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

Электроника

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8	часов
2	Лабораторные работы	8	8	часов
3	Контроль самостоятельной работы	2	2	часов
4	Всего контактной работы	18	18	часов
5	Самостоятельная работа	81	81	часов
6	Всего (без экзамена)	99	99	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
			3.0	З.Е.

Контрольные работы: 4 семестр - 1
Экзамен: 4 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 45461

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) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

старший преподаватель каф. ТЭО _____ А. В. Гураков

профессор каф. ТУ _____ А. М. Заболоцкий

Заведующий обеспечивающей каф. ТУ _____ Т. Р. Газизов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО _____ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО) _____ Ю. В. Морозова

Доцент кафедры телевидения и управления (ТУ) _____ А. Н. Булдаков

Согласована на портале № 45461

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение студентами принципов работы, параметров, вольт-амперных характеристик, элементной базы, применяемой в многоканальных телекоммуникационных системах, телевизионной, радиорелейной, тропосферной, космической и радиолокационной связи

1.2. Задачи дисциплины

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

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электроника» (Б1.Б.22) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Физика.

Последующими дисциплинами являются: Программирование логических интегральных схем, Теория электрических цепей.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** устройство и принцип действия, условные графические обозначения транзисторных ключей, логических элементов «И», «ИЛИ» на дискретных и интегральных компонентах; устройство и принцип действия, условные графические обозначения усилителей и преобразователей аналоговых электрических сигналов на полевых и биполярных транзисторах, операционных усилителях; микросхемотехнику, принципы работы базовых каскадов логических элементов цифровых схем и выполнять их моделирование по типовым методикам; построение элементов памяти статического и динамического типа и устройств на их основе.

– **уметь** объяснять физическое назначение элементов аналоговых и цифровых схем и их влияние на параметры базовых каскадов. - проводить электрические расчеты элементов отдельных каскадов с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

– **владеть** навыками измерения характеристик и параметров цифровых и аналоговых интегральных схем и методами математического моделирования компонентов и схем; навыками объективной оценки возможностей функциональной электроники.

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
		4 семестр
Контактная работа (всего)	18	18
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	8	8
Лабораторные работы	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Самостоятельная работа (всего)	81	81
Подготовка к контрольным работам	10	10
Оформление отчетов по лабораторным работам	15	15

Согласована на портале № 45461

Подготовка к лабораторным работам	16	16
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	40	40
Всего (без экзамена)	99	99
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	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	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр						
1 Полупроводниковые материалы.	1	0	2	10	11	ОК-7
2 Полупроводниковые диоды.	1	0		10	11	ОК-7
3 Биполярные и полевые транзисторы.	1	4		21	26	ОК-7
4 Транзисторные ключи.	1	0		5	6	ОК-7
5 Логические элементы на биполярных транзисторах.	1	0		5	6	ОК-7
6 Логические элементы на полевых транзисторах.	1	0		5	6	ОК-7
7 Технологические основы микроэлектроники.	1	4		20	25	ОК-7
8 Пассивные элементы.	1	0		5	6	ОК-7
Итого за семестр	8	8	2	81	99	
Итого	8	8	2	81	99	

5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Полупроводниковые материалы.	Введение. Структура полупроводниковых материалов. Энергетические зоны твердого тела. Зонная структура полупроводников. Концентрации носителей в зонах полупроводника. Уровень Ферми. Концен-	1	ОК-7

