

**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: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Схемотехника ключевых устройств**

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: **7**

Учебный план набора 2014 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	14	14	часов
2	Лабораторные работы	8	8	часов
3	Контроль самостоятельной работы	2	2	часов
4	Всего контактной работы	24	24	часов
5	Самостоятельная работа	147	147	часов
6	Всего (без экзамена)	171	171	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
			5.0	З.Е.

Контрольные работы: 7 семестр - 1

Экзамен: 7 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 каф. ПрЭ \_\_\_\_\_ С. Г. Михальченко

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 каф. ПрЭ

\_\_\_\_\_ Н. С. Легостаев

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

ознакомление с основными направлениями современной схемотехники ключевых устройств; приобретение навыков схемотехнического моделирования и проектирования микросхем различной степени интеграции; знаний по расчету, моделированию и разработке импульсно-модуляционных преобразователей и систем управления коммутационными элементами.

### 1.2. Задачи дисциплины

- формирование знаний о предмете, принципах, современных и перспективных направлениях, математическом аппарате схемотехники ключевых устройств;
- приобретение знаний о назначении, характеристиках и параметрах цифровых и аналоговых интегральных микросхем различной степени интеграции;
- формирование навыков синтеза, расчета, анализа и моделирования систем управления коммутационными элементами и импульсно-модуляционными преобразователями с использованием средств автоматизированного проектирования и экспериментальных исследований.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Схемотехника ключевых устройств» (Б1.В.ДВ.7.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Аналоговая электроника, Микропроцессорные устройства и системы, Микросхемотехника, Микроэлектроника, Схемотехника, Теория автоматического управления.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Методы анализа и расчета электронных схем, Основы преобразовательной техники, Энергетическая электроника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;
- 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;
- ПК-7 готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** предмет и принципы схемотехники ключевых устройств как раздела микроэлектроники; функциональное назначение, характеристики, параметры и конструктивно-технологическое исполнение аналоговых и цифровых интегральных микросхем, коммутационных полупроводниковых приборов; особенности применения интегральных микросхем в качестве систем управления полупроводниковыми приборами различного функционального назначения
- **уметь** решать задачи анализа, синтеза, расчета и оптимизации характеристик электрических цепей импульсно-модуляционного типа; определять характеристики и параметры интегральных микросхем, используемых в цепях управления ключевыми устройствами; выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств импульсно-модуляционного типа в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
- **владеть** методами схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками экспериментальных исследований микроэлектронных устройств; методами контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области силовой и информационной электроники

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в табли-

це 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная работа (всего)	24	24
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	14	14
Лабораторные работы	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Самостоятельная работа (всего)	147	147
Подготовка к контрольным работам	28	28
Подготовка к лабораторным работам	8	8
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	111	111
Всего (без экзамена)	171	171
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 Схемы включения полупроводников транзисторов	2	0	2	20	22	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
2 Режимы работы усилительных каскадов. Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства	2	0		20	22	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
3 Ключи коммутаторы аналоговых сигналов для цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей	2	4		24	30	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
4 Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии, принцип работы и характеристики	2	0		20	22	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
5 Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии, алгоритм управления.	2	4		23	29	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
6 Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором	2	0		20	22	ОПК-3, ПК-5, ПК-7

стором и биполярным транзистором						
7 Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей	2	0		20	22	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
Итого за семестр	14	8	2	147	171	
Итого	14	8	2	147	171	

