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

Твердотельные приборы и устройства

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	48	48	часов
5	Самостоятельная работа	60	60	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 38984

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от «20» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

профессор каф. ЭП	_____	Л. Н. Орликов
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ЭП	_____	С. М. Шандаров

Эксперты:

Заведующий кафедрой электронных приборов (ЭП)	_____	С. М. Шандаров
Доцент кафедры электронных приборов (ЭП)	_____	А. И. Аксенов

Согласована на портале № 38984

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

овладение основами проектирования, исследования и эксплуатации твердотельных приборов и устройств;

формирование у студентов способности разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы.

1.2. Задачи дисциплины

– Задачи дисциплины состоят в изучении традиционных методов проектирования твердотельных приборов, основ проектирования твердотельных приборов с применением ЭВМ, построение алгоритмов, формализованных и математических моделей процессов в твердотельных приборах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Твердотельные приборы и устройства» (Б1.В.ДВ.7.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Квантовая механика, Схемотехника, Физика, Физика конденсированного состояния.

Последующими дисциплинами являются: Квантовые приборы и устройства, Оптоэлектронные приборы и устройства, Основы технологии электронной компонентной базы, Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

– ПК-6 способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** физические принципы работы приборов электроники и наноэлектроники; основные приемы построения схем электроники и наноэлектроники

– **уметь** ориентироваться в многообразии современных приборов электроники и наноэлектроники; разрабатывать принципиальные схемы взаимодействия приборов электроники различных типов; определять экспериментальным или расчетным путем оптимальные режимы работы приборов в схеме; использовать для выполнения отдельных операций стандартные программные продукты; владеть основными навыками анализа схем на приборах электроники и наноэлектроники

– **владеть** представлениями о перспективах и тенденциях развития изделий электроники и наноэлектроники

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	48	48
Лекции	20	20
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	12	12

Согласована на портале № 38984

Самостоятельная работа (всего)	60	60
Подготовка к контрольным работам	8	8
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	8	8
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	22	22
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	10
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

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	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр						
1 Основы физики полупроводников	2	0	0	2	4	ПК-5, ПК-6
2 Полупроводниковые диоды	2	10	0	10	22	ПК-5, ПК-6
3 Биполярные транзисторы	2	0	8	12	22	ПК-5, ПК-6
4 Полевые транзисторы	2	2	4	10	18	ПК-5, ПК-6
5 Применение биполярных и полевых транзисторов	2	4	0	7	13	ПК-5, ПК-6
6 Приборы с «S» - образной характеристикой	4	0	0	6	10	ПК-5, ПК-6
7 Цифровые интегральные микросхемы	4	0	0	6	10	ПК-5, ПК-6
8 Аналоговые интегральные микросхемы	2	0	0	7	9	ПК-5, ПК-6
Итого за семестр	20	16	12	60	108	
Итого	20	16	12	60	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)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 38984

6 семестр			
1 Основы физики полупроводников	История развития полупроводниковых приборов. Основные понятия интегральной микроэлектроники. Классификация и обозначение полупроводниковых приборов и интегральных микросхем (ИМС).Собственные и примесные полупроводники. Уровень Ферми. Электропроводность полупровод-ников, процессы генерации и рекомбинации. Диффузионный и дрейфовые токи в полупроводниках.Электронно-дырочный переход (p-n переход). Равновесное состояние p-n перехода, прямое и обратное включение перехода. Барьерная и диффузионная емкости p-n перехода	2	ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
2 Полупроводниковые диоды	Вольтамперная характеристика реального диода. Классификация полупроводниковых диодов по функциональному назначению. Выпрямительные диоды, стабилитроны, СВЧ диоды, диоды с использованием объемной неустойчивости Переходные процессы в полупроводниковых диодах, параметры переключения	2	ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
3 Биполярные транзисторы	Физические явления в биполярном транзисторе. Характеристики и параметры биполярного транзистора. Динамический режим транзистора, динамические характеристики и параметры. Транзистор в импульсном режиме. Работа транзистора на высоких частотах. Режимы и параметры транзисторов. Дрейфовые транзисторы	2	ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
4 Полевые транзисторы	Полевые полупроводниковые приборы. Полевой транзистор с управляемым p-n переходом. Процессы в структуре металл – диэлектрик-полупроводник (МДП). МДП транзисторы. Приборы с зарядовой связью. Полевые транзисторы с индуцированным каналом.	2	ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
5 Применение биполярных и полевых транзисторов	Характеристики и режимы использования мощных полевых транзисторов. Фотоприемники. Фототранзисторы. Фотоприемные устройства	2	ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
6 Приборы с «S» - образной характеристикой	Четырехслойная p-n-p-n — структура. Физические процессы, приводящие к переключению. Динистор. Триодный тиристор. Симистор. Параметры и характеристики. Особенности применения.Однопереходный транзистор. Структура, принцип действия, параметры. Применение однопереходных транзисторов и диодов с S - образной характеристикой.	4	ПК-5, ПК-6

