МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 г.

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 2020 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

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 68069

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).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки.
Индекс дисциплины: Б1.О.03.02.
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
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
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

Согласована на портале № 68069

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
Профессиональные компетенции		
-	-	-

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
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	30	30
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	14	14
Контрольные работы	4	4
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	141	141
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	69	69
Подготовка к контрольной работе	48	48
Подготовка к лабораторной работе	12	12
Написание отчета по лабораторной работе	12	12
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	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

Согласована на портале № 68069

Названия разделов (тем) дисциплины	Лаб. раб.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ	-	4	1	8	13	ОПК-1, ОПК-2
2 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ	-		1	8	9	ОПК-1
3 РАЗНОВИДНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ	-		1	8	9	ОПК-1
4 БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	4		2	16	22	ОПК-1, ОПК-2
5 ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	4		1	20	25	ОПК-1, ОПК-2
6 ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ	-		1	12	13	ОПК-1
7 ПРЕДМЕТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	-		1	12	13	ОПК-1
8 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	-		1	8	9	ОПК-1
9 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	4		1	17	22	ОПК-1, ОПК-2
10 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	-		1	9	10	ОПК-1
11 ТРАНЗИСТОРЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ	-		2	9	11	ОПК-1
12 ПАССИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ	-		1	14	15	ОПК-1
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
5 семестр			
1 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Введение. 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.	1	ОПК-1
	Итого	1	

Согласована на портале № 68069

2 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ	Введение. Электронно-дырочный переход. Контакты металл-полупроводник. Анализ идеализированного диода. Обратная и прямая характеристики реального диода. Переходные характеристики плоскостного диода	1	ОПК-1
	Итого	1	
3 РАЗНОВИДНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ	Точечные диоды. Полупроводниковые стабилитроны. Туннельные диоды. Диоды Шоттки. Фотоприёмники (приёмники оптического излучения). Фотодиоды.	1	ОПК-1
	Итого	1	
4 БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	Введение. 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.	2	ОПК-1
	Итого	2	
5 ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	Полевой транзистор с управляющим p-n переходом (унитрон). Полевые транзисторы с изолированным затвором.	1	ОПК-1
	Итого	1	
6 ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ	Введение. 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
	Итого	1	
7 ПРЕДМЕТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	Основные термины и определения	1	ОПК-1
	Итого	1	
8 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
	Итого	1	
9 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
	Итого	1	

Согласована на портале № 68069

10 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-SiO2-Si. Проводники соединений и контакты в полупроводниковых микросхемах. Литография.	1	ОПК-1
	Итого	1	
11 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.	2	ОПК-1
	Итого	2	
12 ПАССИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ	Полупроводниковые резисторы. Пленочные резисторы. Конденсаторы.	1	ОПК-1
	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
5 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-1
2	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-1
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
5 семестр			
4 БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	Биполярные и полевые транзисторы	4	ОПК-1, ОПК-2
	Итого	4	
5 ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	Расчет параметров диода с резким p-n-переходом	4	ОПК-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 68069

9 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	Анализ переходных процессов в транзисторных ключах. Технологии изготовления интегральных микросхем. Базовые логические элементы.	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
5 семестр				
1 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	8		
2 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	8		
3 РАЗНОВИДНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	8		

Согласована на портале № 68069

4 БИПОЛЯРНЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к лабораторной работе	4	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	16		
5 ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к лабораторной работе	4	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	20		
6 ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		
7 ПРЕДМЕТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	8	ОПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		

Согласована на портале № 68069

8 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	4	ОПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	8		
9 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	5	ОПК-1, ОПК-2	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к лабораторной работе	4	ОПК-1, ОПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	17		
10 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	5	ОПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	9		
11 ТРАНЗИСТОРЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	5	ОПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	9		
12 ПАССИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ОПК-1	Тестирование, Экзамен
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-1	Контрольная работа
	Итого	14		
Итого за семестр		141		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен

Согласована на портале № 68069

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	+			+	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. Заболоцкий А. М. Электроника. Методические указания по организации самостоятельной работы: Методические указания / Заболоцкий А. М., Газизов Т. Р. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2020. – 22 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. 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.

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,

Согласована на портале № 68069

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. Ицкович, В.М. Электроника [Электронный ресурс]: электронный курс / 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.

2. ЭБС "Лань": электронно-библиотечная система издательства "Лань" (https://e.lanbook.com/). Доступ из личного кабинета студента.

3. ЭБС "Юрайт" виртуальный читальный зал для учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России (https://urait.ru/). Доступ из личного кабинета студента.

