**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 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 (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 8 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Самостоятельная работа под руководством преподавателя | 14 | 14 | часов |
| 2 | Лабораторные работы | 8 | 8 | часов |
| 3 | Контроль самостоятельной работы | 4 | 4 | часов |
| 4 | Всего контактной работы | 26 | 26 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 145 | 145 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 171 | 171 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 9 | 9 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | | 5.0 | З.Е. |

Контрольные работы: 8 семестр - 2
Экзамен: 8 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 40467

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) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 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 ФДО | _____ | И. П. Черкашина |
| Заведующий выпускающей каф. РСС | _____ | А. В. Фатеев |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО) | _____ | Ю. В. Морозова |
| Заведующий кафедрой телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) | _____ | А. А. Гельцер |
| Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) | _____ | С. И. Богомолов |

Согласована на портале № 40467

## 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 моделирования 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.

Последующими дисциплинами являются: Управление радиочастотным спектром.

## 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 |
| Контактная работа (всего) | 26 | 26 |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП) | 14 | 14 |
| Лабораторные работы | 8 | 8 |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 4 |
| Самостоятельная работа (всего) | 145 | 145 |
| Подготовка к контрольным работам | 48 | 48 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | 12 |
| Подготовка к лабораторным работам | 24 | 24 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 61 | 61 |

Согласована на портале № 40467

| | | |
|---|---|---|
| Всего (без экзамена) | 171 | 171 |
| Подготовка и сдача экзамена | 9 | 9 |
| Общая трудоемкость, ч | 180 | 180 |
| 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 | СРП, ч | Лаб. раб., ч | КСР, ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | | | |
| 1 Методологические основы моделирования | 1 | 0 | 4 | 16 | 17 | ПК-1 |
| 2 Моделирование каналов связи. | 1 | 4 | | 28 | 33 | ПК-1 |
| 3 Моделирование сигналов в системах передачи информации. | 2 | 4 | | 35 | 41 | ПК-1 |
| 4 Моделирование каналов с множественным доступом. | 2 | 0 | | 14 | 16 | ПК-1 |
| 5 Моделирование сигналов с расширением спектра. | 2 | 0 | | 14 | 16 | ПК-1 |
| 6 Моделирование пространственно-временного кодирования. | 2 | 0 | | 14 | 16 | ПК-1 |
| 7 Моделирование систем мобильной связи третьего поколения. | 2 | 0 | | 12 | 14 | ПК-1 |
| 8 Моделирование радиорелейных систем связи. | 2 | 0 | | 12 | 14 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 14 | 8 | 4 | 145 | 171 | |
| Итого | 14 | 8 | 4 | 145 | 171 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя) | 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 вы- | 1 | ПК-1 |

Согласована на портале № 40467

| | | | |
|---|---|---|---|
| | числительном эксперименте. | | |
| | Итого | 1 | |
| 2 Моделирование каналов связи. | Цифровой канал связи, модели физических каналов, линейный фильтрующий канал, линейный фильтрующий канал с переменными параметрами. | 1 | ПК-1 |
| | Итого | 1 | |
| 3 Моделирование сигналов в системах передачи информации. | Формирование и обработка сигналов простейших систем связи. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 4 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). | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Моделирование сигналов с расширением спектра. | Формирование и обработка сигналов с применением технологии расширения спектра. База сигнала. Повышение помехоустойчивости сигнала. Корреляционная обработка и анализ сигнала. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Моделирование пространственно-временного кодирования. | Методы формирование и обработки сигналов с пространственно-временным кодированием. Алгоритм Аламоути. Конфигурация систем MIMO. Применение MIMO в реальных системах связи. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 7 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. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Моделирование радиорелейных систем связи. | Радиорелейные системы связи. Расчет бюджета трассы. Проектирование трассы. Выбор сигнально-кодовой конструкции. Формирование группового потока. Методика выбора оборудования. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 40467

| | | | |
|---|---|---|---|
| Итого за семестр | | 14 | |

### 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 | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 Управление радиочастотным спектром | + | + | + | + | + | + | + | + |