Согласована на портале № 38984

	Итого	4	
7 Цифровые интегральные микросхемы	Логические элементы на биполярных транзисторах. Классификация логических элементов. Основные характеристики логических элементов. Элементы транзисторно-транзисторной логики. Логические элементы на полевых транзисторах. Логические элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ. Логические элементы динамического типа	4	ПК-5, ПК-6
	Итого	4	
8 Аналоговые интегральные микросхемы	Общие сведения. Каскады формирователей тока. Дифференциальные каскады на биполярных транзисторах. Дифференциальные каскады на полевых транзисторах. Выходные каскады. Схемотехника операционных усилителей	2	ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		20	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Квантовая механика		+	+				+	+
2 Схемотехника		+	+	+	+	+	+	+
3 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Физика конденсированного состояния		+	+					+
Последующие дисциплины								
1 Квантовые приборы и устройства	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Оптоэлектронные приборы и устройства	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Основы технологии электронной компонентной базы	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Преддипломная практика	+	+	+	+	+	+	+	+

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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 38984

Компетенции	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
3 Биполярные транзисторы	Исследование статических характеристик транзистора	4	ПК-5, ПК-6
	Исследование импульсных свойств биполярного транзистора	4	
	Итого	8	
4 Полевые транзисторы	Исследование статических характеристик полевого транзистора	4	ПК-5, ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

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)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Полупроводниковые диоды	Полупроводниковые диоды	4	ПК-5, ПК-6
	Свервысокочастотные приборы	2	

Согласована на портале № 38984

	Биполярные транзисторы	4	
	Итого	10	
4 Полевые транзисторы	Полевые транзисторы	2	ПК-5, ПК-6
	Итого	2	
5 Применение биполярных и полевых транзисторов	Фотоприемники	4	ПК-5, ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Основы физики полупроводников	Проработка лекционного материала	1	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	2		
2 Полупроводниковые диоды	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	10		
3 Биполярные транзисторы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		

Согласована на портале № 38984

	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	12		
4 Полевые транзисторы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	2		
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	10		
5 Применение биполярных и полевых транзисторов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3		
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	7		
6 Приборы с «S» - образной характеристикой	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	6		
7 Цифровые интегральные микросхемы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контроль-	1		

Согласована на портале № 38984

	ным работам			
	Итого	6		
8 Аналоговые интегральные микросхемы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ПК-5, ПК-6	Конспект самоподготовки, Контрольная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	7		
Итого за семестр		60		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		96		

10. Курсовой проект / курсовая работа

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
6 семестр				
Конспект самоподготовки	3	3	3	9
Контрольная работа	6	6	6	18
Опрос на занятиях	4	4	4	12
Отчет по лабораторной работе	6	6	6	18
Тест	4	4	5	13
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	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
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Согласована на портале № 38984

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. Твердотельная электроника [Электронный ресурс]: Учебное пособие для студентов направления 2100100 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Электронные приборы и устройства» / Давыдов В. Н. - 2013. 175 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3715 (дата обращения: 11.07.2018).