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

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

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

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Схемы включения полупроводников транзисторов	Расчет схем включения транзисторов ОК, ОЭ, ОБ и их свойства. Моделирование схем включения транзисторов ОК, ОЭ, ОБ при вариации их свойств и параметров	2	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	2	
2 Режимы работы усилительных каскадов. Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства	Расчет схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д. Свойства и специфика работы. Свойства и характеристики операционного усилителя. Схемотехника применения ОУ. Расчет обратных связей. Моделирование схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д.	2	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	2	
3 Ключи коммутаторы аналоговых сигналов для цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей	Схемотехника ключей – коммутаторов аналоговых сигналов и методика расчета и схемы включения. Динамические потери, технологии мягкой коммутации полупроводниковых элементов.	2	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	2	
4 Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии, принцип работы и характеристики	Работа одноключевых преобразователей и формирование их алгоритмов управления. Реализация схем управления непосредственными преобразователями. Математическая модель. Расчет силовых и частотных параметров. Моделирование одноключевых преобразователей напряжения. Система управления, принципы модуляции.	2	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	2	
5 Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии, алгоритм управления.	Работа полумостовых преобразователей и их алгоритмы управления. Отличительные свойства. Особенности. Моделирование полумостовых преобразователей и формирование их алгоритмов управления. Технологии мягкой коммутации.	2	ОПК-3, ПК-5, ПК-7

	Итого	2	
6 Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором и биполярным транзистором	Свойства полевого транзистора и комплекс мероприятий по обеспечению режима Д. Мягкая коммутация в нуле тока и в нуле напряжения.	2	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	2	
7 Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей	Схемотехника драйверов, методика расчета и схемы включения. Свойства, характеристики, структура. Моделирование системы управления преобразователем с полевыми транзисторами в качестве ключей.	2	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		14	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин						
	1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины							
1 Аналоговая электроника	+	+	+	+	+	+	+
2 Микропроцессорные устройства и системы			+	+			
3 Микросхемотехника		+	+			+	+
4 Микроэлектроника	+		+	+		+	+
5 Схемотехника	+	+	+	+	+	+	+
6 Теория автоматического управления	+	+				+	+
Последующие дисциплины							
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+
2 Методы анализа и расчета электронных схем	+	+	+	+	+		
3 Основы преобразовательной техники	+	+	+	+	+	+	+
4 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	Лаб. раб.	КСР	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-7	+	+	+	+	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
7 семестр			
3 Ключи коммутаторы аналоговых сигналов для цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей	Расчет многокаскадных ключевых усилителей на биполярных транзисторах: Расчет оконечного ключевого каскада с изолированной нагрузкой, Расчет оконечных каскадов с нагрузкой, подключенной к общему выводу (каскад с общим эмиттером (ОЭ), каскад с общим коллектором (ОК) или каскад ОЭ на транзисторе с обратным типом проводимости).	4	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	4	
5 Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии, алгоритм управления.	Экспериментальное исследование основных характеристик стабилизаторов постоянного напряжения с помощью системы моделирования электронных схем ASIMES. В качестве схем исследования выбраны: параметрический стабилизатор и компенсационный стабилизатор непрерывного действия.	4	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	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
7 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
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
7 семестр				
1 Схемы включения полупроводников транзисторов	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	20		
2 Режимы работы усилительных каскадов. Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	20		
3 Ключи коммутаторы аналоговых сигналов для цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	24		
4 Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии, принцип работы и характеристики	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	20		



5 Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии, алгоритм управления.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	15	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	23		
6 Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором и биполярным транзистором	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	20		
7 Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	20		
	Выполнение контрольной работы	2	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Контрольная работа
Итого за семестр		147		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		156		

**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. В.М. Саюн, А.В. Топор, А.В. Шарапов Аналоговая схемотехника [Электронный ресурс]: Учебное пособие. - Томск Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 193 с. Доступ из личного кабинета студента - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 03.08.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Учебное пособие «Микросхемотехника Аналоговая микросхемотехника» [Электронный ресурс]: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С., Четвергов К. В. - 2014. 238 с. Доступ из личного кабинета студента - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 03.08.2018).

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

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

1. Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника. Руководство к организации самостоятельной работы. - Томск [Электронный ресурс]: Томский государственный университет систем управления

и радиоэлектроники, 2016. - 83 с. Доступ из личного кабинета студента - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 03.08.2018).

2. Схемотехника. Учебно-методическое пособие для проведения практических работ / А.И. Воронин, Ю.Н. Тановицкий, А.В. Топор; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники – Томск [Электронный ресурс]: ТУСУР, 2018. – 71 с. ил., табл., прил. – Библиогр. с. 54. Доступ из личного кабинета студента - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 03.08.2018).

