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

Математическое моделирование устройств связи

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: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Лабораторные работы	36	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
4	Самостоятельная работа	48	48	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 7 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 25485

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от «26» 4 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 №_____.

Разработчик:

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 № 25485

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Ознакомить студентов направления “Инфокоммуникационные технологии и системы связи” с современным состоянием концепциями и алгоритмами функционального моделирования и проектирования с целью систематизации и углубления знаний в актуальных направлениях анализа, моделирования, расчета и оптимизации устройств техники связи.

Сформировать умение разрабатывать и оформлять различную проектную и техническую документацию (ПК-15) и готовность .к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований (ПК-19).

1.2. Задачи дисциплины

– Подготовить будущего специалиста к активному и творческому использованию математического аппарата и программного обеспечения при решении практических и теоретических задач радиотехники и связи, как в процессе обучения, так и последующей инженерной либо исследовательской деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование устройств связи» (Б1.В.ДВ.7.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математические методы описания сигналов, Общая теория связи, Теоретические основы систем мобильной связи, Цифровая обработка сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Сети и системы мобильной связи, Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов.

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** модели элементной базы систем связи, методы формирования функциональных математических моделей, основные принципы организации и построения современных универсальных сред функционального моделирования устройств и систем связи.

– **уметь** определять необходимый набор элементов модели, осмысленно редактировать параметры элементной базы, формировать функциональные модели устройств и систем связи, оценивать необходимые интервалы в частотной и временной областях и пределы изменения параметров системы в целом.

– **владеть** теоретическими основами и практическими навыками функционального моделирования, навыками работы в современных средах функционального моделирования устройств связи, сведениями о возможностях сред функционального моделирования и наборе исследуемых характеристик.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	24	24
Лабораторные работы	36	36

Согласована на портале № 25485

Самостоятельная работа (всего)	48	48
Оформление отчетов по лабораторным работам	39	39
Проработка лекционного материала	7	7
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2	2
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

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	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр					
1 Введение. Современные направления развития систем мобильной связи.	2	12	17	31	ПК-15, ПК-19
2 Модуляция сигналов в современных системах мобильной связи.	4	16	17	37	ПК-15, ПК-19
3 Кодирование сигналов в системах мобильной связи.	4	8	10	22	ПК-15, ПК-19
4 Многолучевое распространение сигналов мобильной связи.	4	0	1	5	ПК-15, ПК-19
5 Анализ канала связи.	4	0	1	5	ПК-15, ПК-19
6 Синхронизация в системах мобильной связи.	2	0	1	3	ПК-15, ПК-19
7 Широкополосная связь. Технологии с организацией пространственных каналов.	4	0	1	5	ПК-15, ПК-19
Итого за семестр	24	36	48	108	
Итого	24	36	48	108	

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
7 семестр			
1 Введение. Современные	Цели, задачи и содержание дисциплины. История мобильной связи. Основы функционирования.	2	ПК-15, ПК-19

Согласована на портале № 25485

направления развития систем мобильной связи.	Современные системы мобильной связи и перспективы их развития.		
	Итого	2	
2 Модуляция сигналов в современных системах мобильной связи.	Векторное представление сигналов. Основные понятия модуляции. Методы фазовой модуляции и вопросы помехоустойчивости. Методы частотной модуляции и вопросы помехоустойчивости. Модуляция на нескольких несущих.	4	ПК-15, ПК-19
	Итого	4	
3 Кодирование сигналов в системах мобильной связи.	Вопросы помехоустойчивого кодирования сигналов. Основные понятия. Кодирование формой. Алгебраическое кодирование. Циклическое кодирование. Сверточное кодирование. Сигнально-кодовые конструкции и турбо-коды.	4	ПК-15, ПК-19
	Итого	4	
4 Многолучевое распространение сигналов мобильной связи.	Искажения сигналов вызываемые многолучевым распространением. Математические модели многолучевых каналов связи. Способы приема сигналов в условиях многолучевого распространения. Оптимальные методы демодуляции сигналов в многолучевых каналах.	4	ПК-15, ПК-19
	Итого	4	
5 Анализ канала связи.	Понятие канала. Источники возникновения шумов и ослаблений сигнала. Мощность принятых сигнала и шума. Дистанционное уравнение. Анализ бюджета канала связи.	4	ПК-15, ПК-19
	Итого	4	
6 Синхронизация в системах мобильной связи.	Основные понятия теории автоматического регулирования. Системы фазовой автоподстройки. Системы синхронизации по несущей и тактам. Синхронизация при широкополосных сигналах.	2	ПК-15, ПК-19
	Итого	2	
7 Широкополосная связь. Технологии с организацией пространственных каналов.	Широкополосная связь с простыми и шумоподобными сигналами. Основы технологии кодового и кодово-временного разделения каналов. Основы технологии ортогонального частотного разделения каналов.Основы формирования пространственных каналов. Системы со многими выходами и многими входами. Пространственно-временное кодирование. Пространственное мультиплексирование.	4	ПК-15, ПК-19
	Итого	4	
Итого за семестр		24	

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.