2. Твердотельные приборы и устройства [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Шангин А. С. - 2012. 156 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2438 (дата обращения: 11.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 8-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2006. - 478[2] с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Предм. указ.: с. 468-474. - ISBN 5-8114-0368-2 (наличие в библиотеке ТУСУР - 98 экз.)

2. Основы микроэлектроники : учебное пособие для вузов / И. П. Степаненко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2004. - 488 с. : ил. - (Технический университет). - Библиогр.: с. 419. -Предм. указ.: с. 488. - ISBN 5-93208-045-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 224 экз.)

3. Твердотельная электроника [Текст] : учебное пособие / Н. С. Легостаев, П. Е. Троян, К. В. Четвергов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 476 с. : граф., табл. - (Приоритетные национальные проекты. Образование). - ISBN 978-5-86889-422-0 (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)

4. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника : Учебное пособие для вузов / Ю. Л. Бобровский [и др.] ; ред. : Н. Д. Федоров. - М. : Радио и связь, 2002. - 560 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 61 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Исследование статических характеристик транзистора [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 - «Электроника и наноэлектроника» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 21 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3465 (дата обращения: 11.07.2018).

2. Исследование импульсных свойств биполярного транзистора [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 -«Электроника и наноэлектроника» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 14 с. - Режим доступа:

Согласована на портале № 38984

http://edu.tusur.ru/publications/3466 (дата обращения: 11.07.2018).

3. Исследование статических характеристик полевого транзистора [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе для студентов направления 210100.62 -«Электроника и наноэлектроника» / Арестов С. И., Шангин А. С. - 2013. 17 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3467 (дата обращения: 11.07.2018).

4. Твердотельные приборы и устройства [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления 210100.62 – Электроника и микроэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 26 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3468 (дата обращения: 11.07.2018).

5. Твердотельные приборы и устройства [Электронный ресурс]: Методические указания по самостоятельной работе для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника / Орликов Л. Н. - 2013. 17 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3469 (дата обращения: 11.07.2018).

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 использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

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

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;

Согласована на портале № 38984

- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 313 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (16 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- 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.

Согласована на портале № 38984

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 основные функции выполняет полупроводниковый прибор внутри электронного устройства.

а) управляемый ключ и усилитель;

б) не управляемый ключ;

в) неуправляемый усилитель;

г) стабилизатор параметров.

2. Диод Шотки – это полупроводниковый диод, выпрямительные свойства которого основаны на:

а) взаимодействии металла и обедненного слоя полупроводника;

б) на диффузии дырок в электрическом поле;

в) на отсутвии эффекта накопления неосновных носителей заряда;

г) на эффекте Миллера.

3. Какая схема включения биполярного транзистора наиболее предпочтительна при работе на высоких частотах

а) с общей базой;

б) с общим коллектором;

в) с общим эмиттером;

г) любая.

4. Резистор – это…

а) пассивный элемент с активным сопротивлением;

б) активный элемент с пассивным сопротивлением;

в) пассивный элемент с пассивным сопротивлением;

г) активный элемент с активным сопротивлением.

5. В схему параметрического стабилизатора, без усиления по току нагрузки входят следующие

элементы:

а) резистор, диод Шоттки;

б) резистор, биполярный транзистор;

в) резистор, стабилитрон;

г) резистор, тиристор.

6. Сколько выпрямительных диодов содержит схема мостового выпрямителя?

а) 1 выпрямительный диод;

б) 2 выпрямительных диода;

в) 4 выпрямительных диода;

г) 5 выпрямительных диодов.

7. Различают … режимов работы биполярного транзистора

а) 4 ;

б) 3 ;

в) 2 ;

г) 5 .

Согласована на портале № 38984

8. У биполярного транзистора ток … всегда больше других токов

а) коллектора;

б) эмиттера ;

в) базы ;

г) истока .

9. Схема эмиттерного повторителя реализуется на основе включения биполярного транзистора по схеме с …

а) общим эмиттером;

б) общим коллектором ;

в) общей базой ;

г) общим затвором.

10. Полупроводниковые диоды, напряжение на которых в области электрического пробоя при обратном смещении слабо зависит от тока в заданном диапазоне это …

а) стабисторы ;

б) обращенные диоды;

в) выпрямительные диоды;

г) стабилитроны.

