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
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы микроэлектроники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Самостоятельная работа	48	48	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 32535

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 54 от « 15 » 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. ТУ	_____	В. А. Шалимов
профессор каф. ТУ	_____	А. М. Заболоцкий

Заведующий обеспечивающей каф. ТУ	_____	Т. Р. Газизов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Эксперты:

доцент кафедры ТУ	_____	А. Н. Булдаков
Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	А. Ю. Попков

Согласована на портале № 32535

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение студентами физических эффектов и процессов, лежащих в основе принципов действия полупроводниковых приборов.

1.2. Задачи дисциплины

– В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие проводить самостоятельный анализ физических эффектов и процессов, определяющих принципы действия основных полупроводниковых приборов, как изучаемых в настоящей дисциплине, так и находящихся за её рамками.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы микроэлектроники» (Б1.В.ДВ.3.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы теории цепей, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства, Аппаратные средства контроля и управления РЭС.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** физические явления и эффекты, определяющие принцип действия основных полупроводниковых приборов; зонные диаграммы собственных и примесных полупроводников, p-n- перехода, контакта металл- полупроводник и простейшего гетероперехода; физические процессы, происходящие на границе раздела различных сред; математическую модель идеализированного p-n- перехода и влияние на ВАХ ширины запрещённой зоны (материала), температуры и концентрации примесей; физический смысл основных параметров и основные характеристики электрических контактов различного вида в полупроводниковой электронике; физические процессы в структурах с взаимодействующими p-n- переходами и в структурах металл-диэлектрик-полупроводник; взаимосвязь между физической реализацией полупроводниковых структур и их моделями, электрическими характеристиками и параметрами; влияние температуры на физические процессы в структурах и их характеристики; основные технологические процессы в микроэлектронике; области применения микроэлектронных приборов и датчиков в науке и технике.

– **уметь** находить значения электрофизических параметров полупроводниковых материалов (кремния, германия, арсенида галлия) в учебной и справочной литературе для оценки их влияния на параметры структур; изображать структуры с различными контактными переходами; объяснять принцип действия и составлять электрические и математические модели рассматриваемых структур; объяснять связь физических параметров со статическими характеристиками и параметрами изучаемых структур; экспериментально определять статические характеристики и параметры различных структур.

– **владеть** навыками изображения полупроводниковых структур с использованием зонных энергетических диаграмм; навыками составления эквивалентных схем изучаемых структур; навыками работы с типовыми средствами измерений с целью комплексной оценки основных параметров и статических характеристик изучаемых структур.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры

Согласована на портале № 32535

		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	24	24
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	18	18
Самостоятельная работа (всего)	48	48
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Подготовка к лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

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	Лек., ч	рак. зан	б. раб.,	м. раб.,	в (без	туемые ком
3 семестр						
1 Введение в физику полупроводников	1	0	0	1	2	ПК-1
2 Кинетика носителей зарядов в полупроводниках и токи	1	2	0	3	6	ПК-1
3 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n- переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	4	4	4	9	21	ПК-1
4 Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами и её статические характеристики.	4	4	4	9	21	ПК-1
5 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник и её статические характеристики	6	4	4	10	24	ПК-1
6 Отличие реальных электронно-дырочных переходов от идеализированных.	3	0	0	1	4	ПК-1
7 Физические основы управления током канала с помощью управляющего перехода	2	0	0	1	3	ПК-1
8 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	2	2	4	7	15	ПК-1
9 Гальваномагнитные, термомагнитные и термоэлектрические явления в полупроводниках.	1	2	2	7	12	ПК-1

