

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

ЭЛЕКТРОНИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**  
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**  
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**  
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**  
Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**  
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**  
Курс: **3**  
Семестр: **5**  
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	141	141	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	14	14	часов
Контрольные работы	4	4	часов
Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
		5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Экзамен	5	
Контрольные работы	5	2

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью преподавания дисциплины является изучение студентами элементной базы, применяемой в многоканальных телекоммуникационных системах, телевизионной, радиорелейной, тропосферной, космической и радиолокационной связи.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение принципов действия, характеристик, параметров и особенностей устройства важнейших полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов, используемых в аудиовизуальной технике. К их числу относятся диоды, биполярных и полевые транзисторы, приборы с отрицательной дифференциальной проводимостью, оптоэлектронные и электровакуумные приборы, элементы интегральных схем и основы технологии их производства.

2. Изучение главных элементов цифровой и аналоговой схемотехники, выполненных на основе полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.О.11.

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-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики	Знать фундаментальные законы полупроводниковых приборов
	ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области	Уметь анализировать процессы и явления в полупроводниковых приборах
	ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач	Владеть практическими навыками построения характеристик и вычисления параметров полупроводниковых приборов

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	Знать основные принципы использования основных приемов обработки и представления полученных данных
	ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований	Уметь выбирать эффективную методику при исследовании вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов
	ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных	Владеть навыками обработки и представления полученных данных при исследовании базовых логических элементов
<b>Профессиональные компетенции</b>		
-	-	-

#### 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 5 зачетных единиц, 180 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
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	30	30
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	14	14
Контрольные работы	4	4
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	141	141
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	61	61
Подготовка к контрольной работе	60	60
Подготовка к лабораторной работе	16	16
Написание отчета по лабораторной работе	4	4
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	9	9
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	180	180
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	5	5

#### 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	Лаб. раб.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
<b>5 семестр</b>						
1 Полупроводниковые материалы.	-	4	2	12	18	ОПК-1, ОПК-2
2 Полупроводниковые диоды. Разновидности полупроводниковых диодов.	-		2	12	14	ОПК-1, ОПК-2
3 Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы	8		2	23	33	ОПК-1, ОПК-2
4 Транзисторные ключи.	4		1	22	27	ОПК-1, ОПК-2
5 Предмет микроэлектроники.	-		1	12	13	ОПК-1, ОПК-2
6 Логические элементы на биполярных транзисторах.	-		1	12	13	ОПК-1, ОПК-2
7 Логические элементы на полевых транзисторах.	-		1	12	13	ОПК-1, ОПК-2
8 Технологические основы микроэлектроники.	-		2	12	14	ОПК-1, ОПК-2
9 Транзисторы интегральных микросхем.	-		1	12	13	ОПК-1, ОПК-2
10 Пассивные элементы.	-		1	12	13	ОПК-1, ОПК-2
Итого за семестр	12	4	14	141	171	
Итого	12	4	14	141	171	

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
<b>5 семестр</b>			
1 Полупроводниковые материалы.	Структура полупроводниковых материалов. Энергетические зоны твердого тела. Зонная структура полупроводников. Концентрации носителей в зонах полупроводника. Уровень Ферми. Концентрация носителей в полупроводниках. Подвижность носителей и удельная проводимость. Генерация и рекомбинация носителей в полупроводниках. Плотность тока в полупроводниках. Заряды в полупроводниках. Движение зарядов в полупроводниках.	2	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	2	

