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

Моделирование устройств и систем связи

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	24	24	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Самостоятельная работа	84	84	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Экзамен: 1 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 38519

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 15 от «28» 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. ТОР _____ А. Я. Демидов

ассистент каф. ТОР _____ Я. В. Крюков

Заведующий обеспечивающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) _____ С. И. Богомолов

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Согласована на портале № 38519

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Базовая теоретическая подготовка по методам моделирования.

Освоение методов математического и имитационного моделирования.

Освоение современных инструментов моделирования.

1.2. Задачи дисциплины

– Освоение методологических основ моделирования и принципов системного подхода

– Получение устойчивых навыков практической работы по моделирования беспроводных систем связи.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование устройств и систем связи» (Б1.В.ОД.5) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Цифровая обработка сигналов систем связи.

Последующими дисциплинами являются: Теория и техника передачи информации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-9 способностью самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования, способностью участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы;

– ПК-10 готовностью представлять результаты исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе на иностранном языке, готовностью составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы математического и имитационного моделирования; основы планирования эксперимента.

– **уметь** создавать математические и имитационные модели устройств и систем связи; анализировать устойчивость и чувствительность модели к возмущениям; формулировать задачи, которые необходимо решать методами математического или имитационным моделированием.

– **владеть** современными методами и технологиями математического и имитационного моделирования; навыками планирования и проведения эксперимента

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	24	24
Самостоятельная работа (всего)	84	84
Оформление отчетов по лабораторным работам	24	24
Проработка лекционного материала	12	12

Согласована на портале № 38519

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	48	48
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

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
1 семестр						
1 Современное состояние проблемы моделирования телекоммуникационных сетей и систем.	1	0	0	1	2	ПК-10, ПК-9
2 Принципы системного подхода в моделировании	1	0	0	1	2	ПК-10, ПК-9
3 Моделирование случайных величин и процессов	4	4	0	17	25	ПК-10, ПК-9
4 Пакеты и прикладные программы моделирования систем связи.	2	0	4	8	14	ПК-9
5 Моделирование каналов современных систем связи.	10	14	20	57	101	ПК-10, ПК-9
Итого за семестр	18	18	24	84	144	
Итого	18	18	24	84	144	

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
1 семестр			
1 Современное состояние проблемы моделирования телекоммуникационных сетей и систем.	Предмет и задачи курса. Современное состояние и перспективы развития методов и технологий моделирования устройств и систем связи. Основные принципы построения моделей телекоммуникационных систем.	1	ПК-9
	Итого	1	
2 Принципы системного	Виды моделирования; системный подход в моде-	1	ПК-9

Согласована на портале № 38519

подхода в моделировании	лировании, сущность мягкого и жесткого системного подхода.Формализация и алгоритмизация процессов функционирования устройств и систем;		
	Итого	1	
3 Моделирование случайных величин и процессов	Моделирование марковских случайных процессов.Дискретные модели линейных стационарных систем и стационарных случайных процессов. Моделирование многомерных дискретных случайных полей.	4	ПК-9
	Итого	4	
4 Пакеты и прикладные программы моделирования систем связи.	Программная среда Matlab и пакет визуальногомоделирования Simulink. Интерфейс среды Matlab. Создание и маскирование подсистем.	2	ПК-9
	Итого	2	
5 Моделирование каналов современных систем связи.	Модели сигналов и помех в системах связи Модели дискретных каналов. Линейная модуляция. Демодуляция сигналов. Модели уровня звена данных телекоммуникационных систем. Пуассоновские модели. Марковские модели протоколов множественного доступа.	4	ПК-9
	Многопозиционная модуляция QAM, APSK. OFDM модуляция.	2	
	Множественный доступ с ортогональным кодовым (CDMA) и частотным (OFDMA) разделением каналов.	2	
	Методы моделирования каналов связи с многолучевым распространением радиоволн	2	
	Итого	10	
Итого за семестр		18	