3. Михальченко С.Г. Проектирование ключевых устройств : электронный курс / С. Г. Михальченко. – Томск ТУСУР, ФДО, 2018. Доступ из личного кабинета студента.

### **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. Рекомендуется использовать информационные, справочные и нормативные базы данных <https://lib.tusur.ru/tu/resursy/bazy-dannyh> (со свободным доступом).

## **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
- ASIMEC (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome (с возможностью удаленного доступа)
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- LibreOffice (с возможностью удаленного доступа)
- Maxima (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- Notepad++ (с возможностью удаленного доступа)

### **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
- ASIMEC (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- LibreOffice (с возможностью удаленного доступа)
- Maxima (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- Notepad++ (с возможностью удаленного доступа)
- 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 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**

1. Типовые схемы включения биполярных транзисторов
  - 1) ОБ; ОЭ; ОК
  - 2) ОЭ; ОЗ; ОК
  - 3) ОС; ОБ; ОК
  - 4) ОС; ИС; З
  - 5) ОК; ОС; ОЭ
2. Соотношение между коэффициентами передачи тока эмиттера « $K_{Ie}$ » и коэффициент передачи тока базы « $K_{Ib}$ » для схемы транзистора с «ОБ»
  - 1)  $1 - K_{Ie} = K_{Ib} / (1 + K_{Ib})$
  - 2)  $K_{Ib} * K_{Ie} = K_{Ib} / (1 + K_{Ib})$
  - 3)  $K_{Ib} = K_{Ie} / (1 - K_{Ie})$
  - 4)  $K_{Ib} = K_{Ie} / (1 + K_{Ie})$
  - 5)  $K_{Ie} = K_{Ib} / (1 + K_{Ib})$
3. Биполярный транзистор управляется
  - 1) током базы
  - 2) током коллектора
  - 3) напряжением коллектора
  - 4) напряжением база-коллектор
4. Выражения для коэффициентов усиления схемы «ОК»
  - 1)  $k_i > 1, k_u \leq 1, k_p > 1$
  - 2)  $k_i \geq 1, k_u \geq 1, k_p \geq 1$
  - 3)  $k_i < 1, k_u > 1, k_p > 1$
  - 4)  $k_i \leq 1, k_u > 1, k_p \leq 1$
  - 5)  $k_i = 1, k_u > 1, k_p > 1$
5. Для чего используются преобразователи уровней сигналов в цифровых устройствах на логических элементах
  - 1) Для согласования входных и выходных сигналов по «U» и «I»
  - 2) Для усиления по «U»
  - 3) Для усиления сигналов по «I»
  - 4) Для стабилизации сигналов
  - 5) Для увеличения мощности сигналов
6. Рабочая зона диода
  - 1) 0 - 0.6
  - 2) 0.6 - 0.8
  - 3) >0.8
  - 4) 0 - 0.3
7. Возможна ли ситуация, когда на одном периоде ШИМ существует два изменяющихся фронта импульса?

