

**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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Моделирование устройств радиоэлектронных систем**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **4, 5**

Семестр: **8, 9**

Учебный план набора 2014 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	9 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	2	8	часов
2	Практические занятия	2	16	18	часов
3	Лабораторные работы	0	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	8	30	38	часов
5	Самостоятельная работа	100	33	133	часов
6	Всего (без экзамена)	108	63	171	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	0	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	108	72	180	часов
				5.0	З.Е.

Контрольные работы: 9 семестр - 1

Экзамен: 9 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчики:

ассистент каф. ТОР \_\_\_\_\_ Я. В. Крюков  
доцент каф. ТОР \_\_\_\_\_ А. Я. Демидов

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТОР \_\_\_\_\_ А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ЗиВФ \_\_\_\_\_ И. В. Осипов  
Заведующий выпускающей каф.  
ТОР \_\_\_\_\_ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) \_\_\_\_\_ С. И. Богомолов  
Заведующий кафедрой телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) \_\_\_\_\_ А. А. Гельцер

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Базовая теоретическая подготовка по методам и основам моделирования.

Освоение методов имитационного моделирования.

Освоение современных инструментов моделирования.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Освоение методологических основ моделирования и принципов системного подхода
- Получение устойчивых навыков практической работы по моделированию беспроводных систем связи.
- 
- 

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование устройств радиоэлектронных систем» (Б1.В.ДВ.7.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Радиосвязь и радиовещание, Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов, Радиотехнические цепи и сигналы, Цифровая обработка сигналов, Моделирование устройств радиоэлектронных систем.

Последующими дисциплинами являются: Цифровая связь, Моделирование устройств радиоэлектронных систем.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основы имитационного моделирования; основы планирования эксперимента.
- **уметь** строить имитационные модели устройств радиоэлектронных систем; анализировать чувствительность ранее построенной модели; формулировать задачи, которые необходимо решить имитационным моделированием.
- **владеть** современными технологиями 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	
		8 семестр	9 семестр
Аудиторные занятия (всего)	38	8	30
Лекции	8	6	2
Практические занятия	18	2	16
Лабораторные работы	12	0	12
Самостоятельная работа (всего)	133	100	33
Выполнение домашних заданий	40	40	0
Оформление отчетов по лабораторным работам	28	20	8
Проработка лекционного материала	29	20	9

Подготовка к практическим занятиям, семинарам	36	20	16
Всего (без экзамена)	171	108	63
Подготовка и сдача экзамена	9	0	9
Общая трудоемкость, ч	180	108	72
Зачетные Единицы	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
8 семестр						
1 Методологические основы моделирования	2	0	0	30	32	ПК-1
2 Моделирование радиоэлектронных устройств и каналов связи	4	2	0	30	36	ПК-1
3 Моделирование сигналов в системах передачи информации	0	0	0	20	20	ПК-1
4 Моделирование сигналов с расширением спектра	0	0	0	20	20	ПК-1
Итого за семестр	6	2	0	100	108	
9 семестр						
5 Моделирование пространственно-временного кодирования	2	0	4	9	15	ПК-1
6 Моделирование систем мобильной связи третьего поколения	0	8	4	12	24	ПК-1
7 Моделирование каналов с множественным доступом	0	4	4	8	16	ПК-1
8 Моделирование радиорелейных систем связи	0	4	0	4	8	ПК-1
Итого за семестр	2	16	12	33	63	
Итого	8	18	12	133	171	

### 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

8 семестр			
1 Методологические основы моделирования	Основные положения, Классификация моделей, Принципы построение математических моделей, Принципы системного подхода в моделировании, Понятие о вычислительном эксперименте	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Моделирование радиоэлектронных устройств и каналов связи	Цифровой канал связи, модели физических каналов, линейный фильтрующий канал, линейный фильтрующий канал с переменными параметрами	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		6	
9 семестр			
5 Моделирование пространственно-временного кодирования	Канал передачи данных для систем ММО 2×2, методы оценки сообщения по принимаемому сигналу	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		8	

