Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы электроники

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(направленность (профиль): «Электроэнергетика и электротехника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 09-06-2025 10:48:35 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение физических процессов и законов, лежащих в основе принципов действия полупроводниковых приборов, определяющих характеристики и параметров этих приборов.

Задачами учебной дисциплины являются:

– усвоение обучающимся физических основ основных типов полупроводниковых приборов;

– усвоение обучающимся принципов действия основных типов полупроводниковых приборов.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;

– Химия;

– Математика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Силовая электроника;

– Преобразовательная техника;

– Основы микропроцессорной техники;

– Элементы и узлы электронных приборов.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Фундаментальная подготовка	ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы	ОПК-3.2 Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания и методы для решения практических задач	– знать: основы физики твердого тела, принципы использования физических эффектов в

	анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач		твердом теле в электронных приборах и устройствах твердотельной электроники, конструкции, параметры, электронных приборов твердотельной электроники. – уметь: применять полученные знания при теоретическом анализе, экспериментальном исследовании физических процессов, лежащих в основе принципов работы приборов, применять методы расчета параметров и характеристик электронных приборов твердотельной электроники.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 2 курс***	***2 сессия / 2 курс***
Форма промежуточной аттестации				*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*36*	*108*
	зачетных	***4***	*1*	*3*

единиц			
Лекции, *академ. час.*	***2***	*2*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*	***4***	*0*	*4*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***129***	*34*	*95*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***9***	*0*	*9*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Электропроводность полупроводников. Беспримесные и примесные полупроводники (основы зонной теории, носители заряда в беспримесных (чистых) полупроводниках, носители заряда в примесных полупроводниках, время жизни носителя заряда, дрейф и диффузия);

Раздел 2 Полупроводниковые приборы;

Тема 2.1 Полупроводниковые диоды (принцип действия и вольт-амперная характеристика диода (определение, классификация и обозначение диодов, прямая и обратная ветвь вольт-амперной характеристики, основные параметры диодов), типы диодов (импульсные диоды и их основные параметры, диоды Шотки, стабилитроны и их основные параметры, стабисторы и их основные параметры, варикапы и их основные параметры, структура, принцип действия туннельных диодов и их параметры, выпрямительные и преобразовательные СВЧ-диоды, магнитодиоды, диоды Ганна: принцип действия, свойства и параметры);

Тема 2.2 Биполярные транзисторы (принцип действия биполярного транзистора и его основные параметры (структура, принцип действия биполярного транзистора и его основные параметры, статические вольт-амперные характеристики биполярного транзистора, схема замещения транзистора в физических параметрах), типы биполярных транзисторов (сплавные, дрейфовые, планарные, конверсионные и эпитаксиальные транзисторы, транзисторы выполненные по диффузионно-сплавной технологии));

Тема 2.3 Полевые транзисторы (транзисторы с p-n-переходом(структура, принцип действия транзисторов с p-n-переходами их основные параметры, стоковые характеристики и стоко-затворные характеристики полевых транзисторов с p-n-переходом и каналом n-

типа, схема замещения полевого транзистора) , МДП-транзисторы (структура, принцип действия транзисторов с p-n-переходами их основные параметры, стоковые характеристики и стоко-затворные характеристики полевых транзисторов с p-n-переходом и каналом n-типа, схема замещения полевого транзистора));

Тема 2.4 Тиристоры (структура, принцип действия, основные параметры и характеристики динисторов, однооперационных тиристоров, двухоперационных тиристоров, симисторов);

Раздел 3 Оптоэлектронные и индикаторные приборы;

Тема 3.1 Оптоэлектронные приборы (определение оптоэлектронных приборов, достоинства оптоэлектронных приборов, излучающие диоды (светодиоды), фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры, оптрон);

Тема 3.2 Индикаторные приборы и их применение (классификация, вакуумно-люминесцентные индикаторы, газоразрядные элементы индикации, полупроводниковые элементы индикации, жидкокристаллические элементы индикации);