- 1) Да
  - 2) Нет
  - 3) Только при изменении частоты
  - 4) Только при изменении амплитуды
8. Выражения для коэффициентов усиления схемы «ОБ»
- 1)  $k_i < 1, k_u > 1, k_p > 1$
  - 2)  $k_i > 1, k_u > 1, k_p > 1$
  - 3)  $k_i > 1, k_u > 1, k_p < 1$
  - 4)  $k_i < 1, k_u = 1, k_p < 1$
  - 5)  $k_i = 1, k_u > 1, k_p > 1$
9. Рабочая точка биполярного транзистора находится в точке отсечки нагрузочной прямой постоянного тока. В этой точке транзистор
- 1) насыщен
  - 2) открыт
  - 3) закрыт
  - 4) включен инверсно
10. Параметр, характеризующий свойства полевого транзистора усиливать напряжения
- 1) Крутизна, стокзатворной характеристики
  - 2) Полная мощность
  - 3) Активная мощность
  - 4) Входное сопротивление и выходное сопротивление
  - 5) Выходное сопротивление
11. Англоязычная аббревиатура ZCS обозначает
- 1) Мягкая коммутация с переключением транзистора при нулевом токе
  - 2) Мягкая коммутация с переключением транзистора при нулевом напряжении
  - 3) Мягкая коммутация с переключением транзистора при нулевой мощности
12. В какой из трех схем включения (ОБ, ОЭ, ОК) биполярный транзистор обладает наибольшим коэффициентом усиления по мощности?
- 1) ОК
  - 2) ОБ
  - 3) ОЭ
  - 4) ОЭ и ОК одинаково
  - 5) ОЭ и ОБ одинаково
13. Условие выбора биполярного транзистора по коллекторному току:
- 1)  $I_{кэ\_раб\_max} > I_{кэ\_доп}$
  - 2)  $I_{кэ\_раб\_max} < 0.95 * I_{кэ\_доп}$
  - 3)  $I_{кэ\_раб\_max} < 0.9 * I_{кэ\_доп}$
  - 4)  $I_{кэ\_раб\_max} \leq 0.8 * I_{кэ\_доп}$
14. Соотношение между коэффициентами передачи тока эмиттера « $K_{Ie}$ » и коэффициентом передачи тока базы « $K_{Ib}$ » для схемы «ОЭ» транзистора
- 1)  $K_{Ib} = K_{Ie} / (1 - K_{Ie})$
  - 2)  $K_{Ie} = K_{Ib} / (1 + K_{Ib})$
  - 3)  $1 - K_{Ie} = K_{Ib} / (1 + K_{Ib})$
  - 4)  $K_{Ib} = K_{Ie} / (1 + K_{Ie})$
  - 5)  $K_{Ib} * K_{Ie} = K_{Ib} / (1 + K_{Ib})$
15. Верно ли утверждение: «Усилителем мощности называют усилитель, предназначенный для обеспечения заданной мощности нагрузки при заданном сопротивлении нагрузки»?
- 1) Верно
  - 2) Неверно
16. Уравнение связи тока коллектора и тока базы в схеме усиления с ОЭ записывается следующим образом:
- 1)  $I_{бэ} = I_{кэ} * b$
  - 2)  $I_{кэ} = I_{бэ} / b$
  - 3)  $I_{кэ} = I_{бэ} * (b + a)$

4)  $I_{кэ} = I_{бэ} \cdot b$

17. Основная цель усилителя мощности состоит в том, чтобы

- 1) отдать нагрузке заданную мощность
- 2) стабилизировать выходное напряжение
- 3) стабилизировать выходную мощность
- 4) стабилизировать потребляемый ток

18. Коэффициент усиления по току для усилителя низкой частоты:

- 1)  $K = I_{вых} / (I_{вх} + I_{вых})$
- 2)  $K = (I_{вх} + I_{вых}) / I_{вх}$
- 3)  $K = I_{вых} / I_{вх}$
- 4)  $K = I_{вх} / I_{вых}$

19. Где (в режиме усиления класса А) находится точка покоя на нагрузочной прямой постоянного тока?

- 1) в середине
- 2) в точке насыщения
- 3) в точке отсечки
- 4) выше точки отсечки

20. В качестве компаратора можно использовать обычный ОУ общего применения без ОС

- 1) Верно
- 2) Только на низких частотах
- 3) Неверно

#### 14.1.2. Экзаменационные тесты

1. Какие из перечисленных ниже моделей являются симуляционными моделями биполярного транзистора?

- 1) модель Эберса-Мола;
- 2) модель Гуммеля-Пуна;
- 3) модель Шихмана-Ходжеса;
- 4) Berkeley short-channel model

2. Каков механизм математического описания обратной связи импульсного преобразователя?

- 1) разностные схемы;
- 2) коммутационные разрывные функции;
- 3) метод Рунге-Кутты;
- 4) метод Монте-Карло

3. Какие способы применяются для мягкой коммутации ключевых элементов в силовых преобразователях?

- 1) коммутация каналов;
- 2) сквозная коммутация;
- 3) шунтирующие емкости;
- 4) прерывистые токи дросселя.

4. Какие виды модуляции НЕ используются для управления силовыми ключевыми устройствами?

