**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

# Методы моделирования и оптимизации 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 | 12 | 12 | часов |
| 2 | Лабораторные работы | 8 | 8 | часов |
| 3 | Контроль самостоятельной работы | 4 | 4 | часов |
| 4 | Всего контактной работы | 24 | 24 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 111 | 111 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 135 | 135 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 9 | 9 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | | 4.0 | З.Е. |

Контрольные работы: 8 семестр - 2
Экзамен: 8 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 43741

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от « 3 » 7 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 РСС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| доцент кафедра Радиоэлектроники и систем связи (РСС) | _____ | Д. В. Дубинин |
| Заведующий обеспечивающей каф. РСС | _____ | А. В. Фатеев |

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 |
| Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС) | _____ | Ю. В. Зеленецкая |

Согласована на портале № 43741

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов багажа знаний и навыков, необходимых для проектирования различных радиоэлектронных средств (РЭС) с применением компьютерных систем автоматизированного проектирования (САПР);

моделирование и измерения в интегрированных РЭС.

### 1.2. Задачи дисциплины

- изучение основных разновидностей моделей элементов РЭС;
- изучение методов симуляции электрических цепей и структур;
- изучение методов синтеза и оптимизации электрических цепей и структур;
- изучение расчетно-экспериментальных методов проектирования;
- изучение основных разновидностей САПР и интегрированных систем моделирования и измерений.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы моделирования и оптимизации радиоэлектронных систем» (Б1.В.ДВ.8.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы построения компьютерных сетей.

Последующими дисциплинами являются: Аппаратные средства контроля и управления РЭС.

## 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;
- ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники.
- **уметь** применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических устройств.
- **владеть** типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 8 семестр |
| Контактная работа (всего) | 24 | 24 |
| Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП) | 12 | 12 |
| Лабораторные работы | 8 | 8 |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | 4 | 4 |
| Самостоятельная работа (всего) | 111 | 111 |
| Подготовка к контрольным работам | 5 | 5 |

Согласована на портале № 43741

| | | |
|---|---|---|
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | 8 |
| Подготовка к лабораторным работам | 4 | 4 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 94 | 94 |
| Всего (без экзамена) | 135 | 135 |
| Подготовка и сдача экзамена | 9 | 9 |
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | |

## 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 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования. | 2 | 0 | 4 | 19 | 21 | ПК-1, ПК-6 |
| 2 Основные разновидности моделей элементов РЭС. | 2 | 4 | | 26 | 32 | ПК-1, ПК-6 |
| 3 Методы симуляции электрических цепей и структур | 4 | 4 | | 26 | 34 | ПК-1, ПК-6 |
| 4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур. | 2 | 0 | | 20 | 22 | ПК-1, ПК-6 |
| 5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений. | 2 | 0 | | 20 | 22 | ПК-1, ПК-6 |
| Итого за семестр | 12 | 8 | 4 | 111 | 135 | |
| Итого | 12 | 8 | 4 | 111 | 135 | |

### 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 Этапы и аспекты проектирования РЭС, | Проектирование на уровне структур-ных схем и основные САПР, обеспечивающие | 2 | ПК-1, ПК-6 |

Согласована на портале № 43741

| | | | |
|---|---|---|---|
| охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования. | такое проектирование. Компонент Visual System Simulator (VSS) САПР AWR Design Environment (AWRDE). Проектирование на уровне принципиальных схем и основные САПР, обеспечивающие такое проектирование. Компонент Analog Office САПР AWRDE. Проектирование РЭС с учетом волновых эффектов и САПР, обеспечивающие такое проектирование. Компонент Microvawe Office (MWO) САПР AWRDE. Интегрированные системы моделирования и измерений (Hardware in the Loop (HIL)). Программно-аппаратные комплексы с использованием системы прикладных программ AWRDE + LabVIEW и модульных измерительных платформ PXI. | | |
| | Итого | 2 | |
| 2 Основные разновидности моделей элементов РЭС. | Краткий обзор основных видов моделей элементов РЭС. Аналитические модели. Модели в виде эквивалентных схем. Табличные модели. | 2 | ПК-1, ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Методы симуляции электрических цепей и структур | Симуляция линейных цепей. Симуляция нелинейных цепей методом решения нелинейных дифференциальных уравнений во временной области (SPICE). Симуляция нелинейных цепей методом гармонического баланса. Симуляция волновых процессов в электрических цепях. Квази-Т волны. Метод сеток. Метод моментов. | 4 | ПК-1, ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур. | Параметрический и структурный синтез электрических цепей. САПР, обеспечивающие такие виды синтеза. Параметрический синтез (оптимизация): выбор варьируемых параметров, целевых функций и граничных условий. Основные оптимизационные алгоримы; их преимущества и недостатки. Однокритериальная и многокритериальная оптимизации. Структурный синтез (автоматизированный синтез схем). | 2 | ПК-1, ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и | Общая идея и преимущества расчетно-экспериментального метода проектирования (Hardware in the Loop (HIL)). Аппаратное обеспечение расчетно-экспериментального метода проектирования. Гибкие измерительные платформы на базе интерфейса PXI и пакета программ LabVIEW. | 2 | ПК-1, ПК-6 |