2 Полупроводниковые диоды. Разновидности полупроводниковых диодов.	Электронно-дырочный переход. Контакты металл-полупроводник. Анализ идеализированного диода. Обратная и прямая характеристики реального диода. Переходные характеристики плоскостного диода. Точечные диоды. Полупроводниковые стабилитроны. Туннельные диоды. Диоды Шоттки. Фотоприёмники (приёмники оптического излучения). Фотодиоды.	2	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	2	
3 Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы	Основные процессы в биполярном транзисторе. Статические характеристики транзистора. Статические параметры транзистора. Динамические параметры транзистора. Зависимость параметров транзистора от режима и температуры. Характеристики и параметры транзистора при включении с общим эмиттером. Разновидности эквивалентных схем. Составные транзисторы. Допустимая мощность. Дрейфовые транзисторы. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом (унитрон). Полевые транзисторы с изолированным затвором.	2	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	2	
4 Транзисторные ключи.	Статические характеристики ключа в схеме с общим эмиттером (ОЭ). Переходный процесс в насыщенном ключе при открывании транзистора. Методы сокращения времени переходного процесса.	1	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	1	
5 Предмет микроэлектроники.	Основные термины и определения	1	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	1	
6 Логические элементы на биполярных транзисторах.	Классификация логических элементов. Основные характеристики и параметры логических элементов. Элементы транзисторно-транзисторной логики. Элементы эмиттерно-связанной логики.	1	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	1	
7 Логические элементы на полевых транзисторах.	Инвертор на n-канальных МДП-транзисторах. Инвертор на комплементарных транзисторах. Логические элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ. Логические элементы динамического типа. Приборы с зарядовой связью. Параметры элементов ПЗС. Разновидности конструкций.	1	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	1	

8 Технологические основы микроэлектроники.	Общие сведения о технологии изготовления полупроводниковых микросхем. Эпитаксия. Диффузия примесей. Ионное легирование. Термическое окисление и свойства пленки диоксида кремния. Травление. Методы получения структур типа Si-SiO <sub>2</sub> -Si. Проводники соединений и контакты в полупроводниковых микросхемах. Литография.	2	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	2	
9 Транзисторы интегральных микросхем.	Особенности структур биполярных транзисторов. Транзисторы с комбинированной изоляцией. Многоэмиттерные транзисторы. Транзисторы с диодом Шоттки. Диодное включение транзистора. Модель интегрального биполярного транзистора. Полевые транзисторы с управляющим переходом металл-полупроводник.	1	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	1	
10 Пассивные элементы.	Полупроводниковые резисторы. Пленочные резисторы. Конденсаторы.	1	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	1	
Итого за семестр		14	
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>5 семестр</b>			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-1, ОПК-2
2	Контрольная работа	2	ОПК-1, ОПК-2
Итого за семестр		4	
Итого		4	

### 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>5 семестр</b>			
3 Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы	Расчет параметров диода с резким p-n-переходом.	4	ОПК-1, ОПК-2
	Теория биполярных и полевых транзисторов.	4	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	8	

4 Транзисторные ключи.	Анализ переходных процессов в транзисторных ключах.	4	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

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

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – 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 Полупроводниковые материалы.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	12		
2 Полупроводниковые диоды. Разновидности полупроводниковых диодов.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	12		
3 Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	7	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к лабораторной работе	8	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	23		

4 Транзисторные ключи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе	8	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Итого	22		
5 Предмет микроэлектроники.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	12		
6 Логические элементы на биполярных транзисторах.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	12		
7 Логические элементы на полевых транзисторах.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	12		
8 Технологические основы микроэлектроники.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	12		



9 Транзисторы интегральных микросхем.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	12		
10 Пассивные элементы.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа
	Итого	12		
Итого за семестр		141		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		150		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лаб. раб.	Конт. Раб.	СРП	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, 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. Ицкович В. М. Электроника. Часть 1: Учебное пособие / Ицкович В. М., Шалимов В. А. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. — Ч.1. — 209 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

2. Ицкович В. М. Электроника. Часть 2: Учебное пособие / Ицкович В. М., Шалимов В. А. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. — Ч.2. — 120 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

#### 7.2. Дополнительная литература

1. Саврук Е. В. Физические основы электроники: Учебное пособие / Саврук Е. В., Троян П. Е. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. – 245 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

### **7.3. Учебно-методические пособия**

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

1. Саврук Е. В. Физические основы электроники. Методические указания по выполнению лабораторной работы: Методические указания / Саврук Е. В., Каранский В. В. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. – 40 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

2. Ицкович В. М. Электроника: Учебно-методическое пособие / Ицкович В. М. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. – 76 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

3. Заболоцкий, А.М. Электроника: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / А.М. Заболоцкий, Т. Р. Газизов. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 22 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library>.