Раздел 4 Интегральные микросхемы микроэлектронной техники (задачи и принципы микроэлектроники, классификация интегральных микросхем, методы изоляции элементов интегральных микросхем, активные элементы, пассивные элементы).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Электропроводность полупроводников. Беспримесные и примесные полупроводники	0.5	
Раздел 2.	Полупроводниковые приборы	0.5	
Раздел 3.	Оптоэлектронные и индикаторные приборы	0.5	
Раздел 4.	Интегральные микросхемы микроэлектронной техники	0.5	
Итого:		**2**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Электропроводность полупроводников.	1	

	Беспримесные и примесные полупроводники		
Раздел 2.	Полупроводниковые приборы	1	
Раздел 3.	Оптоэлектронные и индикаторные приборы	1	
Раздел 4.	Интегральные микросхемы микроэлектронной техники	1	
Итого:		**4**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	30	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Подготовка к практическому занятию; 5. Прохождение тестирования.	39	

Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	30	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	30	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	
Итого:		**138**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-3	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-3	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Контрольная работа; 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о практической работе; 5. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-3	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-3	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе;

		4. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-3	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 10 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); контрольная работа; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 10 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины.

Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
10	не менее 10	отлично
9	не менее 8	хорошо
7	не менее 6	удовлетворительно
5	–	неудовлетворительно

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами

Оценка	Требования к знаниям
	применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / О. П. Новожилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 382 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03513-1. – URL: https://urait.ru/bcode/512849 (дата обращения: 27.03.2025);

2 Миловзоров, О. В. Электроника : учебник для вузов / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 344 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00077-1. – URL: https://urait.ru/bcode/468614 (дата обращения: 27.03.2025);

3 Берикашвили, В. Ш. Электроника и микроэлектроника: импульсная и цифровая электроника : учебник для вузов / В. Ш. Берикашвили. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 242 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05543-6. – URL: https://urait.ru/bcode/563723 (дата обращения: 27.03.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Составитель(и):

старший преподаватель Игнатенко Оксана Александровна (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Руководитель проектов
отдела по внедрению АСУ ТП
РИЦ АСУТП «Сибирь
ООО «ЕвразТехника»
должность, степень, звание
представителя работодателя



Д. Г. Чудинов
инициалы, фамилия

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 Система состоящая из положительно заряженного ядра, вокруг которого вращаются отрицательно заряженные электроны называется:

а) молекула;

б) атом;

в) положительный ион;

г) отрицательный ион;

д) нет правильного ответа.

2 Наименьшая частица вещества, которая сохраняет его свойства, называется:

а) молекула;

б) атом;

в) положительный ион;

г) отрицательный ион;

д) нет правильного ответа.

3 Атом, потерявший электрон, называется:

а) молекула;

б) атом;

в) положительный ион;

г) отрицательный ион;

д) нет правильного ответа.

4 Связь между атомом, способным отдать электрон, и атомом, способным принять этот электрон называется:

а) ковалентная;

б) донорно-акцепторная;

в) ионная;

г) металлическая;

д) молекулярная;

е) нет правильного ответа.

5 Связь между атомами за счет образования устойчивых пар валентных электронов разных атомов называется:

а) ковалентная;

б) донорно-акцепторная;

в) ионная;

г) металлическая;

д) молекулярная;

е) нет правильного ответа.

6Связь, обусловленная силами электростатического притяжения между положительными и отрицательными ионами, называется:

а) ковалентная;

б) донорно-акцепторная;

в) ионная;
г) металлическая;
д) молекулярная;
е) нет правильного ответа.

7 Электроны, подверженные большему притяжению к ядру, располагаются на энергетических уровнях:

а) вблизи ядра;
б) наиболее удаленных от ядра;
в) середины энергетического спектра;
г) сила притяжения не зависит, на каком энергетическом уровне находится электрон.