- 1) широтно-импульсная модуляция;
- 2) фазово-импульсная модуляция;
- 3) частотно-импульсная модуляция;
- 4) амплитудно-импульсная модуляция;
- 5) аналоговая модуляция.

5. Полевой транзистор управляется

- 1) током затвора
- 2) током стока
- 3) напряжением затвора
- 4) напряжением стока

6. Уравнение связи тока коллектора и тока базы в схеме усиления с ОЭ записывается следующим образом:

- 1)  $I_{бэ} = I_{кэ} \cdot b$
  - 2)  $I_{кэ} = I_{бэ} / b$
  - 3)  $I_{кэ} = I_{бэ} \cdot (b + a)$
  - 4)  $I_{кэ} = I_{бэ} \cdot b$
7. Параметр, характеризующий свойства полевого транзистора усиливать напряжения
- 1) Активная мощность
  - 2) Полная мощность
  - 3) Входное сопротивление и выходное сопротивление
  - 4) Крутизна, стокзатворной характеристики
  - 5) Выходное сопротивление
8. Биполярный транзистор управляется
- 1) током базы
  - 2) током коллектора
  - 3) напряжением коллектора
  - 4) напряжением база-коллектор
9. Каков механизм математического описания силовой цепи импульсного преобразователя напряжения?
- 1) система линейных дифференциальных уравнений;
  - 2) система линейных алгебраических уравнений;
  - 3) система обыкновенных дифференциальных уравнений с разрывными функциями;
  - 4) квадратичная форма.
10. Соотношение между коэффициентами передачи тока эмиттера « $K_{Ie}$ » и коэффициент передачи тока базы « $K_{Ib}$ » для схемы транзистора с «ОБ»
- 1)  $1 - K_{Ie} = K_{Ib} / (1 + K_{Ib})$
  - 2)  $K_{Ib} \cdot K_{Ie} = K_{Ib} / (1 + K_{Ib})$
  - 3)  $K_{Ib} = K_{Ie} / (1 - K_{Ie})$
  - 4)  $K_{Ib} = K_{Ie} / (1 + K_{Ie})$
  - 5)  $K_{Ie} = K_{Ib} / (1 + K_{Ib})$
11. Где (в режиме усиления класса В) находится точка покоя на нагрузочной прямой постоянного тока?
- 1) в середине
  - 2) в точке насыщения
  - 3) в точке отсечки
  - 4) выше точки отсечки
12. Верно ли утверждение: «широотно-импульсная модуляция характеризуется тем, что при постоянных амплитуде и периоде следования импульсов их длительность изменяется в соответствии с законом изменения модулирующего сообщения»?
- 1) Верно
  - 2) Неверно
13. Ток база-эмиттер биполярного транзистора равен 10 мА, статический коэффициент усиления по току равен 20, определить ток коллектора.
- 1) 0.5 А
  - 2) 200 мА
  - 3) 2 А
  - 4) 30 мА
14. Качество усиления сигнала на выходе усилителя низкой частоты оценивается по
- 1)  $K_u$
  - 2)  $K_i$
  - 3) к.п.д.
  - 4) коэффициенту гармоник
15. Какая схема биполярного транзистора обладает лучшими термостабилизирующими свойствами
- 1) ОБ
  - 2) ОЭ

- 3) ОК
  - 4) ОК, ОЭ
  - 5) ОЭ, ОБ
16. Схема усиления в режиме класса В реализуется с использованием
- 1) одного транзистора
  - 2) двух транзисторов
  - 3) трех транзисторов
17. Условие насыщения биполярного транзистора. Ток базы реальный...
- 1) больше тока базы граничного
  - 2) равен току базы граничному
  - 3) меньше тока базы граничного
  - 4) половина тока базы граничного
18. Инвертирующий усилитель с внешней ОС использует
- 1) параллельную ОС
  - 2) последовательную ОС
  - 3) положительную обратную связь
19. Коэффициент усиления по напряжению инвертирующего усилителя на ОУ:
- 1)  $K = -R_{oc}/R$
  - 2)  $K = 1 + R_{oc}/R$
  - 3)  $K = 1 - R_{oc}/R$
  - 4)  $K = -R/R_{oc}$
20. В какой из трех схем включения (ОБ, ОЭ, ОК) биполярный транзистор обладает наибольшим коэффициентом усиления по напряжению?
- 1) ОК
  - 2) ОБ
  - 3) ОЭ
  - 4) ОЭ и ОК одинаково
  - 5) ОЭ и ОБ одинаково

