

**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 анализа и расчета электронных схем**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**

Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**

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	22	22	часов
2	Контроль самостоятельной работы	2	2	часов
3	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	4	4	часов
4	Всего контактной работы	28	28	часов
5	Самостоятельная работа	215	215	часов
6	Всего (без экзамена)	243	243	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	252	252	часов
			7.0	З.Е.

Контрольные работы: 8 семестр - 1

Экзамен: 8 семестр

Курсовой проект / курсовая работа: 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) 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)

\_\_\_\_\_ Н. С. Легостаев

Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ

\_\_\_\_\_ С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО

\_\_\_\_\_ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф. ПрЭ

\_\_\_\_\_ С. Г. Михальченко

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)

\_\_\_\_\_ В. Д. Семенов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит в формировании знаний, умений и навыков теоретического исследования электронных устройств на основе методологии математического моделирования. Предметом дисциплины являются формализованные методы математического описания, расчета, анализа и оптимизации электронных цепей, содержащих активные многополюсные компоненты.

### 1.2. Задачи дисциплины

- приобретение студентами знаний общих положений математического моделирования, правил формирования операторных математических моделей электронных схем, методов анализа и расчета электронных цепей, основанных на алгебраических и топологических моделях;
- умений и навыков использования компьютерных технологий математических и инженерных вычислений для анализа, расчета и оптимизации электронных цепей.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы анализа и расчета электронных схем» (Б1.В.ОД.9) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Аналоговая электроника, Математика, Твердотельная электроника, Теоретические основы электротехники, Теория автоматического управления.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Научно-исследовательская работа, Основы преобразовательной техники, Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Преддипломная практика, Проектирование устройств управления, Учебно-исследовательская работа, Энергетическая электроника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;
- ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;
- ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основные модели компонентов электронных схем различного функционального назначения, включая устройства и системы промышленной электроники; основные законы и методы анализа электронных схем.
- **уметь** применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных схем и устройств различного функционального назначения; строить физические и математические модели приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования.
- **владеть** методами схемотехнического проектирования электронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками экспериментальных исследований приборов и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Контактная работа (всего)	28	28
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	22	22
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) (КСР (КП/КР))	4	4
Самостоятельная работа (всего)	215	215
Подготовка к контрольным работам	75	75
Выполнение курсового проекта / курсовой работы	64	64
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	76	76
Всего (без экзамена)	243	243
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость, ч	252	252
Зачетные Единицы	7.0	

#### 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	КСР, ч	КСР (КП/КР), ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр						
1 Общие положения моделирования, анализа и расчета электронных схем.	2	2	4	12	14	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
2 Математическое описание электронных схем.	6			28	34	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
3 Схемные функции и их анализ.	2			28	30	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
4 Анализ линейных электронных схем операторными методами.	8			105	113	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
5 Анализ электронных схем во временной области.	4			42	46	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
Итого за семестр	22	2	4	215	243	
Итого	22	2	4	215	243	

## 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 Общие положения моделирования, анализа и расчета электронных схем.	Задачи проектирования электронных схем. Общие вопросы математического моделирования. Классификация математических моделей. Этапы математического моделирования. Методы реализации математических моделей.	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	2	
2 Математическое описание электронных схем.	Задачи проектирования электронных схем. Топологические модели электронных схем. Математические модели компонентов электронных схем. Полные уравнения электронных схем и их преобразования.	6	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	6	
3 Схемные функции и их анализ.	Понятие и виды схемных функций электронных схем. Формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры.	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	2	
4 Анализ линейных электронных схем операторными методами.	Определение схемных функций по матрично-векторным параметрам электронных схем. Определение схемных функций электронных схем методом сигнальных графов.	8	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	8	
5 Анализ электронных схем во временной области.	Математическое описание электронных схем в базе переменных состояния. Реализация математических моделей в базе переменных состояния.	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		22	