Согласована на портале № 43741

| | | | |
|---|---|---|---|
| измерений. | Интеграция измерительных систем (LabVIEW) с системами моделирования (AWRDE). Новые возможности оптимизации про-ектируемых РЭС в HIL-системах. | | |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 12 | |

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | |
| 1 Основы построения компьютерных сетей | + | | | | |
| Последующие дисциплины | | | | | |
| 1 Аппаратные средства контроля и управления РЭС | | | + | + | |

### 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 |
| ПК-6 | + | + | + | + | 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 Основные разновидности | Исследование влияния параметров эквивалентной схемы на результаты моделирова- | 4 | ПК-1, ПК-6 |

Согласована на портале № 43741

| | | | |
|---|---|---|---|
| моделей элементов РЭС. | ния. | | |
| | Итого | 4 | |
| 3 Методы симуляции электрических цепей и структур | Исследование нелинейных цепей методом гармонического баланса. | 4 | ПК-1, ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 8 | |

## 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

| № | Вид контроля самостоятельной работы | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 1 | Контрольная работа с автоматизированной проверкой | 2 | ПК-1, ПК-6 |
| 2 | Контрольная работа с автоматизированной проверкой | 2 | ПК-1, ПК-6 |
| 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 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 18 | ПК-1, ПК-6 | Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к контрольным работам | 1 | | |
| | Итого | 19 | | |
| 2 Основные разновидности моделей элементов РЭС. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 19 | ПК-1, ПК-6 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к лабораторным работам | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 1 | | |
| | Итого | 26 | | |
| 3 Методы симуляции электрических | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 19 | ПК-1, ПК-6 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, |

Согласована на портале № 43741

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| цепей и структур | Подготовка к лабораторным работам | 2 | | Тест, Экзамен |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Подготовка к контрольным работам | 1 | | |
| | Итого | 26 | | |
| 4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 19 | ПК-1, ПК-6 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к контрольным работам | 1 | | |
| | Итого | 20 | | |
| 5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 19 | ПК-1, ПК-6 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к контрольным работам | 1 | | |
| | Итого | 20 | | |
| | Выполнение контрольной работы | 4 | ПК-1, ПК-6 | Контрольная работа |
| Итого за семестр | | 111 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 9 | | Экзамен |
| Итого | | 120 | | |

**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. Авдоченко Б. И. Цифровые и аналоговые быстродействующие устройства [Электронный ресурс]: Курс лекций / Б. И. Авдоченко - Томск ТУСУР, 2007. 165 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 23.08.2018).

**12.2. Дополнительная литература**

1. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1) [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. А. Кологривов - Томск ТУСУР, 2012. 120 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 23.08.2018).

2. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 2) [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. А. Кологривов - Томск ТУСУР, 2012. 132 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 23.08.2018).

Согласована на портале № 43741

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Богомолов С. И. Принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторным работам для студентов специальности 090302.65 Информационная безопасность телекоммуникационных систем / С. И. Богомолов - Томск ТУСУР, 2016. 51 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 23.08.2018).

2. Богомолов С. И. Расчет элементов и устройств радиосвязи [Электронный ресурс]: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы / С. И. Богомолов - Томск ТУСУР, 2013. 28 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 23.08.2018).

#### 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, информационно-справочные и поисковые системы https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh (в свободном доступе).

## 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:

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

Согласована на портале № 43741

**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
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Matlab (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice

**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

Согласована на портале № 43741

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. Что дает использование ортогональных функций при моделировании:
1) Упрощение модели.
2) Улучшение наглядности модели.
3) Исключение взаимного влияния элементов модели.
4) Уменьшение количества элементов модели.

2. ФЧХ неминимально-фазовой цепи влияет на ПХ из-за изменений:
1) Амплитуды спектральных составляющих.
2) Фазы спектральных составляющих.
3) Спектрального состава сигнала.
4) Группового времени задержки.