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
Предшествующие дисциплины					
1 Цифровая обработка сигналов систем связи			+		+
Последующие дисциплины					
1 Теория и техника передачи информации	+				

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 № 38519

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-9	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-10		+		+	Домашнее задание, 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
1 семестр			
4 Пакеты и прикладные программы моделирования систем связи.	Основы моделирования в SystemVue	4	ПК-9
	Итого	4	
5 Моделирование каналов современных систем связи.	OFDM – модуляция	4	ПК-9
	UQPSK и GMSK модуляции	4	
	Процедура первичной синхронизации в LTE.	4	
	Структура физического уровня LTE	4	
	Процедура случайного доступа LTE	4	
	Итого	20	
Итого за семестр		24	

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
1 семестр			
3 Моделирование случайных величин и	Оптимальное распределение информационных потоков в системах беспроводной передачи данных	4	ПК-9

Согласована на портале № 38519

процессов	Итого	4	
5 Моделирование каналов современных систем связи.	Расчет пропускной способности OFDMA систем в канале с белым гауссовым шумом	4	ПК-10, ПК-9
	Расчет пропускной способности OFDMA систем в канале с плоским и селективным замиранием.	4	
	Формирование и обработка сигнально кодовых конструкций широкополосных систем беспроводного доступа	6	
	Итого	14	
Итого за семестр		18	

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
1 семестр				
1 Современное состояние проблемы моделирования телекоммуникационных сетей и систем.	Проработка лекционного материала	1	ПК-10, ПК-9	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
2 Принципы системного подхода в моделировании	Проработка лекционного материала	1	ПК-10, ПК-9	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
3 Моделирование случайных величин и процессов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	ПК-10, ПК-9	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	17		
4 Пакеты и прикладные программы моделирования систем связи.	Проработка лекционного материала	4	ПК-9	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
5 Моделирование каналов современных систем связи.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	32	ПК-9	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	5		
	Оформление отчетов по	20		

Согласована на портале № 38519

	лабораторным работам			
	Итого	57		
Итого за семестр		84		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		120		

10. Курсовой проект / курсовая работа

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
1 семестр				
Домашнее задание	5	10	5	20
Опрос на занятиях	5	10	5	20
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Итого максимум за период	20	30	20	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	50	70	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)

Согласована на портале № 38519

3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. 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.)

12.2. Дополнительная литература

1. Волков Л.Н., и др. Системы цифровой радиосвязи: Учебн. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2005. – 392с (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Моделирование устройств для систем беспроводной связи [Электронный ресурс]: Методическое пособие для практических занятий и организации самостоятельной работы студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенов Р. Р. - 2014. 96 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3866 (дата обращения: 19.07.2018).
2. Моделирование устройств для систем беспроводной связи [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам для студентов направления «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенов Р. Р. - 2014. 60 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3865 (дата обращения: 19.07.2018).
3. Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Крюков Я. В., Рогожников Е. В., Шибельгут А. А. - 2015. 49 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5107 (дата обращения: 19.07.2018).
4. Системы LTE [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум / Я. В. Крюков, А. Я. Демидов, К. Ю. Попова - 2015. 14 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4982 (дата обращения: 19.07.2018).

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. Рекомендуется использовать информационные, справочные и нормативные базы данных, к которым у ТУСУРа имеется доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

Согласована на портале № 38519

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

Учебная аудитория «Вычислительный зал» / Компьютерный класс

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 318 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска маркерная;
- Экран для проектора;
- 8 рабочих станций на базе процессоров AMD Athlon II X2;
- 2 рабочих станций на базе процессоров Core 2 Duo;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- ARM Microcontroller Development Kit (MDK)
- Adobe Acrobat Reader
- Algorithm Builder
- Altera Quartus Prime Lite Edition
- Far Manager
- Google Chrome
- Keysight Advanced Design System (ADS)
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
- Keysight SystemVue
- LibreOffice
- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Windows 8.1 и ниже
- Mozilla Firefox
- Mozilla Thunderbird
- Net-Simulator
- PDFCreator
- PTC Mathcad13, 14
- Qt Framework (Open Source)
- Qucs
- ScicosLab
- Scilab
- Tracker PDF-XChange Viewer
- WinDjView
- XnView