### 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 |
|---|---|---|---|---|---|
| | СРП | Лаб. раб. | КСР | Сам. раб. | |
| ПК-1 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, 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 |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 2 Моделирование каналов связи. | Исследование квадратурного амплитудного модулятора. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Моделирование сигналов в системах передачи информации. | Исследование квадратурного амплитудного демодулятора. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 8 | |

## 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Согласована на портале № 40467

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

| № | Вид контроля самостоятельной работы | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 1 | Контрольная работа с автоматизированной проверкой | 2 | |
| 2 | Контрольная работа с автоматизированной проверкой | 2 | ПК-1 |
| Итого | | 4 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| 1 Методологические основы моделирования | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 10 | ПК-1 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Итого | 16 | | |
| 2 Моделирование каналов связи. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 6 | ПК-1 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к лабораторным работам | 10 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Итого | 28 | | |
| 3 Моделирование сигналов в системах передачи информации. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 9 | ПК-1 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к лабораторным работам | 14 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Итого | 35 | | |
| 4 Моделирование каналов с множественным | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | ПК-1 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |

Согласована на портале № 40467

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| доступом. | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Итого | 14 | | |
| 5 Моделирование сигналов с расширением спектра. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | ПК-1 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Итого | 14 | | |
| 6 Моделирование пространственно-временного кодирования. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | ПК-1 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Итого | 14 | | |
| 7 Моделирование систем мобильной связи третьего поколения. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 6 | ПК-1 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 8 Моделирование радиорелейных систем связи. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 6 | ПК-1 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к контрольным работам | 6 | | |
| | Итого | 12 | | |
| | Выполнение контрольной работы | 4 | ПК-1 | Контрольная работа |
| Итого за семестр | | 145 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 9 | | Экзамен |
| Итого | | 154 | | |

## 10. Контроль самостоятельной работы (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. Вершинин А.С. В Моделирование систем беспроводной связи [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С.Вершинин.—Томск Эль Контент, 2014.—142 с. Доступ из личного кабинета. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 24.08.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Зырянов, Ю.Т. Радиоприемные устройства в системах радиосвязи [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Т. Зырянов, В.Л. Удовикин, О.А. Белоусов, Р.Ю.

Согласована на портале № 40467

Курносов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург Лань, 2017. — 320 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/96252 (дата обращения: 24.08.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Вершинин А.С. Моделирование систем беспроводной связи : электронный курс / А. С. Вершинин. – Томск ТУСУР, ФДО, 2014. Доступ из личного кабинета студента.
2. Вершинин А. С. Моделирование систем беспроводной связи [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторных работ. — Томск Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2014. Доступ из личного кабинета. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 24.08.2018).
3. Демидов. А.Я. Моделирование устройств радиоэлектронных систем [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения технических направлений, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / А.Я. Демидов, А.А, Гельцер. – Томск ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 24.08.2018).

#### 12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

#### 13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

Согласована на портале № 40467

– 7-zip
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– Matlab (с возможностью удаленного доступа)
– Microsoft Windows
– OpenOffice

**13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– 7-zip
– Google Chrome (с возможностью удаленного доступа)
– MS Office версий 2010 (с возможностью удаленного доступа)
– Matlab (с возможностью удаленного доступа)
– Microsoft Windows (с возможностью удаленного доступа)
– Scilab (с возможностью удаленного доступа)

**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.

Согласована на портале № 40467

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. 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

2. 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

3. 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

4. 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

5. Какими параметрами определяется требуемая полоса пропускания цифрового канала свя-

Согласована на портале № 40467

зи:

1) Скоростью передачи информации

2) Скоростью передачи информации и скоростью канального кодирования

3) Скоростью канального кодирования

4) Скоростью передачи символа модуляции

6. Какому условию должны удовлетворять генерирующие полиномы М-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

7. 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

8. 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

9. 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

10. 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

11. 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

12. 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

13. 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

Согласована на портале № 40467

течении передача не ведется

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

14. 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

15. 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

16. 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

17. 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

18. 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

19. С ростом частоты сигнала затухание в линии связи:

1) Уменьшается

2) Не изменяется

3) Увеличивается

4) Флуктуирует

20. 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

21.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

22.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 тесты

1) В общем случае для передачи данных от источника к получателю используется…

Согласована на портале № 40467

1. механическая среда.
2. гидроакустическая среда.
3. атмосферная среда.
4. оптическая среда.
5. физическая среда.

