

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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 ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ЦЕПЕЙ**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**  
 Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**  
 Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**  
 Форма обучения: **заочная**  
 Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**  
 Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**  
 Курс: **3, 4**  
 Семестр: **5, 6, 7, 8**  
 Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	2	4	2	6	14	часов
Практические занятия	4	4	2	4	14	часов
Лабораторные занятия			4		4	часов
Самостоятельная работа	66	58	94	87	305	часов
Контрольные работы		2	2	2	6	часов
Подготовка и сдача экзамена/зачета		4	4	9	17	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	72	108	108	360	часов
					10	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет с оценкой	6	
Контрольные работы	6	1
Зачет	7	
Контрольные работы	7	1
Экзамен	8	
Контрольные работы	8	1

Томск

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Формирование компетенций, обеспечивающих проведение теоретических исследований электронных устройств промышленной электроники на основе методологии математического моделирования электронных цепей.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение формализованных методов формирования и реализации математических моделей электронных цепей.

2. Приобретение навыков применения приемов математического моделирования для расчета и анализа электронных устройств промышленной электроники с использованием средств автоматизации.

3. Овладение стандартными программными средствами компьютерного моделирования и методиками исследования электронной аппаратуры.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Базовые основы электроники.

Индекс дисциплины: Б1.В.02.02.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных	Знает принципы проведения исследований линейных и нелинейных электронных цепей и основные приемы обработки и представления экспериментальных данных в виде таблиц, типовых характеристик, номограмм, аппроксимирующих формульных соотношений.
	ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований	Умеет выбирать методики исследования электронных устройств различного функционального назначения.
	ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных	Владеет навыками исследований линейных и нелинейных электронных цепей различного функционального назначения и представления экспериментальных данных в типовых форматах.

ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.1. Знает принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации, а также методы и средства обеспечения информационной безопасности	Знает принципы поиска информации о характеристиках и параметрах электронных компонентов; принципы хранения, обработки, анализа и представления данных, полученных в результате исследования электронных цепей, а также приемы и средства информационной безопасности.
	ОПК-3.2. Умеет работать с источниками информации и базами данных, а также решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации	Умеет работать с источниками информации и базами данных в сфере исследования характеристик и параметров электронных устройств, использовать системы управления базами данных и средства автоматизации проектирования и моделирования электронной аппаратуры.
	ОПК-3.3. Владеет практическими навыками поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате необходимой информации и обеспечения информационной безопасности при решении задач в области профессиональной деятельности	Владеет навыками поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате результатов исследования электронных цепей различного функционального назначения, а также навыками применения антивирусного программного обеспечения.

### **Профессиональные компетенции**

ПКР-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПКР-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов.	Знает современную элементную базу электронной аппаратуры, характеристики и параметры электронных компонентов. Знает методики параметрического синтеза и оптимизации электронных цепей при построении электронных устройств.
	ПКР-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов.	Умеет выполнять расчет и анализ электрических и эксплуатационных характеристик и параметров электронных приборов.
	ПКР-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.	Владеет навыками подготовки проектной документации в соответствии с требованиями ЕСКД и с использованием средств автоматизации проектирования.

ПКС-11. Способен 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	ПКС-11.1. Знает простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Знает эквивалентные схемы и математические модели электронных компонентов, функциональные. Знает математические модели типовых функциональных узлов электронной аппаратуры. Знает программные средства имитационного моделирования электронных устройств и систем.
	ПКС-11.2. Умеет 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	Умеет формировать математические и имитационные модели электронных цепей и выполнять их реализацию с использованием стандартных программных средств компьютерного моделирования.
	ПКС-11.3. Владеет навыками построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования	Владеет навыками формирования математических моделей электронных устройств и применения программных средств компьютерного, в том числе имитационного, моделирования электронной аппаратуры различного функционального назначения.