Согласована на портале № 45461

	трация носителей в полупроводниках. Подвижность носителей и удельная проводимость. Генерация и рекомбинация носителей в полупроводниках. Плотность тока в полупроводниках. Заряды в полупроводниках. Движение зарядов в полупроводниках.		
	Итого	1	
2 Полупроводниковые диоды.	Введение. Электронно-дырочный переход. Контакты металл-полупроводник. Анализ идеализированного диода. Обратная и прямая характеристики реального диода. Переходные характеристики плоскостного диода. Точечные диоды. Полупроводниковые стабилитроны. Туннельные диоды. Диоды Шоттки. Фотоприёмники (приёмники оптического излучения). Фотодиоды.	1	ОК-7
	Итого	1	
3 Биполярные и полевые транзисторы.	Введение. Основные процессы в биполярном транзисторе. Статические характеристики транзистора. Статические параметры транзистора. Динамические параметры транзистора. Зависимость параметров транзистора от режима и температуры. Характеристики и параметры транзистора при включении с общим эмиттером. Разновидности эквивалентных схем. Составные транзисторы. Допустимая мощность. Дрейфовые транзисторы. Полевой транзистор с управляющим p-n переходом (унитрон). Полевые транзисторы с изолированным затвором.	1	ОК-7
	Итого	1	
4 Транзисторные ключи.	Введение. Статические характеристики ключа в схеме с общим эмиттером (ОЭ). Переходный процесс в насыщенном ключе при открывании транзистора. Методы сокращения времени переходного процесса.	1	ОК-7
	Итого	1	
5 Логические элементы на биполярных транзисторах.	Предмет микроэлектроники: основные термины и определения. Классификация логических элементов. Основные характеристики и параметры логических элементов. Элементы транзисторно-транзисторной логики. Элементы эмиттерно-связанной логики.	1	ОК-7
	Итого	1	
6 Логические	Инвертор на n-канальных МДП-транзи-	1	ОК-7

Согласована на портале № 45461

элементы на полевых транзисторах.	сторах. Инвертор на комплементарных транзисторах. Логические элементы И-НЕ и ИЛИ-НЕ. Логические элементы динамического типа. Приборы с зарядовой связью. Параметры элементов ПЗС. Разновидности конструкций.		
	Итого	1	
7 Технологические основы микроэлектроники.	Общие сведения о технологии изготовления полупроводниковых микросхем. Эпитаксия. Диффузия примесей. Ионное легирование. Термическое окисление и свойства пленки диоксида кремния. Травление. Методы получения структур типа Si-SiO2-Si. Проводники соединений и контакты в полупроводниковых микросхемах. Литография. Особенности структур биполярных транзисторов. Транзисторы с комбинированной изоляцией. Многоэмиттерные транзисторы. Транзисторы с диодом Шоттки. Диодное включение транзистора. Модель интегрального биполярного транзистора. Полевые транзисторы с управляющим переходом металл-полупроводник.	1	ОК-7
	Итого	1	
8 Пассивные элементы.	Полупроводниковые резисторы. Пленочные резисторы. Конденсаторы.	1	ОК-7
	Итого	1	
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	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Программирование логических интегральных схем				+	+	+		
2 Теория электрических цепей	+	+	+	+	+	+	+	+

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.

Согласована на портале № 45461

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	СРП	Лаб. раб.	КСР	Сам. раб.	
ОК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, 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
4 семестр			
3 Биполярные и полевые транзисторы.	Исследование биполярных и полевых транзисторов.	4	ОК-7
	Итого	4	
7 Технологические основы микроэлектроники.	Технологии изготовления интегральных микросхем.	4	ОК-7
	Итого	4	
Итого за семестр		8	

8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
4 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОК-7
Итого		2	

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
4 семестр				
1 Полупроводниковые материалы.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ОК-7	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	5		
	Итого	10		
2	Самостоятельное изуче-	5	ОК-7	Контрольная рабо-

Согласована на портале № 45461

Полупроводниковые диоды.	ние тем (вопросов) теоретической части курса			та, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	5		
	Итого	10		
3 Биполярные и полевые транзисторы.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ОК-7	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	21		
4 Транзисторные ключи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ОК-7	Тест, Экзамен
	Итого	5		
5 Логические элементы на биполярных транзисторах.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ОК-7	Тест, Экзамен
	Итого	5		
6 Логические элементы на полевых транзисторах.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ОК-7	Тест, Экзамен
	Итого	5		
7 Технологические основы микроэлектроники.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ОК-7	Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	7		
	Итого	20		
8 Пассивные элементы.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ОК-7	Тест, Экзамен
	Итого	5		
	Выполнение контрольной работы	2	ОК-7	Контрольная работа
Итого за семестр		81		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		90		

Согласована на портале № 45461

10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Ицкович В. М. Электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие : в 2 ч. / В. М. Ицкович; под ред. В. А. Шалимова. — Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. — Ч.1. — 209 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 05.09.2018).
2. Ицкович В. М. Электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие : в 2 ч. / В. М. Ицкович; под ред. В. А. Шалимова. — Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. — Ч.2. — 120 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 05.09.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 560 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5856 (дата обращения: 05.09.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Ицкович В. М. Электроника [Электронный ресурс]: учебное методическое пособие / В. М. Ицкович ; под ред. В. А. Шалимова. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2017. – 76 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 05.09.2018).
2. Ицкович В. М. Электроника : электронный курс / В. М. Ицкович. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2017. Доступ из личного кабинета студента.
3. Заболоцкий А. М. Электроника [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / А.М. Заболоцкий, Т. Р. Газизов . – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 05.09.2018).