2) В общем случае приёмник цифровой системы связи состоит.…
1. из источника сообщений,
2. из модулятора,
3. из помехоустойчивого кодера,
4. из кодера источника,
5. из физической среды,
6. из демодулятора,
7. из декодера источника,
8. из декодера помехоустойчивого кодирования,
9. из получателя сообщений.

3) В общем случае передатчик цифровой системы связи состоит.…
1. из мультиплексора,
2. из декодера помехоустойчивого кодирования,
3. из кодера источника,
4. из помехоустойчивого кодера,
5. из демультиплексора,
6. из сериализатора,
7. из модулятора,
8. из источника сообщения.
9. из генератора псевдослучайной последовательности,
10. из детектора.

4) Выберите правильный вариант. Вероятность битовой ошибки главным образом определяется:
1. чувствительностью приёмника.
2. видом модуляции.
3. способом кодирования.
4. отношением сигнал/шум.
5. сигнально-кодовой конструкцией.

5) Отношение объёма источника сообщений к объёму информации:
1. на символ больше единицы;
2. на символ меньше единицы;
3. равно единице.

6) Выберите правильное определение. Канал связи в простейшем случае учитывает влияние…
1. тропосферы и внутренних шумов приёмной аппаратуры.
2. тропосферы.
3. внутренних шумов приёмной аппаратуры.
4. местных предметов.
5. внутренних шумов приёмной аппаратуры и местных предметов.
6. нестабильности частоты генератора передатчика.
7. нестабильности частоты генератора передатчика и внутренних шумов приёмной аппаратуры.

7) Выберите правильный вариант. Тепловое движение электронов в проводнике соответствует …
1. нестабильности генератора в передатчике системы радиосвязи.
2. интерференционным помехам;
3. замираниям.
4. электрическим помехам.
5. мультипликативной помехе.

Согласована на портале № 40467

6. аддитивной помехе.

7. импульсной помехе.

8. дробовому эффекту.

8) Выберите правильный вариант. Модельным представлением аддитивного шума является…

1. дискретная последовательность, отвечающая равномерному распределению вероятностей;

2. случайный процесс, описываемый законом Релея.

3. гауссовский случайный процесс.

4. дискретная последовательность, описываемая взвешенными дельта-функциями, зависящими от вероятностных характеристик шума.

9) Выберите правильный вариант. Линейный фильтрующий канал с постоянными параметрами может быть описан …

1. нормальной плотностью распределения вероятностей.

2. статистическими характеристиками внутреннего шума приёмной аппаратуры.

3. импульсной характеристикой.

4. спектральной плотностью.

5. формой сигнала.

10) Выберите правильный вариант. Нестационарная импульсная характеристика формирующего фильтра…

1. описывает канал связи с аддитивным шумом приёмной аппаратуры.

2. соответствует линейному фильтрующему каналу с переменными параметрами.

3. требует знания статистических характеристик, не зависящих от времени.

4. является откликом на воздействие в виде функции Хевисайда.

11) Выберите правильный вариант. Непостоянство параметров линейного фильтрующего канала вызвано:

1. влиянием ионосферы.

2. частотным диапазоном.

3. интерференцией сигналов.

4. перемещениями абонента.

5. многолучевым распространением.

6. внутренними шумами аппаратуры.

12) Выберите правильное определение. У полосовых сигналов основной лепесток спектра расположен …

1. симметрично относительно несущей частоты.

2. симметрично относительно нулевой частоты.