Согласована на портале № 25485

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
Предшествующие дисциплины							
1 Математические методы описания сигналов	+	+	+			+	+
2 Общая теория связи	+	+	+	+		+	+
3 Теоретические основы систем мобильной связи		+	+	+		+	+
4 Цифровая обработка сигналов		+	+			+	+
Последующие дисциплины							
1 Сети и системы мобильной связи	+	+	+	+			+
2 Системы мобильной связи на основе шумоподобных сигналов		+	+	+			+

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.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-15	+	+	+	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-19	+	+	+	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, 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
7 семестр			
1 Введение. Современные направления развития систем мобильной	Среда функционального моделирования системы для инженерных и научных расчетов.	4	ПК-15, ПК-19
	Исследование функциональной модели модема на основе аналоговой фазовой модуляции.	4	

Согласована на портале № 25485

связи.	Исследование функциональной модели модема на основе аналоговой частотной модуляции.	4	
	Итого	12	
2 Модуляция сигналов в современных системах мобильной связи.	Исследование функциональной модели модема BFSK.	4	ПК-15, ПК-19
	Исследование функциональной модели модема BPSK.	4	
	Исследование функциональной модели модема QPSK.	4	
	Исследование функциональной модели модема Pi/4 PSK	4	
	Итого	16	
3 Кодирование сигналов в системах мобильной связи.	Исследование функциональной модели алгебраического блочного кодека.	4	ПК-15, ПК-19
	Исследование функциональной модели циклического блочного кодека.	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		36	

8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП.

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
7 семестр				
1 Введение. Современные направления развития систем мобильной связи.	Проработка лекционного материала	1	ПК-15, ПК-19	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Итого	17		
2 Модуляция сигналов в современных системах мобильной связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	1	ПК-15, ПК-19	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	15		
	Итого	17		
3 Кодирование сигналов в системах мобильной	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоре-	1	ПК-15, ПК-19	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе,

Согласована на портале № 25485

связи.	тической части курса			Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	10		
4 Многолучевое распространение сигналов мобильной связи.	Проработка лекционного материала	1	ПК-15, ПК-19	Тест
	Итого	1		
5 Анализ канала связи.	Проработка лекционного материала	1	ПК-15, ПК-19	Тест
	Итого	1		
6 Синхронизация в системах мобильной связи.	Проработка лекционного материала	1	ПК-15, ПК-19	Тест
	Итого	1		
7 Широкополосная связь. Технологии с организацией пространственных каналов.	Проработка лекционного материала	1	ПК-15, ПК-19	Тест
	Итого	1		
Итого за семестр		48		
Итого		48		

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
7 семестр				
Защита отчета	10	10	10	30
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Тест	10	15	15	40
Итого максимум за период	30	35	35	100
Нарастающим итогом	30	65	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

Согласована на портале № 25485

≥ 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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. Гриф УМО / В. А. Галкин. - М.: Горячая линия-Телеком, 2012. - 592 с.: (Учебное пособие) (Специальность для высших учебных заведений). (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

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

12.2. Дополнительная литература

1. Вернер М. Основы кодирования: Учебник для вузов: Пер. с нем. / М. Вернер; пер.: Д. К. Зигангиров. - М.: Техносфера, 2006. - 286 с. - (Мир программирования; VIII, 03). (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование методов аналоговой модуляции радиосигналов на функциональном уровне: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и самостоятельной работе / Кологривов В. А. - 2012. 62 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1736, дата обращения: 10.05.2018.

2. Исследование QPSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. - 2012. 35 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1532, дата обращения: 10.05.2018.

3. Исследование Pi/4_QPSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. - 2012. 38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1527, дата обращения: 10.05.2018.