3. Причина использования НФ цепей при реализации оптимальных характеристик
1) Из-за невозможности получения прямоугольной формы АЧХ в минимально-фазовой цепи.
2) Из-за невозможности получения линейной ФЧХ в минимально-фазовой цепи.
3) Из-за нелинейной ФЧХ при прямоугольной ФЧХ в минимально-фазовой цепи.
4) Из-за невозможности выполнения условия физической реализуемости.

4. Причина, по которой эквивалентные схемы RLC элементов находят ограниченное применение при разработке устройств пикосекундного диапазона.
1) Сложность эквивалентных схем.
2) Отсутствие полных эквивалентных схем.
3) Необходимость учета задержек в элементах.
4) Нелинейность фазовых характеристик.

5. Какими свойствами обладает единичная дискретная функция?
1) Нормирует модули коэффициента передачи.
2) Нормирует модули переходной характеристики.
3) Нормирует временные характеристики.
4) Дискретизирует значения переходной характеристики во времени.

6. В многоканальной модели отсутствуют неминимально-фазовые сдвиги в случае:
1) Одинаковых фазовых задержек в каналах.
2) Одинаковых модулей коэффициента передачи в каналах.
3) Оптимальных характеристик устройства.
4) Линейных фазовых характеристик в каналах.

7. Причина изменения спектральных составляющих в многоканальной модели:
1) Изменение амплитуды спектральных составляющих.
2) Изменения фазы спектральных составляющих.

Согласована на портале № 43741

3) Изменение задержек спектральных составляющих.
4) Векторное сложение спектральных составляющих.

8. В основе проектирования корректирующих цепей с помощью ряда Фурье лежит:
1) Представление характеристик в виде ряда Фурье.
2) Разложение характеристик на ортогональные составляющие.
3) Представление сигналов в виде спектральных составляющих.
4) Вычисление гармонических составляющих в виде ряда Фурье.

9. Критерий Пэйли-Винера позволяет:
1) Ограничить количество членов ряда Фурье.
2) Определить УФР по форме АЧХ.
3) Определить УФР по скорости спада АЧХ за полосой.
4) Определить УФР по коэффициентам ряда Фурье.

10. Чем отличается модель кольцевой корректирующей цепи параллельного типа от модели цепи последовательного типа?
1) Наличием дополнительного канала передачи.
2) Наличием инверторов полярности.
3) Увеличением фазовой задержки.
4) Увеличенным коэффициентом отражения.

11. Ограничения на применение корректирующих цепей с линиями передачи:
1) На предельную длину линий передачи.
2) На максимальную величину коэффициента отражения.
3) На количество каналов в модели.
4) На соответствие длины линии передачи длительности импульса.

12. Коэффициент отражения от неоднородности в линии передачи имеет отрицательный знак в случае:
1) Включения емкости.
2) Включения индуктивности.
3) Последовательного включения любого элемента.
4) Параллельного подключения любого элемента.

13. В чем состоит отличие в использовании в корректирующих цепях неоднородностей и неоднородных линий передачи?
1) Неоднородные линии передачи дополнительно задерживают сигналы.
2) Неоднородные линии передачи увеличивают фронт переходной характеристики.
3) В сосредоточенных неоднородностях отсутствует фазовая задержка.
4) Сосредоточенные неоднородности корректируют передний фронт переходной характеристики.

14. Длительность реакции на сосредоточенную неоднородность в линии передачи определяется:
1) Величиной неоднородности.
2) Длиной линии передачи до неоднородности.
3) Длиной линии передачи после неоднородности.
4) Фронтом импульса.

15. В случае последовательного включения емкости в корректирующую линию передачи коэффициент отражения:
1) Имеет отрицательный знак.
2) Имеет положительный знак.

Согласована на портале № 43741

3) Проявляет свое действие на переднем фронте переходной характеристики.
4) Увеличивает крутизну переднего фронта.

16. Максимальное расширение динамического диапазона при использовании многоканальной модели пропорционально:
1) Числу каналов.
2) Корню из числа каналов.
3) Квадрату числа каналов.
4) Двоичному логарифму числа каналов.

17. Какое свойство субнаносекундного зондирующего сигнала позволяет изучать внутреннюю структуру объектов?
1) Сверхширокий спектр сигнала.
2) Большая импульсная мощность
3) Большая скважность сигнала.
4) Малая пространственная протяженность сигнала

18. Укажите недостатки определения S-параметров элементов импульсным методом?
1) Влияние неоднородности измерительного тракта на результаты измерений.
2) Большое время измерений.
3) Увеличение погрешности измерений на верхних частотах.
4) Высокая стоимость аппаратуры.

