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 физики полупроводниковых приборов

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **27.03.05 Инноватика**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление инновациями в электронной технике**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**
Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	8	8	часов
2	Практические занятия	10	10	часов
3	Всего аудиторных занятий	18	18	часов
4	Самостоятельная работа	54	54	часов
5	Всего (без экзамена)	72	72	часов
6	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Зачет: 6 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 30707

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от «25» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.05 Инноватика, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

к.ф.-м.н., доцент каф. УИ _____ П. Н. Дробот

Заведующий обеспечивающей каф. УИ _____ Г. Н. Нариманова

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФИТ _____ Г. Н. Нариманова

Заведующий выпускающей каф. УИ _____ Г. Н. Нариманова

Эксперты:

Доцент кафедры управления инновациями (УИ) _____ М. Е. Антипин

Доцент кафедры управления инновациями (УИ) _____ И. М. Насртдинов

Согласована на портале № 30707

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

подготовка компетентных специалистов в области основ физики полупроводников, имеющих представление о физических принципах, лежащих в основе работы полупроводниковых приборов и об области их применения; имеющими представление об адекватных способах решения теоретических и экспериментальных задач по измерению, расчету и проектированию различных полупроводниковых приборов и способных применять эти знания для управления инновациями в электронной технике

1.2. Задачи дисциплины

- рассмотреть основные физические принципы и явления, лежащие в основе работы полупроводниковых приборов;
- сформировать у студентов знания и умения, дающие представления о теоретических рассчетах основных параметров полупроводниковых приборов и их измерение;
- рассмотреть технологические особенности изготовления различных полупроводниковых приборов;
- проанализировать основные методы экспериментального и теоретического исследования процессов, происходящих в полупроводниковых приборах;
- установить области применения различных полупроводниковых приборов;
- способствовать ориентации студентов на мировой уровень развития науки.
-

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы физики полупроводниковых приборов» (ФТД.2) относится к блоку ФТД.2.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Метрология и технические измерения, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Промышленные технологии и инновации.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Современные проблемы электроники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-10 способностью планировать необходимый эксперимент, получить адекватную модель и исследовать ее;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** базовую терминологию, относящуюся к физике полупроводниковых приборов; физические законы, лежащие в основе работы полупроводниковых приборов и их математическое выражение; особенности технологии изготовления различных полупроводниковых приборов; основные параметры, характеристики различных полупроводниковых приборов и методики их измерения
- **уметь** качественно описывать и объяснять физические принципы работы полупроводниковых приборов, делать выводы на основании экспериментальных данных; имет представление о том, как проводятся эксперименты по измерению параметров и характеристик полупроводниковых приборов; интерпретировать результаты экспериментов по определенным критериям; иметь представление о проведении численных расчеты основных параметров полупроводниковых приборов в общепринятых системах единиц; приводить примеры практического использования различных полупроводниковых приборов; планировать, организовывать и контролировать свою деятельность по изучению курса и выполнению заданий курса
- **владеть** областями применения основных типов полупроводниковых приборов; физическими принципами и явлениями, лежащими в основе работы различных полупроводниковых приборов; тенденциями развития конструкции и технологии полупроводниковых приборов; знаниями о мировом уровне развития науки в области физики полупроводниковых приборов;

Согласована на портале № 30707

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	18	18
Лекции	8	8
Практические занятия	10	10
Самостоятельная работа (всего)	54	54
Проработка лекционного материала	20	20
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	34	34
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость, ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	2.0

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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр					
1 Полупроводниковые приборы на основе однородных полупроводников	2	2	12	16	ПК-10
2 Потенциальные барьеры в полупроводниковых приборах	2	2	14	18	ПК-10
3 Полупроводниковые диоды	2	2	12	16	ПК-10
4 Транзисторы.	2	4	16	22	ПК-10
Итого за семестр	8	10	54	72	
Итого	8	10	54	72	

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
6 семестр			
1 Полупроводниковые приборы на основе однородных полупроводников	Полупроводниковые термосопротивления. Параметры и характеристики термосопротивлений. Конструкция. Применение термосопротивлений. Релейный эффект. Применение релейного эффекта.-	2	ПК-10