#### 14.1.3. Темы контрольных работ

1. Коэффициент усиления по напряжению для усилителя низкой частоты определяется как
  - 1)  $K = U_{вх}/U_{вых}$
  - 2)  $K = U_{вых}/(U_{вх} + U_{вых})$
  - 3)  $K = (U_{вх} + U_{вых})/U_{вх}$
  - 4)  $K = U_{вых}/U_{вх}$
2. Условие выбора биполярного транзистора по коллекторному напряжению:
  - 1)  $U_{кэ\_раб\_max} > U_{кэ\_доп}$
  - 2)  $U_{кэ\_раб\_max} < 0.9 * U_{кэ\_доп}$
  - 3)  $U_{кэ\_раб\_max} \leq 0.8 * U_{кэ\_доп}$
  - 4)  $U_{кэ\_раб\_max} \leq 0.5 * U_{кэ\_доп}$
3. Компаратор служит для определения
  - 1) Моментов равенства двух напряжений
  - 2) Степени запаздывания одного сигнала относительно другого
  - 3) Разности двух напряжений
  - 4) Суммирования двух сигналов
4. Коэффициент усиления по напряжению неинвертирующего усилителя на ОУ:
  - 1)  $K = -R_{oc}/R$
  - 2)  $K = 1 + R_{oc}/R$
  - 3)  $K = 1 - R_{oc}/R$
  - 4)  $K = -R/R_{oc}$
5. Традиционный диапазон усиления сигнала для усилителя низкой частоты
  - 1) 50 Гц - 50 кГц
  - 2) 40 Гц - 40 кГц
  - 3) 30 Гц - 30 кГц
  - 4) 20 Гц - 20 кГц



6. Обратная связь в усилителях по напряжению.
- 1) Последовательная
  - 2) Главная
  - 3) Местная
  - 4) Жесткая
  - 5) Гибкая
7. Где (в режиме усиления класса АВ) находится точка покоя на нагрузочной прямой постоянного тока?
- 1) в середине
  - 2) в точке насыщения
  - 3) в точке отсечки
  - 4) выше точки отсечки
8. Полевой транзистор управляется
- 1) током затвора
  - 2) током стока
  - 3) напряжением затвора
  - 4) напряжением стока
9. Напряжение на выходе операционного усилителя без обратной связи  $U_{вх} = 1В$ , напряжение питания операционного усилителя  $E_{пит} = 12В$ , коэффициент усиления по напряжению  $K_u = 10\,000$ . Каково будет напряжение на выходе ОУ?
- 1) 10 кВ
  - 2) 121 кВ
  - 3) 0.00012 В
  - 4) 0.0012 В
10. В какой из трех схем включения (ОБ, ОЭ, ОК) биполярный транзистор обладает наибольшим коэффициентом усиления по току?
- 1) ОК
  - 2) ОБ
  - 3) ОЭ
  - 4) ОЭ и ОК одинаково
  - 5) ОЭ и ОБ одинаково

#### 14.1.4. Темы лабораторных работ

1. Экспериментальное исследование основных характеристик стабилизаторов постоянного напряжения с помощью системы моделирования электронных схем ASIMEC. В качестве схем исследования выбраны: параметрический стабилизатор и компенсационный стабилизатор непрерывного действия.

2. Расчет многокаскадных ключевых усилителей на биполярных транзисторах: Расчет оконечного ключевого каскада с изолированной нагрузкой, Расчет оконечных каскадов с нагрузкой, подключенной к общему выводу (каскад с общим эмиттером (ОЭ), каскад с общим коллектором (ОК) или каскад ОЭ на транзисторе с обратным типом проводимости).

#### 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.

плины.

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, адапти-

рованных 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.