### 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	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Радиосвязь и радиовещание	+	+	+	+				
2 Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов	+	+	+					
3 Радиотехнические цепи и сигналы	+	+	+					
4 Цифровая обработка сигналов	+	+	+	+	+			
5 Моделирование устройств радиоэлектронных систем	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Цифровая связь	+	+	+					
2 Моделирование устройств радиоэлектронных систем	+	+	+	+	+	+	+	+

### 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.

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-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, 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
9 семестр			
5 Моделирование пространственно-временного кодирования	Библиотеки Simulink, создание простой модели	4	ПК-1
	Итого	4	
6 Моделирование систем мобильной связи третьего поколения	Системы GSM, радиодоступ, системы UMTS и EDGE, CDMA2000, эволюция систем подвижной связи второго поколения в системы третьего поколения, дуплексная передача данных, оборудование подвижной связи, канал синхронизации, передача соединения – хэндовер, пакеты данных и произвольного доступа, физические восходящий и нисходящий разделяемые каналы, помеховое влияние пользователей друг на друга	4	ПК-1
	Итого	4	
7 Моделирование каналов с множественным доступом	Множественный доступ с частотным разделением, множественный доступ с временным разделением, множественный доступ с кодовым разделением, множественной доступ с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDMA)	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

## 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
<b>8 семестр</b>			
2 Моделирование радиоэлектронных устройств и каналов связи	Цифровая многопозиционная модуляция QAM, APSK	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
<b>9 семестр</b>			
6 Моделирование систем мобильной связи третьего поколения	Системы GSM, радиодоступ, системы UMTS и EDGE, CDMA2000, эволюция систем подвижной связи второго поколения в системы третьего поколения, дуплексная передача данных, оборудование подвижной связи, канал синхронизации, передача соединения – хэндовер, пакеты данных и произвольного доступа, физические восходящий и нисходящий разделяемые каналы, помеховое влияние пользователей друг на друга	8	ПК-1
	Итого	8	
7 Моделирование каналов с множественным доступом	Множественный доступ с частотным разделением, множественный доступ с временным разделением, множественный доступ с кодовым разделением, множественный доступ с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDMA)	4	ПК-1
	Итого	4	
8 Моделирование радиорелейных систем связи	Расчет пролета РРЛ прямой видимости	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		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
<b>8 семестр</b>				
1 Методологические	Проработка лекционного	20	ПК-1	Домашнее задание,

основы моделирования	материала			Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	30		
2 Моделирование радиоэлектронных устройств и каналов связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	ПК-1	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	30		
3 Моделирование сигналов в системах передачи информации	Выполнение домашних заданий	20	ПК-1	Тест
	Итого	20		
4 Моделирование сигналов с расширением спектра	Выполнение домашних заданий	20	ПК-1	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	20		
Итого за семестр		100		
9 семестр				
5 Моделирование пространственно-временного кодирования	Проработка лекционного материала	9	ПК-1	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	9		
6 Моделирование систем мобильной связи третьего поколения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-1	Опрос на занятиях, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
7 Моделирование каналов с множественным доступом	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Опрос на занятиях, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
8 Моделирование радиорелейных систем связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	4		
Итого за семестр		33		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		142		



## **10. Курсовой проект / курсовая работа**

Не предусмотрено РУП.

## **11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**

Рейтинговая система не используется.

## **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 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенов Р. Р. - 2014. 96 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3866> (дата обращения: 20.07.2018).

2. Моделирование устройств для систем беспроводной связи [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам для студентов направления 210700.62 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / Абенов Р. Р. - 2014. 60 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3865> (дата обращения: 20.07.2018).

3. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Абенов Р. Р., Гельцер А. А. - 2013. 21 с. - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/2948> (дата обращения: 20.07.2018).