Согласована на портале № 30707

	Фотосопротивления. Принцип действия фотосопротивлений. Параметры и характеристики. Конструкция и технология изготовления. Применение фотосопротивлений. Нелинейные полупроводниковые сопротивления (варисторы).Технология изготовления и конструкция варисторов. Принцип действия. Параметры и характеристики варисторов. Применение варисторов.Полупроводниковые термоэлементы. Принцип действия термоэлектрических генераторов. Термо-э.д.с. Эффект Пельтье. Параметры термоэлементов. Холодильники и нагреватели.		
	Итого	2	
2 Потенциальные барьеры в полупроводниковых приборах	Контакт металл – полупроводник. Образование потенциального барьера на границе металл – полупроводник. Контактная разность потенциалов. Запорный (выпрямляющий) и антизапорный контакты. Диодная и диффузионная теории выпрямления тока на контакте металл – полупроводник. p-n переход. Потенциальный барьер в p-n переходе. Распределение концентрации свободных носителей заряда в p-n переходе. Расчет ширины области пространственного заряда p-n перехода. Емкость p-n перехода. Выпрямление тока p-n переходом. ВАХ p-n перехода. Особенности работы p-n перехода при больших обратных смещениях (пробой p-n перехода). Виды пробоя: лавинный, туннельный, тепловой, поверхностный.Структура металл – диэлектрик - полупроводник. Идеальная структура металл – диэлектрик – полупроводник. Режимы аккумуляции, обеднения, инверсии. Поверхностные состояния, поверхностный и пространственный заряды.	2	ПК-10
	Итого	2	
3 Полупроводниковые диоды	Диоды СВЧ. Выпрямляющие, импульсные, преобразовательные диоды СВЧ. Конструкция диодов СВЧ. Параметры и характеристики диодов СВЧ.Полупроводниковые стабилитроны. Принцип действия и применение полупроводниковых стабилитронов. Параметры стабилитрона.Полупроводниковые варикапы. Принцип работы варикапа в качестве усилителя. Эквивалентная схема полупроводникового варикапа. Параметры варикапа.-Фотодиоды и фотоэлементы. Физические	2	ПК-10

Согласована на портале № 30707

	принципы работы фотодиода. Конструкция фотодиодов. Параметры фотодиодов. Фотоэлементы. Эквивалентная схема фотоэлемента. Параметры фотоэлемента.		
	Итого	2	
4 Транзисторы.	Биполярные транзисторы. Классификация транзисторов. Технология изготовления биполярных транзисторов. Принцип действия транзистора в качестве усилителя. Расчет постоянных токов в транзисторе. Статические параметры биполярного транзистора. Полупроводниковый триод как элемент схемы. Частотные свойства биполярного транзистора. Представление транзистора в виде эквивалентного четырехполюсника в системе Z, Y, H параметров. Эквивалентные схемы транзистора: физические и формальные.Полевые транзисторы с p-n переходом в качестве затвора. Конструкции полевых транзисторов. Принцип действия и выходные характеристики полевого транзистора с p-n переходом в качестве затвора. Расчет ВАХ полевого транзистора с p-n переходом. Параметры полевого транзистора. Полевые транзисторы с изолированным затвором. Конструкция и выходные характеристики полевых транзисторов с изолированным затвором. Расчет ВАХ МДП–транзистора с изолированным затвором. Параметры МДП–транзистора. Преимущества и недостатки полевых транзисторов.	2	ПК-10
	Итого	2	
Итого за семестр		8	

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
Предшествующие дисциплины				
1 Метрология и технические измерения	+	+	+	+
2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	+	+	+	+
3 Промышленные технологии и инновации	+	+	+	+

Согласована на портале № 30707

Последующие дисциплины				
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+
2 Современные проблемы электроники	+	+	+	+

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.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-10	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