#### **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. Иное учебно-методическое обеспечение**

1. Саврук, Е.В. Электроника [Электронный ресурс]: электронный курс / Е.В. Саврук, П.Е. Троян, В.В. Каранский, В.М. Ицкович. - Томск, ФДО, ТУСУР, 2017. (доступ из личного кабинета студента) .

### **7.5. 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. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;

- Комплект специализированной учебной мебели;
  - Рабочее место преподавателя.
- Программное обеспечение:
- 7-Zip;
  - Google Chrome;
  - Kaspersky Endpoint Security для Windows;
  - LibreOffice;
  - Microsoft Windows;

## **8.2. 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, 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.

## **8.3. 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 Полупроводниковые материалы.	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Полупроводниковые диоды. Разновидности полупроводниковых диодов.	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Транзисторные ключи.	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
5 Предмет микроэлектроники.	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

6 Логические элементы на биполярных транзисторах.	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Логические элементы на полевых транзисторах.	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Технологические основы микроэлектроники.	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Транзисторы интегральных микросхем.	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Пассивные элементы.	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		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. Полупроводниковый диод включен в обратном направлении. При увеличении запирающего напряжения ширина p-n перехода?
  - а) увеличивается
  - б) уменьшается
  - в) остается неизменной
2. Полупроводниковый диод включен в обратном направлении. При уменьшении запирающего напряжения величина барьерной емкости...
  - а) уменьшается
  - б) остается неизменной

- в) увеличивается
3. Какие типы полупроводниковых материалов используются при создании р-п переходов?
    - а) «п» полупроводниковые материалы
    - б) «р» полупроводниковые материалы
    - в) «i» полупроводниковые материалы
    - г) «р-п».
  4. Какой полупроводниковый материал обеспечивает наибольшую рабочую температуру?
    - а) Ge
    - б) Si
    - в) GaAs
  5. Для чего одну из областей р-п перехода выполняют относительно, высокоомной?
    - а) увеличения быстродействия
    - б) увеличения максимального тока
    - в) увеличения напряжения пробоя
  6. При каком включении диода на р-п переходе выделяется наибольшая мощность?
    - а) обратном
    - б) прямом
    - в) в области пробоя
  7. Как меняется емкость р-п перехода при обратном включении и увеличении запирающего напряжения?
    - а) увеличивается
    - б) не меняется
    - в) уменьшается
  8. В какой схеме включения биполярные транзисторы имеют максимальный коэффициент усиления по мощности?
    - а) ОБ
    - б) ОК
    - в) ОЭ
  9. При каком включении диода на р-п переходе выделяется наименьшая мощность?
    - а) обратном
    - б) прямом
    - в) в области пробоя
  10. В какой схеме включения биполярные транзисторы имеют максимальное входное сопротивление?
    - а) ОБ
    - б) ОК
    - в) ОЭ
  11. В какой схеме включения биполярные транзисторы имеют наилучшие частотные свойства?
    - а) ОБ
    - б) ОК
    - в) ОЭ
  12. В каких режимах могут работать фотодиоды?
    - а) преобразовывать свет-сигнал
    - б) фотогенераторы
    - в) преобразовывать переменное напряжение в постоянное
  13. Для полевого транзистора с индуцированным «п» каналом в схеме «общий исток» при увеличении отрицательного напряжения на затворе ток стока...
    - а) уменьшается
    - б) увеличивается
    - в) остается неизменным
    - г) равен 0
  14. Для полевого транзистора с встроенным «р» каналом в схеме с общим истоком при увеличении отрицательного напряжения на затворе ток стока...
    - а) уменьшается
    - б) увеличивается
    - в) не меняется