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. Рекомендуется использовать источники из списка https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh (со свободным доступом). ЭБС «Юрайт»: www.biblio-online.ru (доступ из личного кабинета студента по ссылке https://biblio.fdo.tusur.ru/). ЭБС «Лань»: www.e.lanbook.com (доступ из личного кабинета студента по ссылке http://lanbook.fdo.tusur.ru).

Согласована на портале № 45461

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 дисциплины

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, 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, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, 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, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- 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.

Согласована на портале № 45461

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:
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:

Согласована на портале № 45461

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) Rпер стремится к бесконечности
б) Rпер равно нулю
в) Rпер 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) Rпер стремится к бесконечности
б) Rпер равно нулю
в) Rпер 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.
в) ОЭ.

13. В какой схеме включения биполярные транзисторы имеют наилучшие частотные свойства:
а) ОБ.
б) ОК.
в) ОЭ.

14. Диодный оптрон это:

Согласована на портале № 45461

а) Светодиод.
б) Фотодиод.
в) Свето и фотодиод в одном корпусе.

15. В каких режимах могут работать фотодиоды:
а) Преобразовывать свет-сигнал.
б) Фотогенераторов.
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. Экзаменационные тесты

1. Что такое электростатический потенциал в полупроводнике?
а) Потенциал, обусловленный внешним источником питания;
б) Потенциал, характеризующий концентрацию носителей в примесном полупроводнике;
в) Потенциал, характеризующий концентрацию носителей в собственном полупроводнике;
г) Потенциал, соответствующий середине запрещенной зоны.

2. О чем говорит наличие разности химического потенциала?
а) О наличии разности концентраций носителей заряда;
б) О движении заряженных частиц за счет диффузии;
в) О наличии внешнего источника питания.

3. Что означает понятие эффективное время жизни носителей?
а) Среднее время жизни;

Согласована на портале № 45461

б) Время жизни обусловленное поверхностной рекомбинацией;
в) Время жизни обусловленное поверхностной и объёмной рекомбинацией;
г) Время жизни обусловленное объёмной рекомбинацией.

4. В чем физический смысл биполярной диффузии?
а) Диффузия дырок вследствие разности концентрации в объёме полупроводника;
б) Диффузия электронов вследствие разности концентрации в объёме полупроводника;
в) Совместное движение дырок и электронов вследствие разности концентрации в объеме полупроводника.

5.Какая поверхность называется металлургической границей?
а) разделяющая полупроводники n и p типа;
б) имеющая большое сопротивление;
в) имеющая низкое сопротивление.

6. Как изменится величина диффузионного потенциала, если концентрацию примесей в полупроводниках n и p-типа уменьшить?
а) Не изменится;
б) Увеличится;
в) Уменьшится;
г) Переход не образуется.

7. Как изменится ширина перехода, если в полупроводнике n увеличить концентрацию электронов?
а) Ширина перехода не изменится;
б) Ширина перехода увеличится;
в) Ширина перехода уменьшится.

8. Тепловой ток зависит от температуры потому, что изменяется …
а) концентрация носителей;
б) ширина перехода;
в) ширина запрещенной зоны;
г) кинетическая энергия носителей.

9. Какие полупроводники используются при изготовлении туннельных диодов?
а) Вырожденные;
б) собственные;
в) Электронные;
г) Дырочные.

10. Как изменяется пробивное напряжение стабилитронов с лавинным пробоем при повышении температуры?
а) Уменьшается;
б) Увеличивается;
в) Не изменяется.

11. Какие режимы возможны в фотодиоде?
а) Фотодиодный;
б) Вентильный;
в) Режим обратного включения;
г) Режим прямого включения.

12. Какой ток является входным при включении транзистора по схеме ОЭ?
а) базы;

Согласована на портале № 45461

б) коллектора;
в) эмиттера.