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			
1 Полупроводниковые приборы на основе однородных полупроводников	Изучение некоторых свойств полупроводниковых терморезисторов. Изучение спектральных и частотных характеристик фотопроводимости полупроводниковых фотосопротивлений.	2	ПК-10
	Итого	2	
2 Потенциальные барьеры в полупроводниковых приборах	Изучение вольт – амперной характеристики p-n - перехода и ее зависимости от температуры.	2	ПК-10
	Итого	2	
3 Полупроводниковые диоды	Изучение свойств полупроводниковых варикапов с p-n переходом. Характеристики и параметры полупроводникового стабилитрона. Исследование характеристик полупроводниковых СВЧ диодов. Исследование свойств полупроводниковойсолнечной батареи.	2	ПК-10
	Итого	2	
4 Транзисторы.	Измерение h – параметров биполярного транзистора. Изучение частотной зависимости коэффициента усиления по току биполярного транзистора.	4	ПК-10

Согласована на портале № 30707

	Итого	4	
Итого за семестр		10	

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 Полупроводниковые приборы на основе однородных полупроводников	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-10	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
2 Потенциальные барьеры в полупроводниковых приборах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-10	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	14		
3 Полупроводниковые диоды	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-10	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
4 Транзисторы.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-10	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	16		
Итого за семестр		54		
Итого		54		

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				

Согласована на портале № 30707

Конспект самоподготовки	10	5	10	25
Контрольная работа	10	5	5	20
Опрос на занятиях	10	5	10	25
Тест	10	10	10	30
Итого максимум за период	40	25	35	100
Нарастающим итогом	40	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
< 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. Твердотельная электроника [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Троян П. Е. - 2006. 330 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/538 (дата обращения: 26.06.2018).

2. Наноэлектроника [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Дробот П. Н. - 2016. 286 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6436 (дата обращения: 26.06.2018).

3. Твердотельные приборы и устройства [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Шангин А. С. - 2012. 156 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2438 (дата обращения: 26.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. История и философия нововведений в области электроники и электронной техники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Дробот П. Н. - 2015. 208 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5402 (дата обращения: 26.06.2018).

2. Электроника [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Коновалов В. Ф. - 2012. 266 с.

Согласована на портале № 30707

— Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7314 (дата обращения: 26.06.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физика полупроводниковых приборов [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям и к самостоятельной работе / П. Н. Дробот - 2018. 22 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8903 (дата обращения: 26.06.2018).

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. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования. www.elibrary.ru
2. IEEE Xplore. Интернет библиотека с доступом к реферативным и полнотекстовым статьям и материалам конференций www.ieeexplore.ieee.org
3. Журналы РАН.Физика и техника полупроводников (http://journals.ioffe.ru/journals/2).

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

Лаборатория управления проектами

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. 74, 414 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер WS2 (6 шт.);
- Компьютер WS3 (2 шт);
- Компьютер Celeron (3 шт.);
- Компьютер Intel Core 2 DUO;

Согласована на портале № 30707

- Проектор Nec;
- Экран проекторный Projecta;
- Стенд передвижной с доской магнитной;
- Акустическая система + (2колонки) KEF-Q35;
- Кондиционер настенного типа Panasonic CS/CU-A12C;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Microsoft Windows 7 Pro
- OpenOffice

Лаборатория ГПО

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. 74, 126 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Компьютер Celeron;
- Компьютер WS3 (5 шт.);
- Компьютер WS2 (2 шт.);
- Доска маркерная;
- Проектор LG RD-JT50;
- Экран проекторный;
- Экран на штативе Draper Diplomat;
- Осциллограф GDS-82OS;
- Паяльная станция ERSA Dig2000a Micro (2 шт.);
- Паяльная станция ERSA Dig2000A-Power;
- Колонки Genius;
- Веб-камера Logitech;
- Роутер ASUS;
- Проигрыватель DVD Yamaha S661;
- Учебно-методическая литература;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Microsoft Windows 7 Pro
- OpenOffice

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Согласована на портале № 30707

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. Даже в обычной полупроводниковой электронике имеются наноразмерные объекты, например специфическая область в технологическом контакте двух полупроводников с разным [1) уровнем легирования; 2) типом проводимости; 3)атомным весом; 4) значением температуры плавления]

2. В туннельном диоде ширина p-n-перехода составляет [1)единицы нанометров; 2) десятки нанометров; 3) сто нанометров; 4) несколько сотен нанометров]