## 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
<b>Предшествующие дисциплины</b>					
1 Аналоговая электроника	+	+	+	+	
2 Математика		+			
3 Твердотельная электроника		+			
4 Теоретические основы электротехники				+	
5 Теория автоматического управления			+		
<b>Последующие дисциплины</b>					
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты				+	+
2 Научно-исследовательская работа	+	+	+	+	+
3 Основы преобразовательной техники	+	+		+	+
4 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности	+	+	+	+	+
5 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	+			+	+
6 Преддипломная практика				+	+
7 Проектирование устройств управления	+			+	+
8 Учебно-исследовательская работа				+	+
9 Энергетическая электроника	+			+	+

#### **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	КСР	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе

ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе
------	---	---	---	---	---

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

### 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

### 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	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
Итого		2	

### 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 Общие положения моделирования, анализа и расчета электронных схем.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	12		
2 Математическое описание электронных схем.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	16		
	Итого	28		
3 Схемные функции и их анализ.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	16		
	Итого	28		

4 Анализ линейных электронных схем операторными методами.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	24	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Тест, Экзамен
	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	64		
	Подготовка к контрольным работам	17		
	Итого	105		
5 Анализ электронных схем во временной области.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	24	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	18		
	Итого	42		
	Выполнение контрольной работы	2	ОПК-3, ПК-1, ПК-5	Контрольная работа
Итого за семестр		215		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		224		

#### 10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Трудоемкость самостоятельной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость самостоятельной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр		
Выполнение курсового проекта / курсовой работы	4	ОПК-3, ПК-1, ПК-5
Итого за семестр	4	

#### 10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

- 1. Расчет и анализ усилителя низкой частоты на биполярных транзисторах.
- 2. Анализ избирательного усилителя на полевых транзисторах.
- 3. Анализ усилителя по схеме с общим эмиттером с цепью высокочастотной коррекции.
- 4. Анализ усилителя по схеме с общим эмиттером с цепью низкочастотной коррекции.
- 5. Анализ активного фильтра высших частот.
- 6. Анализ усилителя с параллельной отрицательной обратной связью по напряжению.
- 7. Анализ активного полосового фильтра на операционных усилителях.
- 8. Анализ избирательного RC-усилителя на основе двойного T-образного моста в цепи



обратной связи.

- 9. Анализ активного фильтра-пробки с двойным T-образным мостом.
- 10. Анализ высокочастотного полосно-заграждающего фильтра четвертого порядка.

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

Рейтинговая система не используется.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. - Томск Эль Контент, 2013. - 158 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.08.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Компьютерное моделирование и проектирование [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Саликаев Ю. Р. - 2012. 94 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.08.2018).

2. Лекции по аналоговым электронным устройствам [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Л. И. Шарыгина - 2017. 149 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.08.2018).

### **12.3. Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем: электронный курс / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. - Томск: ТУСУР, ФДО, 2013. Доступ из личного кабинета студента.

2. Легостаев Н.С. Методы анализа и расчета электронных схем [Электронный ресурс]: учебное методическое пособие по курсовому проектированию / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. - Томск Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2013. - 73 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.08.2018).

3. Легостаев Н. С. Методы анализа и расчета электронных схем [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения технических направлений, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / Н. С. Легостаев, С. Г. Михальченко. – Томск ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.08.2018).

#### **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. Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования [Электронный ресурс] - Режим доступа: [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), дата обращения: 07.08.2018.

2. Информационные, справочные и нормативные базы данных [Электронный ресурс] - Ре-

### **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
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice

##### **13.1.2. 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/переда-

чи 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 зрения 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**

Тесты "Выбрать правильные ответы"

1. Создание описания еще не существующего технического объекта на основе требований к выходным параметрам при заданных внешних параметрах - это

а) синтез; б) структурный синтез; в) параметрический синтез; г) анализ.

2. Определение значений внутренних параметров электронной схемы на основе требований к выходным параметрам при заданных внешних параметрах - это

а) синтез; б) структурный синтез; в) параметрический синтез; г) расчет.

3. При каком количестве ребер графа число независимых сечений и контуров будут совпадать, если число вершин 4, а число компонентов  $n=1$ .

а) 4; б) 5; в) 6; г) 8.

4. При каком количестве вершин графа число независимых сечений и контуров будут совпадать, если число ребер 8, а число компонентов  $n=1$ .