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 академических часов. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры			
		5 семестр	6 семестр	7 семестр	8 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	38	6	10	10	12
Лекционные занятия	14	2	4	2	6

Практические занятия	14	4	4	2	4
Лабораторные занятия	4			4	
Контрольные работы	6		2	2	2
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	305	66	58	94	87
Подготовка к тестированию	116	66	10	10	30
Подготовка к зачету с оценкой	20		20		
Подготовка к контрольной работе	115		28	30	57
Подготовка к зачету	14			14	
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	40			40	
<b>Подготовка и сдача зачета</b>	8		4	4	
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	9				9
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	360	72	72	108	108
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	10	2	2	3	3

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без зачета)	Формируемые компетенции
<b>5 семестр</b>						
1 Общие положения исследования, моделирования, анализа и расчета электронных цепей.	2	4	-	66	72	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-11
Итого за семестр	2	4	0	66	72	
<b>6 семестр</b>						
2 Математическое описание электронных цепей	4	4	-	58	68	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
Итого за семестр	4	4	0	58	66	
<b>7 семестр</b>						
3 Исследование электронных цепей на основе схемных функций.	2	2	4	94	104	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
Итого за семестр	2	2	4	94	102	
<b>8 семестр</b>						
4 Операторные методы исследования электронных цепей	4	2	-	45	53	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
5 Исследование электронных цепей во временной области.	2	2	-	42	46	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
Итого за семестр	6	4	0	87	97	
Итого	14	14	4	305	337	

## 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
<b>5 семестр</b>			
1 Общие положения исследования, моделирования, анализа и расчета электронных цепей.	Сущность теоретического исследования электронных цепей, его роль в процессе проектирования электронных устройств. Принципы математического моделирования. Задачи проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности, решаемые на основе математического моделирования. Типовые виды анализа и расчета электронных цепей. Классификация математических моделей и электронных цепей по математическому описанию.	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-11
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
<b>6 семестр</b>			
2 Математическое описание электронных цепей	Топологические модели электронных цепей. Математические модели электронных компонентов. Функциональные (полные) модели электронных цепей и их формирование.	4	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
<b>7 семестр</b>			
3 Исследование электронных цепей на основе схемных функций.	Понятие, виды и формы представления схемных функций. Частотные и временные характеристики и их параметры. Использование схемных функций для теоретического исследования аналоговых электронных устройств.	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
<b>8 семестр</b>			
4 Операторные методы исследования электронных цепей	Методы формирования операторных моделей в матричной форме. Определение схемных функций по матричным операторным моделям.	4	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
	Итого	4	

5 Исследование электронных цепей во временной области.	Формирование и реализация математических моделей электронных цепей методом переменных состояния.	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
Итого		14	

### 5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>			
1	Контрольная работа	2	ПКС-11
Итого за семестр		2	
<b>7 семестр</b>			
2	Контрольная работа	2	ОПК-3, ПКС-11
Итого за семестр		2	
<b>8 семестр</b>			
3	Контрольная работа	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
Итого за семестр		2	
Итого		6	

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>			
3 Исследование электронных цепей на основе схемных функций.	Расчет частотных характеристик аналоговой электронной схемы.	4	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

### 5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>5 семестр</b>			
1 Общие положения исследования, моделирования, анализа и расчета электронных цепей.	Схемы замещения электронных цепей.	4	ПКС-11
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
<b>6 семестр</b>			

2 Математическое описание электронных цепей	Формирование топологических моделей электронных цепей.	2	ОПК-3, ПКС-11
	Формирование функциональных моделей электронных цепей.	2	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
<b>7 семестр</b>			
3 Исследование электронных цепей на основе схемных функций.	Формы представления схемных функций. Определение параметров схемных функций, частотных и временных характеристик электронных цепей.	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
<b>8 семестр</b>			
4 Операторные методы исследования электронных цепей	Определение схемных функций по операторными матричными методами.	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
	Итого	2	
5 Исследование электронных цепей во временной области.	Формирование и реализация моделей электронных цепей методом переменных состояния.	2	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		14	

### 5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>5 семестр</b>				
1 Общие положения исследования, моделирования, анализа и расчета электронных цепей.	Подготовка к тестированию	66	ПКС-11	Тестирование
	Итого	66		
Итого за семестр		66		
<b>6 семестр</b>				