4. Исследование MSK модема (реализация с фазовым кодером): Учебно-методическое пособие по лабораторной работе / Кологривов В. А. - 2012. 39 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1525, дата обращения: 10.05.2018.

5. Модельное исследование сигнально-кодовых конструкций цифровой радиосвязи на

Согласована на портале № 25485

основе BPSK и QPSK модуляций: Учебно-методическое пособие по лабораторной и самостоятельной работе и практическим занятиям / Кологривов В. А., Токбаева А. А. - 2017. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6999, дата обращения: 10.05.2018.

6. 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: 10.05.2018.

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. eLIBRARY.RU Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования. www.elibrary.ru
2. Доступ свободный

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 лабораторных работ

Специализированная учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows XP

Согласована на портале № 25485

– Scilab

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 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

1. Для улучшения статистических свойств передаваемого сигнала используют:

1 скремблирование;

2 модуляцию;

3 кодирование;

4 нормировку.

Согласована на портале № 25485

2. Выравнивание вероятностей появления 0 и 1 способствует повышению:
1 скорости передачи;
2 устойчивости синхронизации;
3 спектральной эффективности;
4 энергетической эффективности.

3. Для переноса сообщений в системах связи используют:
1 кодирование;
2 нормировку;
3 модуляцию;
4 скремблирование.

4. Для извлечения информации из принятого сигнала используют:
1 фильтрацию;
2 нормировку;
3 скремблирование;
4 демодуляцию.

5. Для снижения межсимвольной интерференции (MSI) используют:
1 эквалайзеры;
2 модуляторы;
3 демодулятоы;
4 дкодеры.

6. Для снижения уровня ошибок используют:
1 модуляцию;
2 кодирование;
3 декодирование;
4. скремблирование.

7. Для преодоления влияния многолучёвости используют:
1 сужение спектра;
2 увеличение скорости перелачи;
3 расширение спектра;
4 нормировку.

8. Обнаружение ошибок передачи происходит в процессе:
1 демодуляции;
2 кодирования;
3 модуляции;
4 декодирования.

9. В процессе декодирования образуется:
1 синдром;
2 пик-фактор;
3 феднинг;
4 сдвиг Доплера.

10. Синдром это:
1 признак нелинейных искажений;
2 результат выполнения проверочных соотношений;
3 уровень ошибок;
4 степень корреляции.

Согласована на портале № 25485

11. Среди прочего соотношение сигнал/шум (SNR) определяется:
1 скремблированием;
2 кодированием;
3 фильтрацией;
4 эквалайзированием.

12. Эффект Доплела есть результат:
1 федингa канала;
2 многолучевости;
3 дифракции;
4и относительной скорости передатчика и приемника.

13. При прочих равных условиях наиболее спектрально-эффективной модуляцией является:
1 QAM;
2 PCM;
3 PSK$
4 FSK.

14. При прочих равных условиях худшей помехоустойчивостью обладает модкляция:
1 FSK;
2 QAM;
3 PCM;
4 PSK/

15. Соотношение синнал/шум SNR) измеряется:
1 на входе приемника до полосового фильтра;
2 на входе приемника после полосового фильтра;
3 после ФНЧ демодулятора.

16. Относительная (дифференциали) PSK модуляция позволяет:
1 сократить полосу пропускан;
2 повысить скорость передачи;
3 Снизить мощность;
4 исключить режим «обратного хода».

17. Основным фактором определяющим вероятность битовой ошибки:
1 межкодовое расстояние;
2 длина информационного блока;
3 длна кодового слова;
4 скорость кодирования.

18. Снижению вероятности битовой ошибка способствует:
1 снижение числа бит четности;
2 увеличение числа бит четности;
3 увеличение числа информационных бит;
4 уменьшение чисда информационных бит.

19. Основой технологии OFDM является:
1 корреляционный приемник;
2 приемник прямого преобразования;
3 быстрое преобразование Фурье (FFT);
4 использование пилот сигналов.

20. Основой технологии CDMA является:

Согласована на портале № 25485

1 фильтрация;
2 модуляция;
3 кодирование;
4 корреляционная обработка принятой последовательности.

21. Наиболее существенным недостатком технологии OFDM является:
1 наличие пик-фактора;
2 использование пилот-сигналов;
3 наличие защитных интервалов;
4 использование FFT.

22. Измерение и выравнивание канала в технологии OFDM реализуется на основе:
1 защитных интервалов;
2 пилот-сигналов;
3 циклического префикса;
4 АЦП и ЦАП.

