминга (31,26). Определить битовую вероятность ошибки на выходе, если: а) используется идеальный канал переспроса; б) канал переспроса отсутствует.

6. Построить систему ортогональных двоичных сигналов для n = 8. Для той же длины комбинаций записать систему биортогональных сигналов. В обоих случаях найти кодовое расстояние.

7. Передача осуществляется в двоичном симметричном канале с независимыми ошибками, битовая вероятность ошибки p = 10–5 . Таков же канал переспроса, но po = 10–7 . Найти вероятность правильного декодирования кодовой комбинации, если в прямом канале применен простейший код с проверкой на четность (n = 100).

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование технологии FDMA

Исследование технологии TDMA

Исследование технологии CDMA

Исследование технологии MIMO, построенной по схеме Аламоути

Исследование помехоустойчивости FSK-модуляции от соотношения сигнал/шум

Исследование помехоустойчивости многоканальных систем на основе PSK-модуляции при неортогональном разнесении

Исследование модема BOC-модуляции

Исследование зависимости помехоустойчивости разноскоростных каналов с разными типами модуляции от скорости передачи данных

14.1.5. Вопросы дифференцированного зачета

1. Современные системы функционального моделирования аналоговых и цифровых каналов связи

2. Детерминированные и случайные сигналы. Связь формы сигнала со спектральной плотностью мощности или энергии.

3. Влияния формы и длительностей сигнала на ширину спектра.

4. Понятие гауссова белого шума. Нормальный закон распределения гауссовых шумов.

5. Представление сигналов и шума в векторном пространстве.

6. Межсимвольная интерференция и методы борьбы с ней.

7. Принцип канального кодирования. Достоинства и недостатки.

8. Линейные алгебраические блочные коды. Достоинства и недостатки.

9. Линейные циклические блочные коды. Достоинства и недостатки.

10. Сверточное кодирование. Достоинства и недостатки.

11. Принцип избыточного помехоустойчивого кодирования. Достоинства и недостатки.

12. Коды с контролем четности. Код с одним контрольным битом. Прямоугольный код.

13. Компромиссы при кодировании с коррекцией ошибок. Понятие эффективности кодирования.

14. Компромисс между вероятностью ошибочного приема и полосой пропускания.

15. Компромисс между мощностью сигнала и полосой пропускания.

16. Компромисс между скоростью передачи данных и полосой пропускания.

17. Компромисс между пропускной способностью и полосой пропускания.

18. Модельное исследование компромиссов при избыточном кодировании.

19. Геометрическая интерпретация обнаружения и исправления ошибок.

20. Свойства сверточных кодов. Эффективность сверточного кодирования.

Согласована на портале № 31877

14.1.6. Методические рекомендации

Обязательные аудиторные занятия по дисциплинам ГПО проводятся каждый четверг в единый день ГПО. На кафедрах составляется и утверждается график работы проектных групп, с указанием времени и места проведения занятий.

Руководитель проекта ставит каждому участнику индивидуальные задачи в соответствии с направлением (специальностью) обучения и профилем (специализацией) студента.

Каждый этап ГПО заканчивается защитой отчета с выставлением оценки за этап. Итоговые отчёты и отзывы руководителя прикрепляются к странице проекта в течение недели после защиты.

14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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:

Согласована на портале № 31877

– 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 № 31877