19. Укажите причины высокой проникающей способности коротких импульсов.
1) Малое поглощение в природной среде.
2) Высокая мощность коротких импульсов.
3) Сверхширокий спектр.
4) Повышенное отношение сигнал/шум.

20. Какими свойствами обладает единичная дискретная функция?
1) Нормирует модули коэффициента передачи.
2) Нормирует модули переходной характеристики.
3) Нормирует временные характеристики.
4) Дискретизирует значения переходной характеристики во времени.

### 14.1.2. Экзаменационные тесты

1. Что дает использование ортогональных функций при моделировании:
1) Упрощение модели.
2) Улучшение наглядности модели.
3) Исключение взаимного влияния элементов модели.
4) Уменьшение количества элементов модели.
2. ФЧХ неминимально-фазовой цепи влияет на ПХ из-за изменений:
1) Амплитуды спектральных составляющих.
2) Фазы спектральных составляющих.
3) Спектрального состава сигнала.
4) Группового времени задержки.
3. Причина использования НФ цепей при реализации оптимальных характеристик
1) Из-за невозможности получения прямоугольной формы АЧХ в минимально-фазовой цепи.
2) Из-за невозможности получения линейной ФЧХ в минимально-фазовой цепи.
3) Из-за нелинейной ФЧХ при прямоугольной ФЧХ в минимально-фазовой цепи.
4) Из-за невозможности выполнения условия физической реализуемости.
4. Причина, по которой эквивалентные схемы RLC элементов находят ограниченное применение при разработке устройств пикосекундного диапазона.
1) Сложность эквивалентных схем.

Согласована на портале № 43741

2) Отсутствие полных эквивалентных схем.
3) Необходимость учета задержек в элементах.
4) Нелинейность фазовых характеристик.
5. Какими свойствами обладает единичная дискретная функция?
1) Нормирует модули коэффициента передачи.
2) Нормирует модули переходной характеристики.
3) Нормирует временные характеристики.
4) Дискретизирует значения переходной характеристики во времени.
6. В многоканальной модели отсутствуют неминимально-фазовые сдвиги в случае:
1) Одинаковых фазовых задержек в каналах.
2) Одинаковых модулей коэффициента передачи в каналах.
3) Оптимальных характеристик устройства.
4) Линейных фазовых характеристик в каналах.
7. Причина изменения спектральных составляющих в многоканальной модели:
1) Изменение амплитуды спектральных составляющих.
2) Изменения фазы спектральных составляющих.
3) Изменение задержек спектральных составляющих.
4) Векторное сложение спектральных составляющих.
8. В основе проектирования корректирующих цепей с помощью ряда Фурье лежит:
1) Представление характеристик в виде ряда Фурье.
2) Разложение характеристик на ортогональные составляющие.
3) Представление сигналов в виде спектральных составляющих.
4) Вычисление гармонических составляющих в виде ряда Фурье.
9. Критерий Пэйли-Винера позволяет:
1) Ограничить количество членов ряда Фурье.
2) Определить УФР по форме АЧХ.
3) Определить УФР по скорости спада АЧХ за полосой.
4) Определить УФР по коэффициентам ряда Фурье.
10. Чем отличается модель кольцевой корректирующей цепи параллельного типа от модели цепи последовательного типа?
1) Наличием дополнительного канала передачи.
2) Наличием инверторов полярности.
3) Увеличением фазовой задержки.
4) Увеличенным коэффициентом отражения.
11. Ограничения на применение корректирующих цепей с линиями передачи:
1) На предельную длину линий передачи.
2) На максимальную величину коэффициента отражения.
3) На количество каналов в модели.
4) На соответствие длины линии передачи длительности импульса.
12. Коэффициент отражения от неоднородности в линии передачи имеет отрицательный знак в случае:
1) Включения емкости.
2) Включения индуктивности.
3) Последовательного включения любого элемента.
4) Параллельного подключения любого элемента.
13. В чем состоит отличие в использовании в корректирующих цепях неоднородностей и неоднородных линий передачи?
1) Неоднородные линии передачи дополнительно задерживают сигналы.
2) Неоднородные линии передачи увеличивают фронт переходной характеристики.
3) В сосредоточенных неоднородностях отсутствует фазовая задержка.
4) Сосредоточенные неоднородности корректируют передний фронт переходной характеристики.
14. Длительность реакции на сосредоточенную неоднородность в линии передачи определяется:

Согласована на портале № 43741

1) Величиной неоднородности.
2) Длиной линии передачи до неоднородности.
3) Длиной линии передачи после неоднородности.
4) Фронтом импульса.