14.1.2. Темы лабораторных работ

Среда функционального моделирования системы для инженерных и научных расчетов.
Исследование функциональной модели модема на основе аналоговой фазовой модуляции.
Исследование функциональной модели модема на основе аналоговой частотной модуляции.
Исследование функциональной модели модема BFSK.
Исследование функциональной модели модема BPSK.
Исследование функциональной модели модема QPSK.
Исследование функциональной модели модема Pi/4 PSK
Исследование функциональной модели алгебраического блочного кодека.
Исследование функциональной модели циклического блочного кодека.

14.1.3. Зачёт

1. Цели и задачи математического моделирования устройства связи.

2. Понятие связного модема.

3. Основные части модели модема.

4. Состав модели передающей части.

5. Модель источника сигналов.

6. Модель BPSK модулятора.

7. Модель QPSK модулятора.

8. Назначение фазового кодера.

9. Модели модуляторов 8-PSK и 16 PSK.

10. Модель BFSK модулятора.

11. Разновидности FSK модуляторов.

12. Модель ГУНа.

13. Модель 4- FSK модулятора.

14. Модель Pi/4 QPSK модулятора.

Согласована на портале № 25485

15. Модель MSK модулятора через QPSK.

16. Модель MSK модулятора через FSK.

17. Понятие ортогональности несущих.

18. Модель QAM модулятора.

19. Понятие спектральной эффективности модулятора.

20. Понятие энергетической эффективности модулятора.

21. Понятие SNR и его нормирование к биту.

22. Понятие помехоустойчивости.

23. Зависимость битовой ошибки от SNR.

24. Связь битовой и символьной ошибок.

25. Отличие графиков ошибок PSK и FSK.

26. Зависимость Pb от W/R.

27. Простейшая модель канала распространения.

28. Модель многолучевого канала распространения с федингом.

29. Модель многолучевого канала с задержками.

30. Модель канала распространения с эффектом Доплера.

31. Канальная фильтрация, особенности настройки.

32. Основные принципы демодуляции сигналов.

33. Прямое преобразование, как основной принцип демодуляции PSK сигналов.

34. Демодуляция FSK сигнала на основе прямого преобразования.

35. Разностные продукты при демодуляции FSK сигнала.

36. Особенности демодуляции MPSK сигналов.

37. Особенности демодуляции QAM сигналов.

38. Назначение ФНЧ демодулятора, особенности настройки.

39. Функциональная модель измерителя мощности сигналов и шумов.

40. Место измерения SNR.

41. Методика измерения помехоустойчивости.

Согласована на портале № 25485

42. Модель регенератора формы PSK сигнала.

43. Модель схемы принятия решений при FSK демодуляции.

44. Модель детектора ошибок.

45. Задачи помехоустойчивого кодирования.

46. Разновидности канальных кодов.

47. Основные понятия помехоустойчивого кодирования.

48. Блочные алгебраические коды и понятия синдрома.

49. Введение избыточности и изменение скорости передачи.

50. Модель имитатора ошибок.

51. Состав функциональной модели алгебраического кодека.

52. Функциональная модель алгебраического блочного кодера.

53. Функциональная модель алгебраического декодера.

54. Проверочные соотношения, проверочная матрица и понятие синдрома.

55. Функциональная модель блочного декодера.

56. Соответствие синдрому вектора ошибок и их исправление.

57. Функциональная модель исправления ошибок блочного кода.

58. Циклические блочные коды, основные понятия.

59. Состав функциональной модели циклического кодека.

60. Систематические и несистематические циклические коды.

61. Модель систематического циклического кодера.

62. Модель систематического циклического декодера.

63. Модель несистематического циклического кодера.

64. Модель несистематического циклического декодера.

65. Принцип образования битов четности в систематическом циклическом кодере.

66. Особенность образования кодовых символов в несистематическом циклическом кодере.

67. Получение синдрома в систематическом циклическом декодере.

68. Необходимое повторного декодирования несистематического кода.

Согласована на портале № 25485

69. Идея свёрточного кодирования. Основные понятия.

70. Переходы между состояниями и ответвлениями символов.

71. Понятие решетчатой диаграммы для сверточного кодирования.

72. Метрика путей и декодирования по Витерби.

73. Принцип мажоритарного декодирования.

74. Получение проверочных соотношении.

75. Структура мажоритарного декодера.

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 здоро-

Согласована на портале № 25485

вья 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 № 25485