Согласована на портале № 32535

Итого за семестр	24	18	18	48	108	
Итого	24	18	18	48	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	ое мкос	ые ко
3 семестр			
1 Введение в физику полупроводников	Зонная модель твердых тел. Классификация твердых тел (металлы, полупроводники, диэлектрики). Кристаллическая решетка полупроводников. Собственный полупроводник. Энергетическая (зонная) диаграмма собственного полупроводника. Электроны и дырки. Примесные полупроводники. Доноры и акцепторы. Проводимости n- и p-типа. Зонные диа-граммы, уровни доноров и акцепторов. Компенсированные полупроводники.	1	ПК-1
	Итого	1	
2 Кинетика носителей зарядов в полупроводниках и токи	Материалы полупроводниковой и электронной техники и их электрофизические свойства. Структура полупроводников и типы проводимости. Энергетические зоны твёрдого тела. Зонная структура полупроводников. Понятие доноров и ак-цепторов. Влияние примесей на физические свойства полу-проводников. Вырожденные и невырожденные полупровод-ники. Концентрация носителей. Рекомбинация носителей. Поверхностная и объёмная рекомбинации. Законы движения носителей заряда в полупроводниках. Уравнения диффузии. Биполярная диффузия. Монополярная диффузия	1	ПК-1
	Итого	1	
3 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n-переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	Классификация переходов. Структура p-n перехода. Понятие нейтральности перехода. Анализ перехода в равновесном состоянии. Анализ перехода в неравновесном состоянии. Статические вольт-амперные характеристики идеального диода. Понятие обратного тока диода. Характеристические со-противления диода. Статические вольт-амперные характеристики реальных диодов. Модуляция сопротивления базы. Переходные характеристики диода. Барьерная ёмкость (ёмкость перехода) диода. Диффузионная ёмкость перехода. Односторонние p-n переходы. Контакты металл-полупроводник. Омические контакты. Выпрямляющие контакты.	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими	Физические принципы работы биполярных транзисторов. Эквивалентные схемы биполярных транзисторов. Формулы Молла-Эберса.	4	ПК-1

Согласована на портале № 32535

переходами и её статические характеристики.	Идеализированные статические и динамические параметры биполярных транзисторов. Схемы включения. Зависимость параметров биполярных транзисторов от температуры и режима. Составные биполярные транзисторы		
	Итого	4	
5 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник и её статические характеристики	МДП-транзисторы с изолированным затвором, встроенным и индуцированным каналами. Принцип работы, основные параметры. Статические вольт-амперные характеристики для каждого типа полевых транзисторов. Эквивалентные схемы полевых транзисторов.	6	ПК-1
	Итого	6	
6 Отличие реальных электронно-дырочных переходов от идеализированных.	Особенности структур биполярных транзисторов. Методы изоляции отдельных элементов интегральных схем. Назначение скрытого эпитаксиального слоя. Образование паразитных транзисторов при изоляции p-n переходами. Комбинированная изоляция транзисторов. Многоэмиттерные транзисторы. Транзисторы с диодом Шоттки. Диодное включение транзисторов. Модель интегрального биполярного транзистора	3	ПК-1
	Итого	3	
7 Физические основы управления током канала с помощью управляющего перехода	Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом. Принцип работы, основные параметры. Статические вольт-амперные характеристики для каждого типа полевых транзисторов. Эквивалентные схемы полевых транзисторов. Основные технологические процессы в микроэлектронике.	2	ПК-1
	Итого	2	
8 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Оптоэлектронные приборы: светоизлучающие диоды, фотодиоды, оптопары диодные, транзисторные, тиристорные. Принцип работы, основные параметры. Статические вольт-амперные характеристики	2	ПК-1
	Итого	2	
9 Гальваномагнитные, термомагнитные и термоэлектрические явления в полупроводниках.	Эффект Холла. Магниторезистивный эффект. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Эффект Томсона.	1	ПК-1
	Итого	1	
Итого за семестр		24	

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.

Согласована на портале № 32535

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	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Основы теории цепей			+	+	+		+		
2 Физика		+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины									
1 Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства		+	+	+	+	+	+	+	
2 Аппаратные средства контроля и управления РЭС		+	+	+	+	+	+	+	

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
	Лек.	Практ. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, 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	...ое мкость	...мые ко
3 семестр			
3 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n-переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	Исследования вольт-амперных характеристик полупроводниковых диодов	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами и её статические характеристики.	Исследования вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник и её	Исследования вольт-амперных характеристик полевых транзисторов с p-n-переходом	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 32535