а) 4; б) 5; в) 6; г) 8.

5. Определить число независимых элементов неопределенной матрицы сопротивлений многополюсного компонента, имеющей четвертый порядок.

а) 7; б) 8; в) 9; г) 10.

6. Способность математической модели отражать заданные свойства моделируемого объекта с требуемой точностью – это

а) адекватность; б) универсальность; в) экономичность; г) робастность.

7. Определите схемную функцию  $Y_{пер}$  в [См], если проводимость нагрузки 0,01 См, а коэффициент передачи напряжения 1000.

а) 10; б) 100; в) 1000; г) 10000.

8. Определите схемную функцию  $Z_{пер}$  в [кОм], если входное сопротивление 10000 Ом, а коэффициент передачи напряжения 10.

а) 10; б) 100; в) 1000; г) 10000.

9. Поиск структуры электронной схемы, обеспечивающей наилучшие в заданном смысле значения выходных параметров при заданных внешних параметрах – это

а) структурный синтез; б) параметрический синтез; в) структурная оптимизация; г) синтез.

10. Система независимых сечений - это

а) совокупность сечений графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по второму закону Кирхгофа;

б) совокупность сечений графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по первому закону Кирхгофа;

в) совокупность сечений графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по первому и второму законам Кирхгофа;

г) совокупность сечений графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по закону Ома.

11. Главное сечение - это

- а) сечение, которому инцидентно только одно ребро дерева графа;
- б) сечение, которому инцидентна только одна хорда;
- в) сечение, которому инцидентны одно ребро дерева графа и одна хорда;
- г) сечение, которому инцидентны только у-ребра.

12. Система независимых циклов - это

- а) совокупность простых циклов графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по второму закону Кирхгофа;
- б) совокупность простых циклов графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по первому закону Кирхгофа;
- в) совокупность простых циклов графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по первому и второму законам Кирхгофа;
- г) совокупность простых циклов графа, обеспечивающая независимость системы уравнений по закону Ома.

13. Главный контур - это

- а) простой цикл, которому инцидентно только одно ребро дерева графа;
- б) простой цикл, которому инцидентна только одна хорда;
- в) простой цикл, которому инцидентны одно ребро дерева графа и одна хорда;
- г) простой цикл, которому инцидентны только у-ребра.

14. Элемент матрицы независимых контуров равен +1, если

- а) ребро инцидентно циклу и направлено с ним противоположно;
- б) ребро инцидентно циклу и направлено с ним согласно;
- в) ребро инцидентно сечению и направлено с ним согласно;
- г) ребро инцидентно сечению и направлено с ним противоположно.

15. Особый цикл - это

- а) цикл, образованный только ребрами задающих источников напряжения;
- б) цикл, образованный только ребрами емкостей;
- в) цикл, образованный только ребрами задающих источников напряжения и ребрами емкостей;
- г) цикл, образованный только ребрами задающих источников тока и ребрами индуктивных.

16. Особое сечение - это

- а) сечение, образованное только ребрами задающих источников тока;
- б) сечение, образованное только ребрами индуктивных;
- в) сечение, образованное только ребрами задающих источников тока и ребрами индуктивных;
- г) сечение, образованное только ребрами задающих источников напряжения и ребрами емкостей.

17. В неопределенной матрице проводимостей N-полюсного компонента

- а) сумма всех элементов в каждой строке тождественно равна нулю;
- б) сумма всех элементов в каждом столбце тождественно равна нулю;
- в) сумма всех элементов в каждой строке и каждом столбце тождественно равна нулю;
- г) сумма всех диагональных элементов тождественно равна нулю.

18. В особенной (неопределенной) матрице сопротивлений N-полюсного компонента

- а) сумма всех элементов в каждой строке тождественно равна нулю;
- б) сумма всех элементов в каждом столбце тождественно равна нулю;
- в) сумма всех элементов в каждой строке и каждом столбце тождественно равна нулю;
- г) сумма всех диагональных элементов тождественно равна нулю.

