

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор департамента образования  
Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**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

## 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 кафедры 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

## 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

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

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 Microwave 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 алгоритмы, 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

измерений.	Интеграция измерительных систем (LabVIEW) с системами моделирования (AWRDE). Новые возможности оптимизации проектируемых 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

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,

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).



## **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

### **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

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 цепи.
  - 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.

- 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.

- 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.

- 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:

- 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.

- 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-



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-

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.