статические характеристики			
8 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Исследования вольт-амперных характеристик MDP тран-зисторов	4	ПК-1
	Итого	4	
9 Гальваномагнитные, термомагнитные и термоэлектрические явления в полупроводниках.	Исследования вольт-амперных характеристик диодных оптронов	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	ое мк ос	ые ко
3 семестр			
2 Кинетика носителей зарядов в полупроводниках и токи	Расчет величины контактной разности потенциалов (диффузионного потенциала) при изменении концентрации примеси в одной из областей перехода.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n-переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	Расчет ширины перехода в зависимости от модуля и полярности приложенного напряжения.	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами и её статические характеристики.	Расчет тепловых токов и токов термогенерации в переходах из полупроводниковых материалов с различной шириной запрещенной зоны от температуры	4	ПК-1
	Итого	4	
5 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник и её статические характеристики	Расчет вольт-амперных характеристик идеализированных переходов при различной температуре.	4	ПК-1
	Итого	4	
8 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Расчет барьерной и диффузионной емкостей перехода.	2	ПК-1
	Итого	2	
9 Гальваномагнитные, термомагнитные и термоэлектрические явления в полупроводниках.	Датчик Холла.	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 32535

Итого за семестр		18	

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,	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение в физику полупроводников	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
2 Кинетика носителей зарядов в полупроводниках и токи	Проработка лекционного материала	3	ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	3		
3 Физические процессы при контакте разнородных материалов (p-n- переход, контакт металл-полупроводник, гетеропереход).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
4 Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами и её статические характеристики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
5 Физические процессы в структуре металл-диэлектрик-полупроводник и её статические характеристики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Итого	10		
6 Отличие реальных электронно-дырочных переходов от идеализированных.	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Зачет, Тест
	Итого	1		
7 Физические основы управления током канала с помощью управляющего перехода	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Зачет, Тест
	Итого	1		

Согласована на портале № 32535

8 Фотоэлектрические явления в полупроводниках.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Итого	7		
9 Гальваномагнитные, термомагнитные и термоэлектрические явления в полупроводниках.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	7		
Итого за семестр		48		
Итого		48		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Зачет	10	15	15	40
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	30	35	35	100
Нарастающим итогом	30	65	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3

Согласована на портале № 32535

< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Учебное пособие «Микроэлектроника» : Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С. - 2013. 172 с. (Дата доступа 20.05.2018) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4280 (дата обращения: 19.06.2018).

2. Несмелов, Николай Сергеевич. Физические основы микроэлектроники : Учебное пособие (для автоматизированной технологии обучения). - Томск : ТУСУР , 2007. - 276 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 187 экз.)

3. Электроника. Часть 1: Учебное пособие / Ицкович В. М., Шалимов В. А. - 2016. 209 с. (Дата доступа 20.05.2018) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7278 (дата обращения: 19.06.2018).

4. Электроника. Часть 2: Учебное пособие / Ицкович В. М., Шалимов В. А. - 2016. 120 с. Дата доступа 20.05.2018 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7279 (дата обращения: 19.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Аваев Н.А. Основы микроэлектроники: рекомендовано Министерством образования. – М.: Радио и связь, 1991. – 287 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 87 экз.)

2. Электроника: Учебное пособие / Коновалов В. Ф. - 2012. 266 с. Дата доступа 20.05.2018 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7314 (дата обращения: 19.06.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Учебное пособие «Микросхемотехника Аналоговая микросхемотехника»: Для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С., Четвергов К. В. - 2014. 238 с. (Пособие рекомендовано к практическим занятиям) Дата доступа 20.05.2018 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4289 (дата обращения: 19.06.2018).

2. Электроника: Учебно-методическое пособие / Ицкович В. М., Шалимов В. А. - 2016. 76 с. (Пособие рекомендовано к самостоятельным и пракическим занятиям) (Дата доступа 20.05.2018) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7280 (дата обращения: 19.06.2018).

Согласована на портале № 32535

3. Исследование вольт-амперных характеристик полупроводниковых диодов: Руководство к лабораторной работе / Заболоцкий А. М., Шалимов В. А. - 2018. 11 с. Дата доступа 18.06.2018 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7912 (дата обращения: 19.06.2018).

4. Исследование вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов: Руководство к лабораторной работе / Заболоцкий А. М., Шалимов В. А. - 2018. 9 с. Дата доступа 18.06.2018 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7913 (дата обращения: 19.06.2018).