3. Пределом «наноатюризации» электроники на пути поступательного уменьшения размеров электронных приборов может стать [1) достижение размера элемента электроники равным размеру атома; 2) достижение размера элемента электроники равным размеру электрона; 3) достижение размера элемента электроники равным межатомному расстоянию в полупроводнике; 4)

4. В обычном полупроводниковом диоде ширина p-n-перехода составляет [1)единицы нанометров; 2)десятки нанометров; 3) 50 нанометров; 4) сотни нанометров]

5. В полупроводниковом стабилитроне ширина p-n-перехода составляет [1)единицы нанометров; 2)десятки нанометров; 3) 50 нанометров; 4) сотни нанометров]

6. На стыке двух полупроводников разных типов образуется: [1) непроводящий слой;2) запирающий слой;3) валентный слой; 4) вырожденный слой]

7. Полупроводниковый диод:[1) имеет два p-n – перехода; 2) имеет один p-n – переход; 3) не имеет p-n – перехода; 4) имеет три p-n – перехода]

8. Почему диод не пропускает ток в обоих направлениях? [1) при обратном включении между двумя областями возникает область, которая не имеет свободных носителей электрического тока;2) при обратном включении источник тока не работает; 3) диод нельзя включать в обратном направлении; 4) на диод нельзя подавать оба знака напряжения]

Согласована на портале № 30707

9.Пробой диода наступает при: [1) превышении прямого тока;2) достижении обратным напряжением некоторого критического значения; 3) отсутствии тока; 4) его механическом ударе]

10. Полупроводниковый диод служит для: [1) увеличения напряжения или тока; 2) преобразования переменного тока в постоянный; 3) управления внешними устройствами; 4) обеспечения половинной проводимости цепи]

11. Полупроводниковый диод имеет ВАХ с: [1) одной ветвью; 2) семейством ветвей; 3) двумя ветвями; 4) тремя ветвями]

12.Полупроводниковый транзистор – это …[1) два встречно включенных диода; 2) электронный прибор, имеющий два p-n – перехода; 3) полупроводниковый нагревательный элемент; 4) полупроводниковый охладительный элемент]

13.Транзистор имеет структуру: [1) p-p-n; 2) p-n-p; 3) n-n-p; 4) p-p-p]

14. Центральная область транзистора - …[1) коллектор; 2) эмиттер ; 3) база; 4) меза]

15. Кроме биполярных транзисторов бывают …[1) луговые транзисторы; 2) полевые транзисторы; 3) литиевые транзисторы ; 4) анодные транзисторы]

16. p-n переход в диоде располагается в области: [1) эмиттера; 2)его там нет; 3) *в основном в области базы; 4) он симметричный]

17. Указать свойство p-n перехода, которое используется в выпрямительных диодах: [1) односторонняя проводимость; 2) барьерная емкость; 3) тепловой пробой; 4) туннельный эффект]

18. В номинальном режиме варикапа его p-n- переход смещен: [1) в прямом направлении ; 2) в обратном направлении ; 3) в обоих направлениях ; 4) во встречных направлениях]

19. При работе транзистора в активном режиме p-n переходы смещены так: [1) ЭП и КП–в прямом направлении ; 2) ЭП и КП–в обратном направлении ; 3) ЭП-в прямом, а КП-в обратном направлении ; 4) КП–в прямом направлении, ЭП-в обратном направлении]

14.1.2. Темы опросов на занятиях

Полупроводниковые термосопротивления. Параметры и характеристики термосопротивлений. Конструкция. Применение термосопротивлений. Релейный эффект. Применение релейного эффекта.

Фотосопротивления. Принцип действия фотосопротивлений. Параметры и характеристики. Конструкция и технология изготовления. Применение фотосопротивлений.

Нелинейные полупроводниковые сопротивления (варисторы).Технология изготовления и конструкция варисторов. Принцип действия. Параметры и характеристики варисторов. Применение варисторов.

Полупроводниковые термоэлементы. Принцип действия термоэлектрических генераторов. Термо-э.д.с. Эффект Пельтье. Параметры термоэлементов. Холодильники и нагреватели.