15. Какой из видов полевых транзисторов обладает наименьшей чувствительностью к электростатическому пробую?
  - а) полевые транзисторы со встроенным каналом
  - б) полевые транзисторы с индуцированным каналом
  - в) полевые транзисторы с «р-п» переходом
16. Носители в невырожденных полупроводниках подчиняются статистике...
  - а) Ферми-Дирака
  - б) Бозе-Эйнштейна
  - в) Максвелла-Больцмана
  - г) Больцмана
17. Максимальная рабочая температура полупроводниковых приборов зависит от...
  - а) концентрации легирующей примеси
  - б) ширины запрещенной зоны
  - в) типа полупроводника
18. Омический контакт представляет собой структуру...
  - а) металл-металл
  - б) металл-полупроводник
  - в) полупроводник-полупроводник
  - г) металл-диэлектрик
19. Емкость диода Шоттки с увеличением обратного напряжения...
  - а) уменьшается
  - б) увеличивается
  - в) не изменяется
20. Что является причиной перехода носителей в соседние области при образовании р-п-перехода при контакте р- и п-областей?
  - а) силы электрического притяжения, возникающие между электроном и дыркой
  - б) градиент концентрации между р- и п-областями
  - в) термоэлектронная эмиссия
  - г) дрейф носителей между р- и п-областями

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Какие типы полупроводников Вы знаете?
  - г) собственный
  - д) электронный
  - ж) дырочный
2. Объясните физический смысл потенциала Ферми.
  - а) характеризует концентрацию носителей в собственном полупроводнике
  - б) характеризует концентрацию носителей в примесном полупроводнике
  - в) определяет ширину запрещенной зоны
  - г) потенциал Ферми соответствует энергетическому уровню, вероятность заполнения которого равна 0,5.
3. Уровни залегания потенциала Ферми в различных типах полупроводниковых материалов...
  - а) не зависит от типа полупроводника
  - б) слабо зависит от типа полупроводника
  - в) в собственном полупроводнике уровень Ферми расположен вблизи середины запрещенной зоны
  - г) в акцепторном полупроводнике потенциал Ферми находится ближе к валентной зоне
  - д) в донорном полупроводнике потенциал Ферми находится ближе к зоне проводимости
4. Что такое эффективная плотность состояний в зонах проводимости и валентной.
  - а) количество носителей заряда в разрешенных зонах
  - б) характеристика однородности полупроводника
  - в) максимальная концентрация электронов (дырок) в полупроводнике
  - г) максимальная концентрация электронов (дырок) в зоне проводимости (в валентной зоне) в невырожденном полупроводнике.
5. Что такое электростатический потенциал в полупроводнике?
  - а) потенциал, обусловленный внешним источником питания



- б) потенциал, характеризующий концентрацию носителей в примесном полупроводнике
  - в) потенциал, характеризующий концентрацию носителей в собственном полупроводнике
  - г) потенциал, соответствующий середине запрещенной зоны
6. Зависит ли величина электростатического потенциала от ширины запрещенной зоны?
    - а) зависит
    - б) не зависит
    - в) зависит, если при этом изменяется уровень Ферми.
  7. Зависит ли величина электростатического потенциала от величины напряжения внешнего источника напряжения?
    - а) зависит
    - б) зависит только при определенной полярности внешнего источника
    - в) не зависит
    - г) зависит, если при этом меняется концентрация свободных носителей
  8. Что с физической точки зрения характеризует химический потенциал?
    - а) является однозначной характеристикой концентрации соответствующих частиц
    - б) характеризует непостоянство уровня Ферми
    - в) характеризует изменение концентрации носителей в полупроводнике под действием внешнего поля
  9. О чем говорит наличие разности химического потенциала?
    - а) о наличии разности концентраций носителей заряда
    - б) о движении заряженных частиц за счет диффузии
    - в) о наличии внешнего источника питания
  10. Какой полупроводник называется неоднородным?
    - а) в котором концентрация дырок больше концентрации электронов
    - б) в котором концентрации дырок и электронов равны
    - в) в котором концентрация дырок (электронов) изменяется вдоль полупроводника