3. несимметрично относительно несущей частоты.

4. несимметрично относительно нулевой частоты.

13) Выберите правильное определение. Под модуляцией понимают …

1. изменение передаваемого сообщения в соответствие с изменением высокочастотного сигнала.

2. изменение параметров несущей частоты в соответствие с передаваемым сообщением.

3. преобразование высокочастотного сигнала в низкочастотный сигнал.

4. преобразование информационного сообщения в низкочастотный сигнал.

14) Выберите правильное определение. Под полной фазой понимают величину …

1. равную периоду высокочастотного колебания, выраженному в долях длины волны.

2. обратно пропорциональную начальной фазе высокочастотного колебания.

3. равную сумме начальной фазы высокочастотного колебания и произведения несущей частоты на время.

4. обратную времени распространения радиосигнала и пропорциональную несущей частоте высокочастотного колебания.

15) Выберите правильное определение. Под мгновенной частотой понимают величину, равную …

1. отношению приращения полной фазы высокочастотного колебания к приращению време-

Согласована на портале № 40467

ни, при стремлении приращения времени к нулю.

2. детерминированной величине, которая определяется начальной фазой высокочастотного сигнала.

3. произведению приращения полной фазы высокочастотного сигнала на величину этого приращения.

4. корню квадратному от произведения полной фазы на время наблюдения сигнала.

16) Выберите правильный вариант. Модуляция подразумевает изменение в соответствие с передаваемым сообщением …

1. интеграла от амплитуды высокочастотного колебания за время наблюдения сигнала.

2. производной от начальной фазы высокочастотно колебания.

3. корня квадратного от полной фазы высокочастотного колебания.

4. квадратурных компонент высокочастотного колебания.

17) Структурная схема системы передачи цифровой информации включает в себя …

1. блок питания.

2. генератор сигналов.

3. демодулятор.

4. амплитудный детектор.

5. кварцевый генератор.

6. апериодический усилитель.

7. согласованный фильтр.

18) Выберите правильный вариант. Три символа передаются квадратурной фазовой модуляцией с использованием … импульсов.

1. трёх;

2. четырёх.

3. пяти.

4. шести.

5. семи.

6. восьми.

19) Выберите правильный вариант. Характерной особенностью квадратурной фазовой модуляцией является соотношение символьной скорости к скорости передачи информации, которое равно:

1. 2.

2. 3.

3. 4.

4. 0,5.

5. 0,33.

6. 0,25.

20) Выберите правильный вариант. Графическое представление созвездия фазовой манипуляции представляет собой …

1. совокупность векторов на плоскости, проекции которых равны квадратурам сигнала.

2. точки, координаты которых задаются квадратурами сигнала.

3. отрезки линий, описывающие битовые последовательности «нулей» и «единиц».

4. ломаные линии, соединяющие точки, координаты которых задаются квадратурами сигнала.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Тема контрольной работы: Моделирование устройств радиоэлектронных систем.

1) Выберите правильное определение. Канал связи …

1. это физическая среда, посредством которой передаются данные от источника к получателю.

2. представляет собой пространство, окружающее источник и приёмник сообщений.

3. это канал передачи данных от источника к получателю.

2) Выберите правильный вариант. Структурная схема цифровой системы связи состоит …

1. из источника сообщений, помехоустойчивого кодера, мультиплексора, физической среды, декодера помехоустойчивого кодирования, декодера источника сообщений, демультиплексора, по-

Согласована на портале № 40467

лучателя сообщений.

2. из источника сообщений, помехоустойчивого кодера, модулятора, физической среды, помехоустойчивого декодера, декодера источника, получателя сообщений.

3. из источника сообщений, кодера источника, помехоустойчивого кодера, модулятора, физической среды, демодулятора, декодера помехоустойчивого

кодирования, декодера источника, получателя сообщений.

3) Выберите правильный вариант. В структурную схему цифровой системы не входит следующий блок:

1. источник сообщений.

2. кодер битовой последовательности.

3. декодер помехоустойчивого кодирования.