19. Взаимно определенное ребро - это

- а) ребро, компонентное уравнение которого выражает ток;
- б) ребро, компонентное уравнение которого выражает напряжение;

- в) ребро, компонентное уравнение которого записывается как для тока, так и для напряжения;
- г) ребро, содержащее зависимый источник напряжения управляемый напряжением.
20. Гибридный сигнальный граф - это
- а) граф, переменными системы уравнений для которого являются как токи, так и напряжения;
- б) граф, искомыми переменными системы уравнений для которого являются узловые потенциалы, а задающими переменными являются токи;
- в) граф, искомыми переменными системы уравнений для которого являются контурные токи, а задающими переменными являются ЭДС;
- г) граф, искомыми переменными системы уравнений для которого являются узловые потенциалы, а задающими переменными являются ЭДС.

#### 14.1.2. Экзаменационные тесты

- 1). Определение выходных параметров при известных постоянной структуре и значениях внутренних и внешних параметров – это
  - а) синтез; б) структурный синтез; в) параметрический синтез; г) расчет.
- 2). Поиск структуры электронной схемы, обеспечивающей наилучшие в заданном смысле значения выходных параметров при заданных внешних параметрах – это
  - а) структурный синтез; б) параметрический синтез; в) структурная оптимизация; г) параметрическая оптимизация.
- 3). Способность математической модели отражать заданные свойства моделируемого объекта с требуемой точностью – это
  - а) адекватность; б) универсальность; в) продуктивность; г) робастность.
- 4). При каком количестве ребер графа число независимых сечений и контуров будут совпадать, если число вершин  $v = 5$ , а число компонентов  $n = 2$ .
  - а) 2; б) 5; в) 6; г) 7.
- 5). При каком количестве вершин графа число независимых сечений и контуров будут совпадать, если число ребер  $l = 12$ , а число компонентов  $n = 2$ .
  - а) 6; б) 8; в) 10; г) 12.
- 6). Определите масштабный коэффициент схемной функции  $F(p) = (2p+3)/(p^2+10p+10)$ .
  - а) 2; б) 3; в) 4; г) 6.
- 7). Определите резонансную частоту в [Гц] для схемной функции  $ku(p) = 10p/(p^2+10^3p+10^6)$ .
  - а) 70; б) 160; в) 350; г) 420.
- 8). Определите коэффициент демпфирования для схемной функции  $ku(p) = 10p/(p^2+10^3p+25 \times 10^4)$ .
  - а) 1; б) 2; в) 4; г) 5.
- 9). Выражение переходной характеристики имеет вид  $h(t) = 1 - \exp(-2t) - \exp(-3t)$ . Определить значение импульсной переходной характеристики при  $t = 0$ .
  - а) 1; б) 3; в) 4; г) 5.
- 10). . Реакция электронной схемы на единичное импульсное воздействие – это
  - а) импульсная переходная характеристика; б) переходная характеристика; в) амплитудно-частотная характеристика; г) фазо-частотная характеристика.
- 11). Укажите тип тестового воздействия, используемого при определении импульсной переходной характеристики
  - а) единичное импульсное воздействие; б) гармоническое воздействие; в) единичное ступенчатое воздействие; г) периодическая последовательность прямоугольных импульсов.
- 12). Определить алгебраическое дополнение дельта 33 укороченной матрицы проводимостей  $Y$ :  $y_{11}=1; y_{12}=2; y_{13}=3; y_{21}=2; y_{22}=3; y_{23}=1; y_{31}=3; y_{32}=1; y_{33}=1$ .
  - а) (-1); б) (+1); в) (-2); г) (+2).
- 13). Определить алгебраическое дополнение дельта 11,22 укороченной матрицы проводимостей  $Y$ :  $y_{11}=1; y_{12}=2; y_{13}=3; y_{21}=1; y_{22}=3; y_{23}=2; y_{31}=4; y_{32}=1; y_{33}=3$ .
  - а) (-2); б) (+2); в) (+3); г) (+4).
- 14). Определить схемную функцию  $Y_{пер}$  в [См], если  $Y_n = 10^{-2}$  (См), а  $ku = 1000$ .