Согласована на портале № 38519

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная аудитория «Цифровая связь» основана совместно с Keysight Technologies

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- 10 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5;
- Доска магнитно-маркерная Brauberg;
- Отладочные платы DE0-NANO на базе ПЛИС Altera Cyclone IV (4 шт.);
- Отладочные платы DE0-CV-board на базе ПЛИС Cyclone V (6 шт.);
- Стойки с телекоммуникационным оборудованием "TETRA" (оборудование транкинговой беспроводной связи) с системой питания и вентиляции;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Altera Quartus Prime Lite Edition
- Google Chrome
- Keysight SystemVue
- Mathworks Matlab
- Mozilla Firefox
- 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, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

Согласована на портале № 38519

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

Множественной доступ с ортогональным частотным разделением, условия отсутствия межканальных помех:

1) Каждый канал ведет передачу на поднесущих в выделенной полосе частот, условием отсутствия межканальных помех является ортогональность поднесущих в выделенной системе полосе частот

2) Каждый канал ведет передачу на поднесущих в выделенной полосе частот, условием отсутствия межканальных помех является фильтрация канальных сигналов по частоте;

3) Каждый канал ведет передачу на поднесущих в выделенной полосе частот, условием отсутствия межканальных помех является введение защитного интервала в OFDM символ;

4) Каждый канал ведет передачу на поднесущих в выделенной полосе частот, условием отсутствия межканальных помех является введение защитного интервала по частоте

Квадратурное представление узкополосного сигнала:

1) $S(t) = i(t)\cos(\omega t) - q(t)\sin(\omega t)$, где i(t) и q(t) медленно меняющиеся амплитуды, соответственно синфазная и квадратурная

2) $S(t) = A(t)\cos(\omega t)$, где A(t) действительная медленно меняющаяся амплитуда

3) $S(t) = i(t)\cos(\omega t) - q(t)\sin(\omega t)$, где i(t) и q(t) комплексные медленно меняющиеся амплитуды, соответственно, синфазная и квадратурная

4) $S(t) = i(t)\cos(\omega t)$ где i(t) комплексная медленно меняющаяся амплитуда

Определение OFDM символа:

1) Дискретные отсчеты OFDM символа являются результатом выполнения обратного дискретного преобразования Фурье, в коэффициенты которого отображены символы сообщения

2) Дискретные отсчеты OFDM символа являются результатом выполнения прямого дискретного преобразования Фурье

3) Дискретные отсчеты OFDM символа являются результатом выполнения прямого дискретного преобразования Фурье,в коэффициенты которого отображены символы сообщения

4) Дискретные отсчеты OFDM символа являются результатом выполнения обратного дискретного преобразования Фурье

Символ модуляции в цифровых каналах связи...:

1) Определенный на конечном интервале времени сигнал, переносящий биты сообщения.

2) Определенный на конечном интервале времени сигнал, в параметры которого отображены (записаны) биты сообщения.