5. Исследование вольт-амперных характеристик полевых транзисторов: Руководство к лабораторной работе / Заболоцкий А. М., Шалимов В. А. - 2018. 16 с. Дата доступа 18.06.2018 [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7914 (дата обращения: 19.06.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ:
2. 1. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh (дата доступа 20.04.2018)
3. 2. http://protect.gost.ru/ (дата доступа 20.04.2018)
4. 3. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/uis-rossiya (дата доступа 20.04.2018)
5. 4. https://elibrary.ru/defaultx.asp (дата доступа 20.04.2018)
6. 5. http://www.tehnorma.ru/ (дата доступа 20.04.2018)

12.5. Периодические издания

1. Электроника : научно-технический журнал. Известия ВУЗов/ Министерство образования Российской Федерации (М.), Московский государственный институт электронной техники. - М. : МИЭТ, 1996 - . - ISSN 1561-5405.
2. Радиотехника : научно - технический журнал. - М. : Радиотехника . - Журнал выходит с февраль 1937 г.
3. Электроника : научно-технический журнал. - М. : Мир . - Журнал выходит с 1961 г.
4. Радиофизика и физические основы электроники [Электр.ресурс] : реферативный журнал. Сер. 18. Ж. - М. : ВИНИТИ . - Журнал выходит с 1954 г.

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 для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются

Согласована на портале № 32535

демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория комплексных информационных технологий в управлении

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 209 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Intel с монитором (16 шт.);
- Стол письменный 120 см (18 шт.);
- Доска трёхэлементная;
- Экран рулонный;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader
- Microsoft Windows XP
- TALGAT2016

Учебная лаборатория цифровых устройств и микропроцессоров

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), 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. 47, 218 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Генераторы: Г3-53 (3 шт.), Г3-112/1 (3 шт.), Г5-54 (6 шт.);
- Осциллографы GOS-620 (6 шт.);
- Макеты (6 шт.);
- Доска аудиторная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория цифровых устройств и микропроцессоров

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), 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. 47, 218 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Генераторы: Г3-53 (3 шт.), Г3-112/1 (3 шт.), Г5-54 (6 шт.);
- Осциллографы GOS-620 (6 шт.);

Согласована на портале № 32535

- Макеты (6 шт.);
- Доска аудиторная;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 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 зрениями** 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. Какие типы полупроводниковых материалов используются при создании p-n переходов:

Согласована на портале № 32535

а) «n» полупроводниковые материалы.

б) «p» полупроводниковые материалы.

в) «i» полупроводниковые материалы.

г) «p-n».

2. Какой полупроводниковый материал обеспечивает наибольшую рабочую температуру:

а) Ge.

б) Si.

в) GaAs.

3. Какой полупроводниковый материал диода обеспечивает наибольшую рабочую частоту:

а) Ge.

б) Si.

в) GaAs.

4. При каком включении диода на p-n переходе выделяется наибольшая мощность:

а) Обратном.

б) Прямом.

в) В области пробоя.

5. Для чего одну из областей p-n перехода выполняют относительно, высокоомной:

а) Для увеличения быстродействия.

б) Для увеличения максимального тока.

в) Для увеличения напряжения пробоя.

6. Как меняется емкость p-n перехода при обратном включении и увеличении запирающего напряжения:

а) Увеличивается.

б) Не меняется.

в) Уменьшается.

7. В области пробоя сопротивление p-n перехода:

а) $R_{пер} \to \infty$.

б) $R_{пер}=0$.

в) $R_{пер}$ неизменно.

8. Для увеличения быстродействия полупроводникового прибора материал p-n перехода:

а) Слабо легируют.

б) Сильно легируют.

в) Выполняют из i полупроводника.

9. При прямом включении p-n перехода сопротивление перехода:

а) $R_{пер} \to \infty$.

б) $R_{пер}=0$.

в) $R_{пер}$ неизменно.

10. В какой схеме включения биполярные транзисторы имеют максимальный коэффициент усиления по мощности:

а) ОБ.

б) ОК.

в) ОЭ.

11. При каком включении диода на p-n переходе выделяется наименьшая мощность:

а) Обратном.

б) Прямом.

в) В области пробоя.

12. В какой схеме включения биполярные транзисторы имеют максимальное входное сопротивление:

а) ОБ.

б) ОК.

Согласована на портале № 32535

в) ОЭ.

13. В какой схеме включения биполярные транзисторы имеют наилучшие частотные свойства:

а) ОБ.