а) 10; б) 20; в) 30; г) 50.

15). Определить схемную функцию  $Z_{пер}$  в [кОм], если  $Z_{вх} = 10^4$  (Ом), а  $k_u = 10$ .

а) 10; б) 50; в) 100; г) 200.

16). Переменные математической модели в базисе переменных состояния, характеризующие реакцию схемы на внешние воздействия, относятся к

а) входным переменным; б) выходным переменным; в) переменным состояния.

17). Линейно независимые переменные математической модели в базисе переменных состояния, однозначно определяющие состояние электронной схемы в каждый момент времени относятся к

а) входным переменным; б) выходным переменным; в) переменным состояния.

18). При каком значении параметра  $q$  матрица  $A$  ( $a_{11} = -1$ ;  $a_{12} = 1$ ;  $a_{21} = q$ ;  $a_{22} = -3$ ) имеет сложный спектр.

а) (-0,5); б) (+0,5); в) (-1); г) (+1).

19). Укажите аналитическое решение линейного обыкновенного дифференциального уравнения  $dx(t)/dt = -3x(t) + 3df(t)/dt$ , если  $x(0) = 0$ ,  $f(t) = q(t)$ .

а)  $x(t) = -3 \exp(-3t)$ ; б)  $x(t) = -1 + \exp(-3t)$ ; в)  $x(t) = 3 \exp(-3t)$ ; г)  $x(t) = -3 + 3 \exp(-3t)$ .

20). Используя явный метод Эйлера для интегрирования дифференциального уравнения  $dx(t)/dt = -4x(t) + 2$ , определить значение  $x_2$ , если  $x_0 = 0$ , а шаг дискретизации  $h = 0,1$ .

а) 1,3; б) 2,1; в) 3,2; г) 5,6.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Методы анализа и расчета электронных схем.

1). Укажите полную классификацию параметров электронных схем.

а) входные параметры, передаточные параметры, выходные параметры;

б) внутренние параметры, внешние параметры, выходные параметры;

в) собственные параметры, формальные параметры, теоретические параметры;

г) конструктивно-технологические параметры, электрофизические параметры, электромагнитные параметры.

2). Укажите задачу проектирования, связанную с определением выходных параметров при заданных внутренних и внешних параметрах технического объекта.

а) анализ; б) расчет; в) параметрический синтез; г) параметрическая оптимизация.

3). Укажите виды математических моделей по характеру уравнений.

а) полные модели и макромодели; б) теоретические модели и формальные модели; в) линейные и нелинейные модели; г) топологические и функциональные модели.

4). Полусный граф электронной цепи является

а) ориентированным взвешенным графом; б) неориентированным взвешенным графом; в) смешанным взвешенным графом; г) ориентированным не взвешенным графом.

5). Какие сечения полюсного графа являются независимыми?

а) все центральные сечения; б) только главные сечения; в) сечения, обеспечивающие независимость уравнений по закону Кирхгофа для токов; г) сечения, инцидентные хордам графа.

6). Какая матрица относится к топологическим матрицам?

а) матрица эквивалентных проводимостей схемы; б) матрица главных сечений для хорд; в) матрица сопротивлений ветвей; г) неопределенная матрица проводимостей многополюсного компонента.

7). К какому виду должны относиться зависимые источники при использовании контурного координатного базиса.

а) ИНУН; б) ИНУТ; в) ИТУН; г) ИТУТ.

8). Укажите вид эквивалентных схем активных многополюсных компонентов, используемый при определении схемных функций в рабочем диапазоне частот.

а) нелинейные низкочастотные; б) нелинейные универсальные; в) линейные низкочастотные; г) линейные высокочастотные.

9). Укажите выражение для обобщенной компонентной матрицы в узловом координатном базисе.

а)  $V = Z_B$ ; б)  $V = Y_B$ ; в)  $V = M$ ; г)  $V = N$ .

10). Укажите отличие обобщенных сигнальных графов от сигнальных графов Мэсона.

а) все вершины являются взвешенными; б) содержат взвешенные смешанные вершины; в) содержат взвешенные вершины-истоки; г) содержат двунаправленные дуги.