2 Математическое описание электронных цепей	Подготовка к зачету с оценкой	20	ПКС-11	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	28	ПКС-11	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	10	ПКС-11	Тестирование
	Итого	58		
Итого за семестр		58		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет с оценкой
<b>7 семестр</b>				
3 Исследование электронных цепей на основе схемных функций.	Подготовка к зачету	14	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	30	ОПК-3, ПКС-11	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	10	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	40	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11	Лабораторная работа
	Итого	94		
Итого за семестр		94		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
<b>8 семестр</b>				
4 Операторные методы исследования электронных цепей	Подготовка к контрольной работе	35	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	10	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11	Тестирование
	Итого	45		
5 Исследование электронных цепей во временной области.	Подготовка к контрольной работе	22	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	20	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11	Тестирование
	Итого	42		
Итого за семестр		87		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		322		

### 5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	

ОПК-2	+	+	+	+	Зачёт, Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ОПК-3	+	+	+	+	Зачёт, Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-3	+	+	+	+	Зачёт, Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПКС-11	+	+	+	+	Зачёт, Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Теоретические основы электротехники. Часть 2. Переходные и статические режимы в линейных и нелинейных цепях. Электромагнитное поле: Учебное пособие / Е. Б. Шандарова, А. В. Шутенков, В. М. Дмитриев, Т. В. Ганджа - 2015. 237 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5377>.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Трухин, М. П. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : учебное пособие / М. П. Трухин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 386 с. — ISBN 978-5-9912-0449-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111111>.

2. Лаппи, Ф. Э. Специальные разделы курса теоретических основ электротехники. Применение матриц и теории графов для формирования уравнений по методу узловых потенциалов: учебное пособие / Ф. Э. Лаппи, Ю. Б. Ефимова. — Новосибирск: НГТУ, 2016. — 48 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/118125>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методы анализа и расчета электронных схем : учебно-методическое пособие для вузов /Н. С. Легостаев, К. В. Четвергов, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2005. - 120 с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 68 экз.).

#### 7.3.2. 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.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 301б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DVIT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- ASIMEC;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- Microsoft Visio 2010;
- Mozilla Firefox;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP Pro;

### **8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 301б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DVIT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- ASIMEC;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- Microsoft Visio 2010;
- Mozilla Firefox;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP Pro;

#### 8.4. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

#### 8.5. 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 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.

### 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

#### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Общие положения исследования, моделирования, анализа и расчета электронных цепей.	ОПК-2, ОПК-3, ПКС-11	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

2 Математическое описание электронных цепей	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Исследование электронных цепей на основе схемных функций.	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Операторные методы исследования электронных цепей	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Исследование электронных цепей во временной области.	ОПК-2, ОПК-3, ПКР-3, ПКС-11	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.  
Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне <b>ориентирования</b> , представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на <b>системном</b> уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какое сечение является главным:
  - а) сечение, которому инцидентно только одно дерево 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.
2. Укажите особенность неопределенной матрицы проводимостей.
  - 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 в каждом столбце тождественно равна нулю;
  - г) сумма всех диагональных элементов тождественно равна нулю.
3. В чем состоит принципиальное отличие нелинейных цепей от линейных:
  - а) к нелинейным цепям принцип наложения применяется, а к линейным не применяется;
  - б) к нелинейным цепям принцип инвариантности применяется, а к линейным не применяется;
  - в) к нелинейным цепям принцип наложения не применяется, а к линейным применяется;