4. получатель сообщений.

4) Выберите правильный вариант. Знание отношения сигнал/шум при проектировании систем связи необходимо …

1. для расчёта чувствительности приёмной аппаратуры в системах связи.

2. для оценки помехоустойчивости выбранного способа кодирования битов информации.

3. для обеспечения заданной вероятности ошибки в приёме бита информации.

5) Выберите правильный вариант. Объём источника сообщений …

1. равен или больше объёма информации на символ или производительности источника.

2. фиксирован при тех или иных его преобразованиях над битами.

3. связан со статистическими свойствами последовательностей символов, переносящих эти сообщения.

6) Выберите правильное определение. Простейшая модель канала связи, это канал в котором …

1. передаваемый сигнал не претерпевает никаких искажений и представляет собой идеальный передатчик и идеальный приёмник.

2. передаваемый сигнал подвержен только лишь воздействию внутренних шумов приёмной аппаратуры, аддитивно смешивающихся с полезным сигналом.

3. учитывается внутренний шум усилителей передатчика, аддитивно смешивающихся с передаваемым сигналом.

7) Выберите правильный вариант. Аддитивный шум в модели канала связи …

1. является следствием неидеальности травления проводников и изготовления электронных компонентов в печатных платах приёмника.

2. вызван взаимной интерференцией импульсных сигналов, частично накладывающихся друг на друга при прохождении фильтров в приёмной аппаратуре.

3. возникает от посторонних электрических помех, электронных компонентов и усилителей в приёмнике систем связи, а также из-за интерференции сигналов.

8) Выберите правильный вариант. Аддитивный шум в модели канала связи описывается …

1. статистически как гауссовский шумовой процесс.

2. стохастически как многомерный марковский случайный процесс.

3. детерминированной функцией времени, связанной с параметрами приёмной аппаратуры.

9) Выберите правильный вариант. Построение линейного фильтрующего канала с постоянными параметрами требует знания …

1. формы сигнала и описания шума в модели канала связи.

2. стационарной импульсной характеристики, формы сигнала и описания шума в модели канала связи.

3. импульсной характеристики и описания шума в модели канала связи.

10) Выберите правильный вариант. Для построения линейного фильтрующего канала с переменными параметрами требуется знание …

1. стационарной импульсной характеристики, формы сигнала и описания шума в модели канала связи.

2. нестационарной импульсной характеристики, формы сигнала и описания шума в модели канала связи.

3. стационарной импульсной характеристики и описания шума в модели канала связи.

Согласована на портале № 40467

11) Выберите правильный вариант. Для описания многолучевого распространения радиоволн через ионосферу (на частотах ниже 30 МГц) и каналов подвижной сотовой радиосвязи используется:

1. канал с аддитивным шумом.
2. линейный фильтрующий канал с постоянными параметрами.
3. линейный фильтрующий канал с переменными параметрами.
4. сочетание канала с аддитивным шумом и линейного фильтрующего канала с постоянными параметрами.
5. сочетание канала с аддитивным шумом и линейного фильтрующего канала с переменными параметрами.

12) Выберите правильный вариант. Полосовыми сигналами называют сигналы, у которых … :

1. спектры сосредоточены в некоторой полосе около несущей частоты.
2. ширина спектра меньше несущей частоты.
3. ширина спектра значительно больше несущей частоты.
4. ширина спектра соизмерима с несущей частотой.

13) Выберите правильное определение. Модуляция – это … :

1. процесс переноса высокочастотного колебания на низкочастотный сигнал.
2. процесс преобразования низкочастотного колебания в высокочастотное колебание.
3. перенос модулирующего сигнала на несущую частоту.
4. процесс изменения значений одного параметра высокочастотного сигнала по некоторому закону в зависимости от информационного сообщения.

### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование квадратурного амплитудного демодулятора.

Исследование квадратурного амплитудного модулятора.

### 14.1.5. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;
- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;
- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

Согласована на портале № 40467

### 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.

Согласована на портале № 40467