15. В случае последовательного включения емкости в корректирующую линию передачи коэффициент отражения:
1) Имеет отрицательный знак.
2) Имеет положительный знак.
3) Проявляет свое действие на переднем фронте переходной характеристики.
4) Увеличивает крутизну переднего фронта.

16. Максимальное расширение динамического диапазона при использовании многоканальной модели пропорционально:
1) Числу каналов.
2) Корню из числа каналов.
3) Квадрату числа каналов.
4) Двоичному логарифму числа каналов.

17. Какое свойство субнаносекундного зондирующего сигнала позволяет изучать внутреннюю структуру объектов?
1) Сверхширокий спектр сигнала.
2) Большая импульсная мощность
3) Большая скважность сигнала.
4) Малая пространственная протяженность сигнала

18. Укажите недостатки определения S-параметров элементов импульсным методом?
1) Влияние неоднородности измерительного тракта на результаты измерений.
2) Большое время измерений.
3) Увеличение погрешности измерений на верхних частотах.
4) Высокая стоимость аппаратуры.

19. Укажите причины высокой проникающей способности коротких импульсов.
1) Малое поглощение в природной среде.
2) Высокая мощность коротких импульсов.
3) Сверхширокий спектр.
4) Повышенное отношение сигнал/шум.

20. Какими свойствами обладает единичная дискретная функция?
1) Нормирует модули коэффициента передачи.
2) Нормирует модули переходной характеристики.
3) Нормирует временные характеристики.
4) Дискретизирует значения переходной характеристики во времени.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Методы моделирования и оптимизации радиоэлектронных систем

1. Что дает использование ортогональных функций при моделировании:
1) Упрощение модели.
2) Улучшение наглядности модели.
3) Исключение взаимного влияния элементов модели.
4) Уменьшение количества элементов модели.

2. ФЧХ неминимально-фазовой цепи влияет на ПХ из-за изменений:
1) Амплитуды спектральных составляющих.
2) Фазы спектральных составляющих.
3) Спектрального состава сигнала.
4) Группового времени задержки.

3. Причина использования НФ цепей при реализации оптимальных характеристик
1) Из-за невозможности получения прямоугольной формы АЧХ в минимально-фазовой цепи.
2) Из-за невозможности получения линейной ФЧХ в минимально-фазовой цепи.

Согласована на портале № 43741

3) Из-за нелинейной ФЧХ при прямоугольной ФЧХ в минимально-фазовой цепи.

4) Из-за невозможности выполнения условия физической реализуемости.

4. Причина, по которой эквивалентные схемы RLC элементов находят ограниченное применение при разработке устройств пикосекундного диапазона.

1) Сложность эквивалентных схем.

2) Отсутствие полных эквивалентных схем.

3) Необходимость учета задержек в элементах.

4) Нелинейность фазовых характеристик.

5. Какими свойствами обладает единичная дискретная функция?

1) Нормирует модули коэффициента передачи.

2) Нормирует модули переходной характеристики.

3) Нормирует временные характеристики.

4) Дискретизирует значения переходной характеристики во времени.

6. В многоканальной модели отсутствуют неминимально-фазовые сдвиги в случае:

1) Одинаковых фазовых задержек в каналах.

2) Одинаковых модулей коэффициента передачи в каналах.

3) Оптимальных характеристик устройства.

4) Линейных фазовых характеристик в каналах.

7. Причина изменения спектральных составляющих в многоканальной модели:

1) Изменение амплитуды спектральных составляющих.

2) Изменения фазы спектральных составляющих.

3) Изменение задержек спектральных составляющих.

4) Векторное сложение спектральных составляющих.

8. В основе проектирования корректирующих цепей с помощью ряда Фурье лежит:

1) Представление характеристик в виде ряда Фурье.

2) Разложение характеристик на ортогональные составляющие.

3) Представление сигналов в виде спектральных составляющих.

4) Вычисление гармонических составляющих в виде ряда Фурье.

9. Критерий Пэйли-Винера позволяет:

1) Ограничить количество членов ряда Фурье.

2) Определить УФР по форме АЧХ.

3) Определить УФР по скорости спада АЧХ за полосой.

4) Определить УФР по коэффициентам ряда Фурье.

10. Чем отличается модель кольцевой корректирующей цепи параллельного типа от модели цепи последовательного типа?

1) Наличием дополнительного канала передачи.

2) Наличием инверторов полярности.

3) Увеличением фазовой задержки.

4) Увеличенным коэффициентом отражения.

### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование влияния параметров эквивалентной схемы на результаты моделирования.

Исследование нелинейных цепей методом гармонического баланса.

### 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-

Согласована на портале № 43741

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.

### 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 № 43741

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 № 43741