б) ОК.

в) ОЭ.

14. Диодный оптрон это:

а) Светодиод.

б) Фотодиод.

в) Свето- и фотодиод в одном корпусе.

15. В каких режимах могут работать фотодиоды:

а) Преобразовывать свет-сигнал.

б) Фотогенераторы.

в) Преобразовывать переменное напряжение в постоянное .

16. Для полевого транзистора с индуцированным «n» каналом в схеме «общий исток» при увеличении отрицательного напряжения на затворе ток стока:

а) Уменьшается.

б) Увеличивается.

в) Остается неизменным.

г) Равен 0.

17. Для полевого транзистора с встроенным «p» каналом в схеме с общим истоком при увеличении отрицательного напряжения на затворе ток стока:

а) Уменьшается.

б) Увеличивается.

в) Не меняется.

18. Из какого полупроводникового материала следует изготовить полевые транзисторы, обладающие максимальным быстродействием:

а) Ge

б) Si

в) nGaAs

г) pGaAs

д) InN (Нитрид индия)

19. Какой из видов полевых транзисторов обладает наименьшей чувствительностью к электростатическому пробою:

а) Полевые транзисторы со встроенным каналом.

б) Полевые транзисторы с индуцированным каналом.

в) Полевые транзисторы с «p-n» переходом.

20. Для управления током стока полевым транзисторам требуется изменять:

а) Ток затвора.

б) Напряжение Uси.

в) Напряжение Uзи.

14.1.2. Темы опросов на занятиях

1. Условные графические обозначения, вольт-амперные характеристики и параметры диодов: плоскостных, точечных, импульсных, лавинных, туннельных, стабилитронов, варикапов.

2. Условные графические обозначения, вольт-амперные характеристики и параметры диодов: стабилитронов, варикапов, диодов Шотки, диодов Ганна.

3. Условные графические обозначения, вольт-амперные характеристики и параметры диодов: светодиодов, фотодиодов, диодных оптронов.

4. Биполярные транзисторы p-n-p в трёх схемах включения и трех режимах работы.

5. Биполярные транзисторы n-p-n в трёх схемах включения и трех режимах работы.

6. Полевые транзисторы с p-каналом в трёх схемах включения и трёх режимах работы.

7. Полевые транзисторы с n-каналом в трёх схемах включения и трёх режимах работы.

8. Вентильное свойство p-n перехода.

9. Виды пробоев p-n перехода.

Согласована на портале № 32535

10. Акцепторные и донорные примеси.
11. Разновидности полевых транзисторов.
12. Собственная электропроводность полупроводника

14.1.3. Зачёт

1. Диод Шоттки.
2. Светодиод.
3. ВАХ идеализированного диода. Параметры.
4. Диод СВЧ.
5. Точечный диод.
6. Плоскостной диод.
7. Фотодиод.
8. Импульсный диод
9. Разрешенные и запрещенные энергетические зоны. Собственная электропроводность полупроводника
10. Процессы переноса зарядов в полупроводниках. Диффузия и дрейф носителей заряда.
11. Физические процессы в биполярном транзисторе. Основные параметры биполярных транзисторов.
12. Физические процессы в полевом транзисторе с управляющим p-n переходом. Статические характеристики.
13. Физические процессы в МДП-транзисторах. Статические характеристики.
14. Составной транзистор. Схемы составного транзистора.
15. Фотоэлектрические приборы на основе внешнего фотоэффекта.
16. Фотоэлектрические приборы на основе внутреннего фотоэффекта.
17. Фототранзистор. Принцип действия. Основные характеристики.
18. h-параметры. Физический смысл коэффициентов. Эквивалентная схема транзистора с учетом h-параметров
19. y-параметры. Физический смысл коэффициентов. Эквивалентная схема транзистора с учетом y-параметров
20. Эквивалентные схемы для биполярных и полевых транзисторов.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследования вольт-амперных характеристик полупроводниковых диодов
Исследования вольт-амперных характеристик биполярных транзисторов
Исследования вольт-амперных характеристик полевых транзисторов с p-n переходом
Исследования вольт-амперных характеристик МДП-транзисторов
Исследования вольт-амперных характеристик диодных оптронов

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.

Согласована на портале № 32535

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 32535