11). При каком количестве ребер графа число независимых сечений и контуров будут совпадать, если число вершин  $v = 7$ , а число компонентов  $n = 3$ .

а) 4; б) 6; в) 8; г) 10.

12). При каком количестве вершин графа число независимых сечений и контуров будут совпадать, если число ребер  $l = 10$ , а число компонентов  $n = 2$ .

а) 5; б) 7; в) 9; г) 11.

13). Определите характер реакции на единичное ступенчатое воздействие, если схемная функция  $F(p) = 1/(p^2 - 2p + 2)$

а) монотонный (без перерегулирования);

б) апериодический с перерегулированием;

в) колебательный;

г) расходящийся процесс.

14). Определить алгебраическое дополнение дельта 12 укороченной матрицы проводимостей  $Y$ :  $y_{11}=1$ ;  $y_{12}=2$ ;  $y_{13}=3$ ;  $y_{21}=2$ ;  $y_{22}=3$ ;  $y_{23}=1$ ;  $y_{31}=3$ ;  $y_{32}=1$ ;  $y_{33}=1$ .

а) (-1); б) (+1); в) (-2); г) (+2).

15). Определите схемную функцию  $k_{\Sigma}$ , если  $Z_{\Sigma} = 10^4$  (Ом),  $Z_H = 10^2$  (Ом), а  $k_i = 10^3$ .

а) 10; б) 50; в) 100; г) 150.

16). Определите выходное сопротивление по укороченной матрице проводимостей  $Y$ :  $y_{11} = 0$ ;  $y_{12} = 0$ ;  $y_{21} = S$ ;  $y_{22} = G_{\Sigma}$ .

а)  $Z_{\Sigma} = 1/(G_{\Sigma} + Y_H)$ ; б)  $Z_{\Sigma} = 1/G_{\Sigma}$ ; в)  $Z_{\Sigma} = -1/(G_{\Sigma} + Y_H)$ ; г)  $Z_{\Sigma} = -1/G_{\Sigma}$ .

17). Указать выражение переходной характеристики, соответствующее схемной функции  $F(p) = 2p/(p^2 + 9)$ .

а)  $h(t) = 3\sin(3t)/2$ ; б)  $h(t) = 2\sin(9t)/3$ ; в)  $h(t) = 2\sin(3t)/9$ ; г)  $h(t) = 2\sin(3t)/3$ .

18). Используя явный метод Эйлера для интегрирования дифференциального уравнения  $dx(t)/dt = -2x(t) + 1$ , определить значение  $x_2$ , если  $x_0 = 0$ , а шаг дискретизации  $h = 0,1$ .

а) 1,2; б) 1,8; в) 3,2; г) 5,6.

19). Чем определяется размерность матрицы состояния математической модели электронной схемы в базисе переменных состояния?

а) числом переменных состояния;

б) числом входных переменных;

в) числом выходных переменных;

г) числом всех реактивных компонентов схемы замещения.

20). Определить максимально допустимое значение шага интегрирования дифференциального уравнения  $dx(t)/dt = -x(t) + 1$  явным методом Эйлера, при котором численная схема остается устойчивой.

а) 2; б) 3; в) 4; г) 5.

#### 14.1.4. Темы курсовых проектов / курсовых работ

1. Расчет и анализ усилителя низкой частоты на биполярных транзисторах.
2. Анализ избирательного усилителя на полевых транзисторах.
3. Анализ усилителя по схеме с общим эмиттером с цепью высокочастотной коррекции.
4. Анализ усилителя по схеме с общим эмиттером с цепью низкочастотной коррекции.
5. Анализ активного фильтра высших частот.
6. Анализ усилителя с параллельной отрицательной обратной связью по напряжению.
7. Анализ активного полосового фильтра на операционных усилителях.
8. Анализ избирательного RC-усилителя на основе двойного T-образного моста в цепи обратной связи.
9. Анализ активного фильтра-пробки с двойным T-образным мостом.
10. Анализ высокодобротного полосно-заграждающего фильтра четвертого порядка.

#### 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 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.