13. Имеет ли место в полевых транзисторах режим накопления и рассасывания носителей заряда?
а) Да;
б) Нет;
в) Только при работе транзистора в активном режиме.

14. Как изменяется величина избыточного заряда в базе в насыщенном ключе при уменьшении напряжения коллекторного питания Ek?
а) Уменьшается;
б) Не изменяется;
в) Увеличивается.

15. Как изменится время рассасывания в насыщенном ключе, если уменьшится сопротивление резистора в базе Rб?
а) Не изменится;
б) Уменьшится;
в) Увеличится

16. В чем основной недостаток ЭСЛ по сравнению с ТТЛ, МОП и КМОП?
а) Маленькое потребление мощности;
б) Высокое быстродействие;
в) Простота схемной реализации;
г) Большая потребляемая мощность.

17. Какие недостатки имеет технологическая операция диффузия примесей?
а) Размеры легированной области больше размеров отверстий в маске;
б) Невозможно легирование на большую глубину;
в) Занимает много времени.

18. Почему в качестве диэлектрика применяют диоксид кремния?
а) Имеет практически одинаковые механические параметры с кремнием;
б) Имеет высокую электрическую прочность;
в) Из-за простоты его получения.

19. Какую эпитаксию применяют для получения резких переходов и тонких пленок?
а) Молекулярно-лучевую;
б) Газовую;
в) Ионную.

20. Почему точечные диоды довольно широко применяются в диапазоне СВЧ?
а) Имеют большое дифференциальное сопротивление при обратном смещении;
б) Имеют большое дифференциальное сопротивление при прямом смещении;
в) Имеют маленькие паразитные емкости.

14.1.3. Темы контрольных работ

Полупроводниковые материалы

1. Постройте энергетические диаграммы для перехода из германия, приняв за нулевой потенциал «дна» зоны проводимости дырочного полупроводника. Зонные диаграммы постройте для трёх значений напряжений внешнего источника.

2. Постройте энергетические диаграммы для перехода, образованного полупроводниками из германия.

Согласована на портале № 45461

3. Имеются диоды, изготовленные из полупроводниковых материалов германия и кремния с одинаковыми площадями и одинаковыми временами жизни носителей зарядов. Рассчитайте зависимости токов термогенерации для кремниевого и германиевого диодов при изменении температуры от -50 до 100 С.

4. Рассчитайте распределение концентрации носителей при монополярной диффузии в кремниевом и германиевом полупроводниках при dp=10^15 и времени жизни носителей 5 мкс в интервале температур –50 +150 С. Постройте график и дайте физическое объяснение.

5. Постройте график распределения Ферми – Дирака для значений аргумента, близких уровню Ферми =1 эВ. Дайте физическую интерпретацию данной кривой.

6. Получите выражение уровня Ферми в собственном полупроводнике относительно середины запрещенной зоны.

7. Подсчитайте смещение уровня Ферми относительно середины запрещенной зоны в собственном полупроводнике из германия и кремния при комнатной температуре.

8. Имеется полупроводник из германия при температуре 400 К. Вычислите концентрацию дырок и электронов, если образец легирован атомами сурьмы (элемент пятой группы) с концентрацией 2,4E13 см^–3.

9. Имеется полупроводник из германия при температуре 400 К. Определите концентрацию носителей, которая установится после того, как проведено легирование атомами индия (элемент третьей группы) с концентрацией 4,8E13 см^–3.

10. Имеется кремниевый полупроводник с концентрацией дырок n = 10^17, потенциал «дна» зоны проводимости 3 эВ. Начертите энергетические диаграммы для данного полупроводника.

11. Вычислите эффективную плотность уровней Nc и Nv для кремния при изменении температуры от –50 до 70 С. По результатам расчетов постройте график. Объясните полученные результаты.

12. Получите зависимость диффузионного потенциала в переходе от температуры. Обоснуйте полученный результат. Используя полученное в пункте выражение, рассчитайте зависимость диффузионного потенциала в диапазоне температур от –30 до 70 С. Расчет сделайте в относительных единицах. Постройте график и сделайте выводы.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование биполярных и полевых транзисторов.

Технологии изготовления интегральных микросхем.

14.1.5. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-

Согласована на портале № 45461

популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;
- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;
- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

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 здоро-

Согласована на портале № 45461

вья 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 № 45461