3) Транспортный сигнал, переносящий информацию

4) Битовый сигнал, переносящий сообщение

Какими параметрами определяется требуемая полоса пропускания цифрового канала связи:

1) Скоростью передачи информации

2) Скоростью передачи информации и скоростью канального кодирования

3) Скоростью канального кодирования

4) Скоростью передачи символа модуляции

Какому условию должны удовлетворять генерирующие полиномы М-последовательности:

1) Ортогональности

Согласована на портале № 38519

2) Полиномы должны быть простыми

3) Степень полинома должна быть равна длине регистра сдвига

4) Коэффициенты полинома могут принимать значения 0 или 1

Широкополосные сигналы это:

1) Сигналы для которых произведение ширины спектра на интервал определения намного больше единицы

2) Сигналы с шириной спектра намного большей несущей

3) Сигналы с шириной спектра сравнимой с несущей

4) Сигналы с высокой скоростью передачи информации

Широкополосные каналы связи это:

1) Каналы с шириной спектра сигнала намного большей скорости передачи информации

2) Каналы с шириной спектра сигнала намного большей несущей

3) Каналы с шириной спектра сигнала сравнимой с несущей

4) Каналы с высокой скоростью передачи информации

Как определяется скорость канального кодирования:

1) Скорость, с которой передаются символы кода

2) Скорость, с которой кодер генерирует биты кода

3) Скорость, с которой передаются биты сообщения после кодирования

4) Отношение скорости передачи информации к скорости передачи символов кода

С какой целью в системе связи с временным уплотнением каналов пакеты мобильной станции вводится защитный интервал:

1) Устранения межсимвольной помехи

2) Передачи служебных команд

3) Синхронизации

4) Устранения межканальной помехи

Как определяется скорость передачи информации

1) Скорость, с которой передаются биты

2) Скорость, с которой источник генерирует биты сообщения

3) Скорость, с которой передаются биты сообщения после кодирования

4) Скорость, с которой передаются символы модуляции

Множественный доступ с кодовым разделением, способ устранения межканальных помех

1) Кодовые каналы организуются на основе присвоения каждому каналу индивидуального кода и каждый код передается последовательно во времени

2) Кодовые каналы организуются на основе присвоения каждому каналу индивидуального кода и каждый код передается на своей частоте

3) Кодовые каналы организуются на основе присвоения каждому каналу индивидуального кода и между кодами вводится защитный интервал

4) Кодовые каналы организуются на основе присвоения каждому каналу индивидуального кода, условием отсутствия межканальных помех является ортогональность кодов

Множественный доступ с временным разделением, способ устранения межканальных помех:

1) Пользователи на интервале кадра ведут передачу последовательно

2) Пользователи ведут передачу на разных частотах

3) Каждому пользователю в кадре выделяется временное окно, в течении которого он ведет передачу, для устранения межканальных помех в каждом окне вводится защитный интервал, в течении передача не ведется

4) Пользователи на интервале кадра ведут передачу последовательно и в данные вставляют защитный интервал

Как определяется скорость передачи информации:

1) Скорость, с которой передаются биты

2) Скорость, с которой источник генерирует биты сообщения

3) Скорость, с которой передаются биты сообщения после кодирования

4) Скорость, с которой передаются символы модуляции

Широкополосные сигналы:

Согласована на портале № 38519

1) Сигналы для которых произведение ширины спектра на интервал определения намного больше единицы

2) Сигналы с шириной спектра намного большей несущей

3) Сигналы с шириной спектра сравнимой с несущей

4) Сигналы с высокой скоростью передачи информации

Для чего используется OFDM-модуляция:

1) Для борьбы с межсимвольной интерференцией

2) Для повышения дальности радиосвязи

3) Для борьбы с узкополосной помехой

4) Для снижения вычислительной сложности

Процедура эквалайзирования в системах связи используется для:

1) Управления скоростью передачи данных

2) Устранения искажений, вызванных каналом передачи

3) Мультиплексирования пользовательских каналов

4) Детектирования низкочастотной огибающей сигнала

Совокупность технических средств и среды распространения, обеспечивающая передачу сообщений, называется

1) Система передачи информации

2) Система передачи сообщений

3) Канал передачи сообщений

4) Линия связи

С ростом частоты сигнала затухание в линии связи:

1) Уменьшается

2) Не изменяется

3) Увеличивается

4) Флуктуирует

Качество передачи сигналов передачи данных оцениваются:

1) Искажениями формы сигналов

2) Отсутствием искажения в принятой информации

3) Числом ошибок в принятой информации

4) Мощностью принятого сигнала

Дуплексной передачи связью называется:

1) Осуществляется передача сигналов в одной паре проводников в одном направлении

2) Осуществляется передача сигналов в одном направлении в четырехпроводной линии связи

3) Одновременной передачи сигналов между абонентами в обоих направлениях, т.е. канал связи должен быть двустороннего действия.