11. При параллельном соединении нескольких диодов для каждого значения напряжения токи, текущие через них, …

а) вычитаются;

б) складываются;

в) не изменяются;

г) так соединять диоды нельзя.

12. Усилитель напряжения состоит из двух последовательно включенных каскадов. Коэффициент усиления первого 10, второго – 20. Каков общий коэффициент усиления усилителя?

а) 200 ;

б) 40;

в) 50;

г) 30.

13. Подвижность электронов в полупроводниках…

а) всегда меньше подвижности дырок;

б) может быть, как меньше подвижности дырок, так и больше;

в) всегда больше подвижности дырок;

г) равна подвижности дырок.

14. Электроны, прошедшие в металл, создают на его поверхности отрицательный заряд, а в приповерхностном слое проводника не скомпенсированные ионизованные доноры формируют положительный заряд, в результате этого процесса между металлом и полупроводником возникает…

а) внутреннее электрическое поле;

б) внешнее электрическое поле;

в) магнитное поле;

г) градиент концентрации.

15. Диод Шоттки – это полупроводниковый прибор на основе контакта металл-полупроводник, принцип действия которого основан на явлении…

а) термоэлектронной эмиссии;

б) фотоэлектронной эмиссии;

в) вторичной эмиссии;

г) автоэлектронной эмиссии.

16. Усилительные, генераторные и переключательные свойства биполярного транзистора обусловлены явлениями…

а) инжекции неосновных и экстракции основных носителей зарядов;

б) инжекции основных и экстракции неосновных носителей зарядов;

в) инжекции и экстракции основных носителей зарядов;

г)инжекции и экстракции неосновных носителей зарядов

17. Из ниже перечисленных параметров биполярного транзистора к числу внешних пара-

Согласована на портале № 38984

метров не относится…

а) статический коэффициент передачи тока эмиттера;

б) дифференциальный коэффициент передачи тока эмиттера;

в) коэффициент передачи тока базы;

г) эффективность коллектора.

18. Тиристор – это полупроводниковый прибор…

а) на основе монокристалла, с тремя или более p-n переходами, имеющий два устойчивых состояния;

б) с двумя или более p-n переходами, на вольтамперной характеристике которого имеется участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением;

в) с тремя или более p-n переходами, на вольтамперной характеристике которого имеется участок с отрицательной проводимостью;

г) с двумя или более p-n переходами, на вольтамперной характеристике которого имеется участок с отрицательной проводимостью.

19 . Режим работы полевого транзистора с управляющим p-n переходом без перекрытия канала называется…

а) режимом отсечки;

б) линейным режимом;

в) режимом насыщения;

г) активным режимом.

20. При работе транзистора в качестве датчика температуры обычно используют схему включения…

а) с общим коллектором и отключенным эмиттером;

б) с общей базой;

в) с общим эмиттером и отключенной базой;

г) с общим коллектором.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Объясните смысл электронной и дырочной проводимости.

Чем обусловлена контактная разность потенциалов?

Каково влияние внутреннего электрического поля p-n –перехода на движение основных и неосновных носителей тока?

Объясните вольт-амперную характеристику диода?

Что такое емкость p-n-перехода?

Объясните зависимость емкости от напряжения на переходе.

Как изменяется сопротивление диода от полярности приложенного напряжения?

Чем объясняется сильное влияние температуры на характеристики диода?

Назовите основные параметры диода.

Нарисуйте устройство плоскостного диода.

Нарисуйте устройство точечного диода.

Нарисуйте устройство плоскостного транзистора.

Как обозначается на схемах биполярный транзистор p-n-p и n-p-n типа.

Назовите основные технологические способы изготовления плоскостных транзисторов. Объяснить работу транзистора.

Назовите механизм переноса носителей в базе.

Нарисуйте три схемы включения транзистора.

Нарисуйте основные характеристики транзистора при включении с общей базой.

Нарисуйте основные характеристики транзистора при включении с общим эмиттером.