Контакт металл – полупроводник. Образование потенциального барьера на границе металл – полупроводник. Контактная разность потенциалов. Запорный (выпрямляющий) и антизапорный контакты. Диодная и диффузионная теории выпрямления тока на контакте металл – полупроводник.

p-n переход. Потенциальный барьер в p-n переходе. Распределение концентрации свободных носителей заряда в p-n переходе. Расчет ширины области пространственного заряда p-n перехода. Емкость p-n перехода. Выпрямление тока p-n переходом. ВАХ p-n перехода. Особенности работы p-n перехода при больших обратных смещениях (пробой p-n перехода). Виды пробоя: лавинный, туннельный, тепловой, поверхностный.

Структура металл – диэлектрик - полупроводник. Идеальная структура металл – диэлектрик – полупроводник. Режимы аккумуляции, обеднения, инверсии. Поверхностные состояния, поверхностный и пространственный заряды.

Диоды СВЧ. Выпрямляющие, импульсные, преобразовательные диоды СВЧ. Конструкция диодов СВЧ. Параметры и характеристики диодов СВЧ.

Полупроводниковые стабилитроны. Принцип действия и применение полупроводниковых стабилитронов. Параметры стабилитрона.

Полупроводниковые варикапы. Принцип работы варикапа в качестве усилителя. Эквивалентная схема полупроводникового варикапа. Параметры варикапа.

Фотодиоды и фотоэлементы. Физические принципы работы фотодиода. Конструкция фотодиодов. Параметры фотодиодов. Фотоэлементы. Эквивалентная схема фотоэлемента. Параметры

Согласована на портале № 30707

фотоэлемента.

Биполярные транзисторы. Классификация транзисторов. Технология изготовления биполярных транзисторов. Принцип действия транзистора в качестве усилителя. Расчет постоянных токов в транзисторе. Статические параметры биполярного транзистора.

Полупроводниковый триод как элемент схемы. Частотные свойства биполярного транзистора. Представление транзистора в виде эквивалентного четырехполюсника в системе Z, Y, H параметров. Эквивалентные схемы транзистора: физические и формальные.

Полевые транзисторы с p-n переходом в качестве затвора. Конструкции полевых транзисторов. Принцип действия и выходные характеристики полевого транзистора с p-n переходом в качестве затвора. Расчет ВАХ полевого транзистора с p-n переходом. Параметры полевого транзистора.

Полевые транзисторы с изолированным затвором. Конструкция и выходные характеристики полевых транзисторов с изолированным затвором. Расчет ВАХ МДП–транзистора с изолированным затвором. Параметры МДП–транзистора. Преимущества и недостатки полевых транзисторов.

14.1.3. Вопросы на самоподготовку

1. Почему с повышением температуры тепловой ток увеличивается, используя только физические основы полупроводников?
2. В чем причина возникновения тока термогенерации в переходе?
3. Почему ширина перехода с увеличением концентрации носителей уменьшается?
4. Как изменяется ширина перехода в зависимости от полярности приложенного внешнего напряжения?
5. Нарисуйте эквивалентную схему транзистора при малом сигнале для переменных составляющих при включении с ОБ
6. Нарисуйте эквивалентную схему транзистора при малом сигнале для переменных составляющих при включении с ОЭ.
7. Нарисуйте статические выходные и передаточные характеристики транзистора с управляющим p-n-переходом.
8. Начертите передаточные характеристики транзистора с индуцированным каналом для каналов p и n типа.
9. Начертите эквивалентную схему полевого транзистора для переменных составляющих в режиме малого сигнала.

14.1.4. Темы контрольных работ

1. Контакт металл – полупроводник. Образование потенциального барьера на границе металл – полупроводник. Контактная разность потенциалов. Запорный (выпрямляющий) и антизапорный контакты. Диодная и диффузионная теории выпрямления тока на контакте металл – полупроводник.
2. p-n переход. Потенциальный барьер в p-n переходе. Распределение концентрации свободных носителей заряда в p-n переходе. Расчет ширины области пространственного заряда p-n перехода. Емкость p-n перехода. Выпрямление тока p-n переходом. ВАХ p-n перехода.
3. Биполярные транзисторы. Классификация транзисторов. Технология изготовления биполярных транзисторов. Принцип действия транзистора в качестве усилителя