4) Поочередная передача сигналов в обоих направлениях

Увеличение индекса квадратурной модуляции приведет к:

1) К увеличению скорости передачи и возрастает вероятность ошибки .

2) К уменьшению вероятности ошибки

3) К уменьшению скорости передачи

4) Ничего не изменится

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Основные принципы построения моделей телекоммуникационных систем.

Виды моделирования, системный подход в моделировании, сущность мягкого и жесткого системного подхода.

Модели марковских случайных процессов

Дискретные модели линейных стационарных систем и стационарных случайных процессов

Программная среда Matlab, пакет визуального моделирования Simulink, интерфейс среды Matlab, создание и маскирование подсистем.

Программная среда SystemVue, пакет визуального моделирования SystemVue Интерфейс среды SystemVue.

Согласована на портале № 38519

Модели уровня звена данных телекоммуникационных систем.

Методы моделирования протоколов множественного доступа, Пуассоновские модели.

Методы моделирования протоколов множественного доступа, Марковские модели протоколов множественного доступа.

Модели дискретных каналов. Модели физического уровня телекоммуникационных систем.

Модели сигналов и помех в системах связи

Линейная модуляция. Демодуляция сигналов

Ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM).

Множественный доступ с ортогональным кодовым (CDMA) разделением каналов

Множественный доступ с ортогональным частотным (OFDMA) разделением каналов

Временная синхронизация в OFDM-системах

Частотная синхронизация в OFDM-системах

Оценка амплитудно-частотной характеристики в OFDM-системах

Адаптивная модуляция в OFDM-системах

Метод пространственного разделения каналов

14.1.3. Темы опросов на занятиях

Предмет и задачи курса. Современное состояние и перспективы развития методов и технологий моделирования устройств и систем связи. Основные принципы построения моделей телекоммуникационных систем.

Виды моделирования; системный подход в моделировании, сущность мягкого и жесткого системного подхода.

Формализация и алгоритмизация процессов функционирования устройств и систем;

Моделирование марковских случайных процессов.

Дискретные модели линейных стационарных систем и стационарных случайных процессов.

Моделирование многомерных дискретных случайных полей.

Программная среда Matlab и пакет визуального

моделирования Simulink. Интерфейс среды Matlab. Создание и маскирование подсистем.

Модели сигналов и помех в системах связи Модели дискретных каналов. Линейная модуляция. Демодуляция сигналов. Модели уровня звена данных телекоммуникационных систем. Пуассоновские модели. Марковские модели протоколов множественного доступа.

Многопозиционная модуляция QAM, APSK. OFDM модуляция.

Множественный доступ с ортогональным кодовым (CDMA) и частотным (OFDMA) разделением каналов.

Методы моделирования каналов связи с многолучевым распространением радиоволн

14.1.4. Темы домашних заданий

Распределение информационных потоков в системах беспроводной передачи данных.

Пропускная способность OFDMA систем в канале с белым гауссовым шумом.

Пропускная способность OFDMA систем в канале с плоским и селективным замиранием.

Формирование и обработка сигнально кодовых конструкций широкополосных систем беспроводного доступа.

14.1.5. Темы лабораторных работ

Основы моделирования в SystemVue

OFDM – модуляция

UQPSK и GMSK модуляции

Процедура первичной синхронизации в LTE.

Структура физического уровня LTE

Процедура случайного доступа LTE

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.

Согласована на портале № 38519

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:

- 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 № 38519