- г) к нелинейным цепям принцип суперпозиции применяется, а к линейным не применяется.
4. Что отражают первичные внутренние параметры электронной цепи:
    - а) конструктивно-технологические и электрофизические свойства компонентов электронной цепи;
    - б) соотношения между токами и напряжениями на полюсах компонентов электронной цепи;
    - в) условия, в которых функционирует электронная цепь;
    - г) количественные значения энергетических показателей электронной цепи.
  5. Что представляет собой матрица инцидентностей:
    - а) матрицу, строки которой соответствуют сечениям, а столбцы ребрам графа;
    - б) матрицу, строки которой соответствуют контурам, а столбцы ребрам графа;
    - в) матрицу, строки которой соответствуют вершинам, а столбцы ребрам графа;
    - г) матрицу главных сечений для хорд полюсного графа.
  6. Какая замена переменных обеспечивает переход от операторной формы представления схемной функции к ее амплитудно-фазовой частотной характеристике:
    - а)  $p=w$ ;
    - б)  $p=jw$ ;
    - в)  $p=-jw$ ;
    - г)  $p=-w$ .
  7. Какой метод формирования матрично-векторных параметров узловых уравнений основан на использовании неопределенных матриц многополюсных компонентов:
    - а) метод эквивалентных схем в матричной форме;
    - б) обобщенный матричный метод;
    - в) метод сигнальных графов;
    - г) метод компонентных цепей.
  8. Какую размерность имеет матрица управляющих параметров источников тока, управляемых током, при формировании системы координатных уравнений для координат в СГКБ:
    - а) размерность z-ветвей \* y-ветвей;
    - б) размерность y-ветвей \* z-ветвей;
    - в) размерность y-ветвей \* y-ветвей;
    - г) размерность z-ветвей \* z-ветвей.
  9. Какое требование, предъявляемое к математическим моделям, является требованием адекватности:
    - а) возможность определить в реальных условиях численные значения всех исходных данных, необходимых для реализации модели;
    - б) возможность достаточно просто реализовать модель современными средствами исследования;
    - в) способность модели отражать заданные свойства моделируемого объекта с требуемой точностью;
    - г) возможность обеспечить устойчивость математической модели относительно погрешностей в исходных данных.
  10. Какой контур является главным:
    - а) контур, которому инцидентно только одно ребро дерева графа;
    - б) контур, которому инцидентна только одна хорда;
    - в) контур, которому инцидентны одно ребро дерева графа и одна хорда;
    - г) контур, которому инцидентны только y-ребра.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Формирование операторных моделей электронных цепей методом эквивалентных схем в матричной форме.
2. Формирование операторных моделей электронных цепей обобщенным матричным методом.
3. Определение схемных функций электронных цепей по матричным параметрам операторных моделей в однородных координатных базисах.
4. Порядок и правила формирования математических моделей электронных цепей методом

переменных состояния.

5. Порядок и правила расчета частотных характеристик электронных цепей по математическим моделям в базисе переменных состояния.

### **9.1.3. Перечень вопросов для зачета**

1. Понятие и виды схемных функций аналоговых электронных цепей.
2. Алгебраические формы представления схемных функций.
3. Виды, правила расчета и применение частотных характеристик электронных цепей.
4. Виды, правила расчета и применение временных характеристик электронных цепей.
5. Связь между схемными функциями, частотными и временными характеристиками.

### **9.1.4. Перечень вопросов для зачета с оценкой**

1. Классификация математических моделей электронных цепей.
2. Порядок и правила построения схем замещения электронных цепей по переменному току.
3. Формирование топологических матриц электронных цепей. Топологические уравнения электронных цепей в матричной форме.
4. Формирование компонентных матриц электронных цепей. Компонентные уравнения электронных цепей в матричной форме.
5. Полные уравнения электронных цепей в матричной форме в однородных координатных базисах.

### **9.1.5. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ**

1. Определить коэффициент передачи по напряжению заданной электронной цепи методом эквивалентных схем в узловом координатном базисе.
2. Определить коэффициент передачи по току заданной электронной цепи обобщенным матричным методом в узловом координатном базисе.
3. Определить передаточное сопротивление заданной электронной цепи методом эквивалентных схем в контурном координатном базисе.
4. Определить передаточную проводимость заданной электронной цепи обобщенным матричным методом в контурном координатном базисе.
5. Определить коэффициент передачи по напряжению заданной электронной цепи методом эквивалентных схем сокращенном гибридном координатном базисе.

### **9.1.6. Темы лабораторных работ**

1. Расчет частотных характеристик аналоговой электронной схемы.

## **9.2. 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 осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их



значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### **9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

### **9.4. 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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ  
протокол № 3 от «27» 9 2018 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94- b533-6139893cfd5a
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4а6а- 845d-9ce7670b004c
Декан ЗиВФ	И.В. Осипов	Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd- 8e71-e9e09d25d010

### ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579- bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0- b2ab-bc9421935400

### РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ПрЭ	К.В. Четвергов	Разработано, bd09a826-9de8-46df- ac82-d84ced8fdef0
---------------------------------	----------------	--