### 9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

#### Электроника

1. Режим работы полевого транзистора с управляющим р-п переходом без перекрытия канала называется...
  - а) режимом отсечки
  - б) линейным режимом
  - в) режимом насыщения
  - г) активным режимом.
2. Дифференциальный параметр, характеризующий влияние напряжения стока на ток стока, называется...
  - а) крутизной
  - б) выходной проводимостью
  - г) коэффициентом усиления
  - д) внутренним сопротивлением транзистора
3. В транзисторах с изолированным затвором между металлическим затвором и проводящим каналом расположен тонкий слой...
  - а) диэлектрика
  - б) металла
  - в) полупроводника с противоположенным типом проводимости, чем в канале
  - г) полупроводника с таким же типом проводимости, что и в канале
4. В транзисторах с управляющим р-п переходом в качестве затвора используется область, тип электропроводности которой...
  - а) противоположен типу электропроводности истока
  - б) противоположен типу электропроводности стока
  - в) совпадает с типом электропроводности в канале
  - г) противоположен типу электропроводности канала
5. Электрическое поле, изменяющее проводимость канала, создается путем подачи управляющего напряжения на электрод, называемый...
  - а) истоком
  - б) стоком

- в) затвором
- 6. Область, в которую приходят носители заряда, называется...
  - а) истоком
  - б) стоком
  - в) затвором
- 7. Все элементы в системе z-параметров имеют размерность...
  - а) сопротивления
  - б) проводимости
  - в) тока
  - г) напряжения
- 8. Биполярный транзистор имеет выводы...
  - а) эмиттер
  - б) сток
  - в) база
  - г) коллектор
  - д) исток
  - е) затвор
- 9. Расшифруйте первые две буквы маркировки полупроводникового диода ВА.
  - а) В – германий; А – маломощный импульсный и универсальный диод
  - б) В – кремний; А – варикап
  - в) В – кремний; А – маломощный импульсный и универсальный диод
  - г) В – германий; А – варикап.
- 10. Какой из полупроводниковых диодов на основе ЭДП перехода работает на явлении рекомбинации?
  - а) туннельный диод
  - б) варикап
  - в) светодиод
  - г) стабилитрон

1. Физические свойства собственных и примесных полупроводников.
2. Физические процессы при контакте разнородных материалов.
3. Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами и её статические характеристики.
4. Принцип образования р-n-перехода.
5. Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник и её статические характеристики.
6. Работа полупроводниковых стабилитронов как стабилизаторов напряжения в источниках питания.
7. Физические основы управления током канала с помощью управляющего перехода.
8. Использование вырожденных полупроводников в туннельных диодах.
9. Фотоэлектрические явления в полупроводниках.
10. Физический смысл потенциала Ферми.

#### **9.1.4. Темы лабораторных работ**

1. Расчет параметров диода с резким р-n-переходом.
2. Теория биполярных и полевых транзисторов.
3. Анализ переходных процессов в транзисторных ключах.

#### **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 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 РСС  
протокол № 3 от « 1 » 11 2018 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5- 8d93-e5f4ee9ceb7d
Заведующий обеспечивающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5- 8d93-e5f4ee9ceb7d
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22- bda1-21376d739cfc

### ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5- 8d93-e5f4ee9ceb7d
Старший преподаватель, каф. РСС	Ю.В. Зеленецкая	Согласовано, 1f099a64-e28d-4307- a5f6-d9d92630e045

### РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ТУ	А.М. Заболоцкий	Разработано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52
Ассистент, каф. ТЭО	Ю.Л. Замятина	Разработано, 1663c03a-62e7-4092- 902a-95591a9d4047