Нарисуйте и объясните зависимость коэффициента передачи транзистора от тока эмиттера.

Каков физический смысл h –параметров. Как обозначается на схемах полевые транзисторы с каналами n и p типа.

Нарисуйте схему включения полевого транзистора. Расскажите о принципе работы полевого транзистора. Как устроен полевой транзистор с управляющим p-n –переходом.

МДП транзисторы Что такое напряжение насыщения. Что такое напряжение отсечки. Нарисуйте эквивалентную схему полевого транзистора. Расскажите о преимуществах полевого транзи-

Согласована на портале № 38984

стора по сравнению с биполярным.

Однопереходной транзистор, устройство и принцип его работы. Расскажите принцип работы тиристора.

Устройство тиристора и обозначение его на схеме. Вольт амперная характеристика тиристора. Основные параметры тиристора.

Динистор, устройство и принцип его работы.

Симистор, устройство и принцип его работы.

Общие сведения о аналоговых интегральных микросхемах.

14.1.3. Темы контрольных работ

Расчет выпрямителя на полупроводниковых диодах

Расчет удвоителя напряжения на полупроводниковых диодах

Расчет усилителя на биполярном транзисторе

Расчет регулятора напряжения на тиристоре

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Какую область полупроводникового диода называют базой?

Как и по каким причинам изменяется прямая ветвь ВАХ диода с увели-чением его температуры?

Как влияют процессы генерации и рекомбинации носителей заряда на ВАХ диода?

Что такое p-i-n-диод?

Как зависит пробивное напряжение диодов при лавинном пробое от концентрации примесей в базе и от её удельного сопротивления?

Объяснить различия в ВАХ германиевых и кремниевых диодов.

В чём проявляется инерционность процесса переключения в диодах и как она уменьшается в импульсных диодах?

Назвать основные параметры стабилитрона.

Как зависит напряжения пробоя от температуры?

Изобразить схему параметрического стабилизатора напряжения и объяснить его работу.

Объяснить принцип работы полевого транзистора с p-n-переходом и его статистические характеристики.

Объяснить принцип работы полевого транзистора с изолированным за-твором.

Какие разновидности МДП-транзисторов вы знаете? Поясните физиче-ские явления, на основе которых эти транзисторы работают.

Какой участок характеристик полевого транзистора используется в усилителях?

Какой участок характеристик транзистора используется в управляе¬мых делителях напряжения?

Нарисуйте схему управляемого делителя напряжения.

Представьте схему генератора стабильного тока на полевом транзи-сторе.

Объясните эквивалентную схему полевого транзистора для малого сиг-нала.

Почему входное сопротивление полевых транзисторов очень большое?

Характеристики полевого транзистора со статической индукцией

Физические основы эксплуатации мощных полевых транзисторов в усилительном режиме

Применение полевых транзисторов как приборов с зарядовой связью (ПЗС)

Фото-ПЗС

Преимущества и недостатки ПЗС перед другими классами устройств

Применение ПЗС для приема и преобразования аналоговых сигналов

Фильтры и линии задержки на полевых транзисторах

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Зависимость положения уровня Ферми от концентрации примесей и температуры полупроводника.

Инжекция не основных носителей, сохранение условия нейтральности при инжекции.

Зависимость параметров p-n — перехода от режима смещения.

Причины отклонения реальной ВАХ диодов от идеальной.

Особенности конструкции мощных транзисторов.

Согласована на портале № 38984

Сравнительные параметры полевых и биполярных транзисторов.
Фазо-импульсный метод управления тиристорами.
Применение однопереходных транзисторов и диодов с S - образной характеристикой.
Логические элементы на биполярных транзисторах.
Классификация логических элементов.
Основные характеристики логических элементов.
Дифференциальные каскады на полевых транзисторах.
Схемотехника операционных усилителей

14.1.6. Темы лабораторных работ

Исследование статических характеристик транзистора
Исследование импульсных свойств биполярного транзистора
Исследование статических характеристик полевого транзистора

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

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

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

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

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

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

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

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

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адапти-

Согласована на портале № 38984

рованных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 38984