#### **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. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт 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 «Радиотехнические цепи и сигналы»

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 314а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- Конвертор AC-DC MC5BB ИРБИС (8 шт.);
- USB Осциллограф-генератор PCSGU250 (8 шт.);
- 8 рабочих станций, (компьютеров), на базе процессоров Intel Core i5;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Far Manager
- Google Chrome
- Keysight Advanced Design System (ADS)
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
- Keysight SystemVue
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Microsoft Office 2010 и ниже
- Mozilla Firefox
- Mozilla Thunderbird
- Oracle VirtualBox
- PDFCreator
- PTC Mathcad13, 14
- Qt Framework (Open Source)
- Scilab
- Tracker PDF-XChange Viewer
- WinDjView
- XnView

##### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория «Основы теории цепей»

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 314б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG (2 шт.);
- Конвертор AC-DC MC5BB ИРБИС (8 шт.);
- USB Осциллограф-генератор PCSGU250 (8 шт.);

- Вольтметр ВЗ-38 (8 шт.);
- 8 рабочих станций, (компьютеров), на базе процессоров Intel Core i5;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Far Manager
- Google Chrome
- Keysight Advanced Design System (ADS)
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
- Keysight SystemVue
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Microsoft Office 2010 и ниже
- Microsoft Windows 8.1 и ниже
- Mozilla Firefox
- Mozilla Thunderbird
- Oracle VirtualBox
- PDFCreator
- PTC Mathcad13, 14
- Qt Framework (Open Source)
- ScicosLab
- Scilab
- Tracker PDF-XChange Viewer
- Velleman PcLab2000LT
- WinDjView
- XnView

#### **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.

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 M-последовательности:

- 1) Ортогональности
- 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 вводятся 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:

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 передачей связью называется:

- 1) Осуществляется передача сигналов в одной паре проводников в одном направлении
- 2) Осуществляется передача сигналов в одном направлении в четырехпроводной линии связи

зи

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

Принципы построения математических моделей

Принципы системного подхода в моделировании

Цифровой канал связи, модели физических каналов

Векторное представление сигнала, квадратурный модулятор  
Межсимвольная интерференция фильтр Найквиста  
Многопозиционная квадратурная модуляция  
Многопозиционная OFDM модуляция  
Модель системы связи с частотным уплотнением каналов (FDMA)  
Модель системы связи с временным уплотнением каналов (TDMA)  
Модель системы связи с частотным ортогональным уплотнением каналов (OFDMA)  
Псевдослучайные последовательности и их свойства, линейные последовательности максимальной длины  
Последовательности Голда (g-последовательности), последовательности Касами (k-последовательности).  
Канал передачи данных для систем MIMO 2×2  
Системы подвижной связи второго поколения  
Построение пролетов ЦРПД, расчет уровней сигналов  
Спутниковые системы связи с использованием геостационарных ретрансляторов

#### **14.1.3. Темы опросов на занятиях**

Цифровой канал связи, модели физических каналов, линейный фильтрующий канал, линейный фильтрующий канал с переменными параметрами  
Канал передачи данных для систем MIMO 2×2, методы оценки сообщения по принимаемому сигналу

#### **14.1.4. Темы индивидуальных заданий**

Расчет пропускной способности канала связи OFDM  
Расчет вероятности битовой ошибки в канале связи с АБГШ  
Расчет дальности радиосвязи в OFDM-системах

#### **14.1.5. Темы домашних заданий**

Модель шумоподобного сигнала  
Модель формирования OFDM символа  
Модель CDMA канала  
Модель OFDMA канала  
Модель канала передачи данных для систем MIMO 2×2

#### **14.1.6. Темы контрольных работ**

Привести классификацию и принципы построения математических моделей.  
Описать принципы системного подхода в моделировании.  
Описать цифровой канал связи.  
Привести методологию моделирования физических каналов.  
Описать характеристики линейного фильтрующего канала и линейного фильтрующего канала с переменными параметрами.  
Описать канал передачи данных для систем MIMO 2×2  
Привести методы оценки сообщения по принимаемому сигналу.

#### **14.1.7. Вопросы на самоподготовку**

Модель цифрового канала связи;  
Комплексное представление сигналов, комплексная огибающая;  
Векторное представление сигнала, квадратурный модулятор;  
Межсимвольная интерференция фильтр Найквиста, формирующий фильтр Найквиста для устранения МСИ  
Ортогональное частотное мультиплексирование данных (OFDM)  
Множественный доступ с частотным разделением  
Множественный доступ с временным разделением.  
Множественный доступ с кодовым разделением.  
Множественный доступ с ортогональным частотным разделением (OFDMA).

#### **14.1.8. 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.

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.