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

Согласована на портале № 68069

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	ОПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 68069

3 РАЗНОВИДНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ	ОПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 БИПОЛЯРНЫЕ 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
5 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
6 ТРАНЗИСТОРНЫЕ КЛЮЧИ	ОПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 ПРЕДМЕТ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	ОПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 68069

8 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	ОПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ	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
10 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ	ОПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
11 ТРАНЗИСТОРЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ	ОПК-1	Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
12 ПАССИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ	ОПК-1	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

Согласована на портале № 68069

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 **ориентирования**, 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 **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** 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 **системном** 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. Омический контакт представляет собой структуру…
   1. металл-металл;
   2. металл-полупроводник;

Согласована на портале № 68069

3. полупроводник-полупроводник;
4. металл-диэлектрик.

2. Явление перехода основных носителей заряда через ОПЗ p-n-перехода в область, где они становятся неосновными, носит название…
   1. инжекция неосновных носителей заряда;
   2. инжекция основных носителей заряда;
   3. экстракция неосновных носителей заряда;
   4. экстракция основных носителей заряда.
3. Какой ток возникает из-за загрязнения поверхности полупроводника и может существенно влиять на обратную ветвь ВАХ при достаточно больших обратных напряжениях?
   1. ток тепловой генерации;
   2. канальный ток;
   3. ток утечки;
   4. ток насыщения.
4. Какой ток возникает в результате адсорбции электроположительных или электроотрицательных частиц на поверхности полупроводника?
   1. ток тепловой генерации;
   2. канальный ток;
   3. ток утечки;
   4. ток насыщения.
5. Что является причиной перехода носителей в соседние области при образовании p-n-перехода при контакте p- и n-областей?
   1. силы электрического притяжения, возникающие между электроном и дыркой;
   2. градиент концентрации между p- и n-областями;
   3. термоэлектронная эмиссия;
   4. дрейф носителей между p- и n-областями.
6. При уходе электрона с n- области в p-область, при контакте полупроводников p- и n-типа, на месте его ухода остается…
   1. дырка;
   2. положительно заряженный донор;
   3. отрицательно заряженный донор;
   4. положительно заряженный акцептор.
7. Полупроводниковый прибор, содержащий один выпрямляющий переход и два вывода, называется…
   1. биполярным транзистором;
   2. полупроводниковым диодом;
   3. тиристором;
   4. полевым транзистором.
8. К числу предельных параметров выпрямительных диодов не относится…
   1. максимальная мощность;
   2. максимальная рабочая температура;
   3. допустимый прямой ток;
   4. максимальная рабочая частота.
9. Физической основой какого диода является эффект односторонней проводимости электронно-дырочного перехода?
   1. импульсного диода;
   2. выпрямительного диода;
   3. СВЧ-диода;
   4. смесительного диода.
10. Полупроводниковый диод, предназначенный для преобразования высокочастотных сигналов в сигнал промежуточной частоты, носит название…
    1. импульсный диод;
    2. выпрямительный диод;
    3. СВЧ-диод;
    4. смесительный диод.
11. Как называется напряжение на затворе, при котором происходит явление инверсии

Согласована на портале № 68069

поверхностной проводимости?
1. напряжение отсечки;
2. напряжение насыщения;
3. пороговое напряжение.

12. Дифференциальный параметр, характеризующий влияние напряжения стока на ток стока, называется…
    1. крутизной;
    2. выходной проводимостью;
    3. коэффициентом усиления;
    4. внутренним сопротивлением транзистора.
13. Режим работы полевого транзистора с управляющим p-n переходом без перекрытия канала называется…
    1. режимом отсечки;
    2. линейным режимом;
    3. режимом насыщения;
    4. активным режимом.
14. В транзисторах с управляющим p-n переходом в качестве затвора используется область, тип электропроводности которой…
    1. противоположен типу электропроводности истока;
    2. противоположен типу электропроводности стока;
    3. совпадает с типом электропроводности в канале;
    4. противоположен типу электропроводности канала.
15. Область, в которую приходят носители заряда, называется…
    1. истоком;
    2. стоком;
    3. затвором.
16. Электрическое поле, изменяющее проводимость канала, создается путем подачи управляющего напряжения на электрод, называемый…
    1. истоком;
    2. стоком;
    3. затвором.
17. Наибольшее распространение биполярные транзисторы с эмиттерным гетеропереходом получили при разработке СВЧ-транзисторов на основе…
    1. Si;
    2. Ge;
    3. GaAs;
    4. GaN.
18. Все элементы в системе z-параметров имеют размерность…
    1. сопротивления;
    2. проводимости;
    3. тока;
    4. напряжения.
19. Какие из нижеперечисленных параметров биполярного транзистора не относится к числу внешних?
    1. статический коэффициент передачи тока эмиттера;
    2. дифференциальный коэффициент передачи тока эмиттера;
    3. коэффициент передачи тока базы;
    4. эффективность коллектора.
20. Полупроводниковый прибор, содержащий два взаимодействующих электронно-дырочных перехода, три или более выводов, носит название…
    1. полевой транзистор;
    2. биполярный транзистор;
    3. стабилитрон;
    4. тиристор.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Какие типы полупроводников Вы знаете? г) Собственный; д) Электронный; ж)

Согласована на портале № 68069

Дырочный.