14.1.5. Зачёт

1. Какие типы полупроводников Вы знаете?
2. Для каких целей в полупроводник вводятся примеси?
3. От каких параметров зависят концентрации p и n в собственном полупроводнике?
4. Объясните физический смысл потенциала Ферми и уровни его залегания в различных типах полупроводниковых материалов.
5. Что характеризует подвижность носителей заряда и почему подвижность с повышением температуры падает?
6. Что означает понятие время жизни носителей и почему с увеличением концентрации доноров или акцепторов время жизни падает?
7. Что означает понятие диффузионная длина?
8. От каких параметров зависят диффузионные и дрейфовые токи в полупроводнике?
9. Объясните, почему дырки n-слоя и электроны p-слоя могут свободно переходить соответ-

Согласована на портале № 30707

ственно в p-слой и n-слой?

10. Объясните, почему при равновесии ток через переход равен нулю?

11. Почему переход в основном сосредоточен в полупроводнике с более низкой концентрацией примесей?

12. Почему ширина перехода с увеличением концентрации носителей уменьшается?

13. Как изменяется ширина перехода в зависимости от полярности приложенного внешнего напряжения?

14. Какие типы переходов Вы знаете?

15. Приведите формулу, описывающую статическую вольт-амперную характеристику диода.

16. Объясните физическую природу обратного теплового тока.

17. Запишите выражение, определяющее температурную зависимость теплового тока.

18. Объясните, почему с повышением температуры тепловой ток увеличивается, используя только физические основы полупроводников?

19. В чем причина возникновения тока термогенерации в переходе?

20. Зависит ли статическая вольтамперная характеристика диода от температуры при прямом смещении?

21. Нарисуйте эквивалентную схему диода при прямом смещении.

22. Объясните причину появления барьерной емкости перехода и ее зависимость от величины приложенного напряжения.

23. Физическая природа появления диффузионной емкости и ее зависимость от величины тока, протекающего через переход.

24. Какие виды пробоя перехода Вы знаете?

25. Полупроводниковые стабилитроны и их основное применение.

26. Почему для производства стабилитронов в основном используется кремний?

27. Режимы работы биполярных транзисторов.

28. Схемы включения биполярных транзисторов.

29. Физические основы работы биполярных транзисторов.

30. Основные токовые соотношения в биполярном транзисторе.

31. Начертите статические характеристики реального транзистора для схемы с общей базой.

32. Нарисуйте эквивалентную схему транзистора при малом сигнале для переменных составляющих при включении с ОБ.

33. Зависимость параметров транзистора от температуры.

34. Основные параметры транзистора при включении с ОЭ.

35. Статические характеристики транзистора с ОЭ.

36. Нарисуйте эквивалентную схему транзистора при малом сигнале для переменных составляющих при включении с ОЭ.

37. В чем принципиальные отличия в работе полевых транзисторов от биполярных?

38. Объясните физические принципы работы полевого транзистора с управляющим p-n-переходом.

39. Почему канал у стока сужается?

40. Какие типы каналов у полевых транзисторов Вы знаете?

41. Нарисуйте статические выходные и передаточные характеристики транзистора с управляющим p-n-переходом.

42. Почему нормальная работа полевого транзистора с p-n-переходом обеспечивается только при обратном смещении на переходе?

43. В чем особенность полевых транзисторов с изолированным затвором?

44. Объясните физические принципы работы полевого транзистора со встроенным каналом.

45. Начертите статические вольтамперные характеристики полевого транзистора со встроенным каналом.

46. Объясните физические принципы работы полевого транзистора с индуцированным каналом.

47. В чем принципиальное отличие передаточных характеристик полевого транзистора с индуцированным каналом от аналогичных характеристик для транзистора с встроенным каналом?

48. Начертите передаточные характеристики транзистора с индуцированным каналом для

Согласована на портале № 30707

каналов p и n типа.

49. Приведите основные параметры полевых транзисторов.

50. Начертите эквивалентную схему полевого транзистора для переменных составляющих в режиме малого сигнала.

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, 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:

Согласована на портале № 30707

- 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 № 30707