2. Для каких целей вводятся примеси? а) Изменить ширину запрещенной зоны; б) Изменить потенциалы “дна” зоны проводимости (“потолка” валентной зоны); в) Увеличить концентрацию одного вида носителей.
3. Почему примеси не образуют зон? а) Легирующие примеси вообще не имеют зон; б) В легирующих примесях отсутствует запрещенная зона; в) В легирующих примесях отсутствует одна из разрешенных зон; г) Количество атомов легирующей примеси всегда много меньше собственных атомов и расположены они относительно далеко друг от друга.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. От каких параметров зависит эффективная плотность состояний? а) От концентрации примесей; б) От потенциала Ферми; в) От ширины запрещенной зоны; в) От температурного потенциала; д) От температуры.
8. Зависят ли в собственном полупроводнике концентрации дырок и электронов от эффективной плотности состояний? а) Не зависят; б) Зависит только концентрация электронов. в) Зависит только концентрация дырок. г) Зависят.
9. 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.
10. Зависит ли величина электростатического потенциала от ширины запрещенной зоны? а) Зависит; б) Не зависит; в) Зависит, если при этом изменяется уровень Ферми.

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

1. “ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ” - Электроника

1. Теоретически и экспериментально показано, что зоны разрешенных энергий разделены…
   1. зонной проводимости;
   2. запрещенной зоной;
   3. валентной зоной.
2. Носители в невырожденных полупроводниках подчиняются статистике…
   1. Ферми-Дирака;
   2. Бозе-Эйнштейна;
   3. = Максвелла-Больцмана;
   4. Больцмана.
3. В соответствии с принципом Паули на каждом энергетическом уровне может находиться…
   1. один электрон;
   2. два электрона с противоположными спинами;
   3. два электрона с одинаковыми спинами;
   4. бесконечно большое количество электронов.
4. Отличительной особенностью какого класса веществ является очень сильная реакция на

Согласована на портале № 68069

внешнее воздействие (температуры, освещения, воздействия электрических и магнитных полей)?
1. полупроводники;
2. металлы;
3. диэлектрики.

5. Подвижность электронов в полупроводниках…
   1. всегда меньше подвижности дырок;
   2. может быть как меньше подвижности дырок, так и больше;
   3. всегда больше подвижности дырок;
   4. равна подвижности дырок.
6. Дрейфовым током называется ток, обусловленный…
   1. градиентом концентрации;
   2. градиентом температур;
   3. электрическим полем;
   4. магнитным полем.
7. Диффузионным током называется ток, обусловленный…
   1. градиентом концентрации;
   2. градиентом температур;
   3. электрическим полем;
   4. магнитным полем.
8. Удельное сопротивление полупроводника с ростом температуры…
   1. уменьшается;
   2. увеличивается;
   3. сначала уменьшается, затем увеличивается;
   4. не изменяется.
9. Подвижность носителей с увеличением концентрации легирующей примеси…
   1. увеличивается;
   2. уменьшается;
   3. сначала увеличивается, затем уменьшается;
   4. не изменяется.
10. Характер электропроводности примесного полупроводника определяется…
    1. неосновными носителями;
    2. основными носителями;
    3. температурой.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Биполярные и полевые транзисторы
2. Расчет параметров диода с резким p-n-переходом
3. Анализ переходных процессов в транзисторных ключах. Технологии изготовления интегральных микросхем. Базовые логические элементы.

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

Согласована на портале № 68069

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 9.2.

Таблица 9.2 – 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:

Согласована на портале № 68069

– 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.

Согласована на портале № 68069

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 3 от «12» 12 2019 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
Заведующий обеспечивающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22-bda1-21376d739cfc

ЭКСПЕРТЫ:

Ассистент, каф. ТОР	О.А. Жилинская	Согласовано, 7029dda8-6686-4f8c-8731-d84665df77fc
Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Разработано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805
Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Разработано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52

Согласована на портале № 68069