8 Валентные электроны располагаются на оболочках:

а) вблизи ядра;
б) наиболее удаленных от ядра;
в) середины энергетического спектра;
г) на любых.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Раздел 1. Электропроводность полупроводников. Беспримесные и примесные полупроводники.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какие носители заряда являются основными?
2 Какой уровень называется уровнем ионизации?
3 Дайте определение понятия уровень Ферми.
4 Что такое рекомбинация?
5 Что такое барьерная емкость?
6 Назовите виды пробоя. Какие из них являются обратимыми?
7 Что такое диффузия?
8 Что такое дрейф?
9 В чем отличие полупроводников от металлов согласно зонной теории?
10 Что происходит с расстоянием между энергетическими уровнями с увеличением энергии?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1 Как называется процесс исчезновения двух носителей заряда – электрона и дырки:

а) генерация;

б) рекомбинация:

в) легирование.

2 Куда будут перемещаться дырки при приложении к кристаллу напряжения:

а) к положительному концу кристалла;

б) к отрицательному концу кристалла;

в) продолжат двигаться хаотично;

г) остановятся.

3 Квант – это:

а) строго определенные порции энергии, выделяемые при переходе электрона с одного разрешенного уровня на другой;

б) строго определенные порции энергии, поглощаемые при переходе электрона с одного разрешенного уровня на другой;

в) произвольная порция энергии, выделяемые при переходе электрона с одного разрешенного уровня на другой;

г) произвольная порция энергии, поглощаемые при переходе электрона с одного разрешенного уровня на другой;

д) строго определенные порции энергии, выделяемые или поглощаемые при переходе электрона с одного разрешенного уровня на другой;

е) произвольная порции энергии, выделяемые или поглощаемые при переходе электрона с одного разрешенного уровня на другой.

4 Пределом энергетического спектра является:

а) уровень ионизации;

б) уровень, на котором электрон приобретает энергию, позволяющую ему стать свободным;

в) уровень максимально приближенный к ядру;

г) уровень ионизации, на котором электрон приобретает энергию, позволяющую ему стать свободным;

д) любой уровень.

5 Чему численно равен уровень Ферми:

а) максимальной энергии электрона;

б) минимальной энергии электрона;

в) максимальной энергии электрона при температуре 0ºС;

г) минимальной энергии электрона при температуре 0º С;

д) максимальной энергии электрона при температуре -273º С;

е) минимальной энергии электрона при температуре -273º С.

6 После приведения образцов контакт, вследствие значительного различия в концентрациях подвижных носителей будет происходить:

а) дрейф электронов из n-области в р-область и дырок из р-области в n-область;

б) дрейф дырок из n-области в р- область и электронов из р-

области в n-область;

в) диффузия электронов из n-области в p-область и дырок из p-области в n-область;

г) диффузия дырок из n-области в p-область и электронов из p-области в n-область.

7 Выберите правильный вариант из предложенных:

а) через p-n-переход в равновесном состоянии движутся два встречно направленных потока зарядов, находящихся в динамическом равновесии и взаимно компенсирующих друг друга;

б) через p-n-переход в равновесном состоянии движется один поток зарядов;

в) через p-n-переход в равновесном состоянии движутся два согласно направленных потока зарядов, находящихся в динамическом равновесии;

г) возможен любой вариант ответа.

8 Как называется движение носителей заряда, вызванное наличием электрического поля и градиента потенциала:

а) дрейф;

б) диффузия;

в) нет правильного ответа.

9 Чем создается контактная разность потенциалов:

а) электронами;

б) дырками;

в) электронами и дырками;

г) ионами;

д) электронами, дырками и ионами;

е) приложенным внешним напряжением.

10 Какой из ниже перечисленных пробоев p-n-перехода является обратимым:

а) лавинный;

б) тепловой;

в) туннельный;

г) лавинный и туннельный;

д) лавинный и тепловой;

е) все пробои необратимы

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры практических заданий

1Образец кремния n-типа, находящийся в состоянии термодинамического равновесия при температуре 300 К, характеризуется следующими параметрами: удельное сопротивление 5

Ом·см, подвижность электронов 1600 $см^2/В·см$, подвижность дырок 600 $см^2/В·см$, собственная концентрация носителей заряда $1,4·10^{10}$ $см^{-3}$ и эффективная плотность состояний в зоне проводимости 10^{19} $см^{-3}$.Определите концентрацию электронов и дырок.

2 Образец кремния n-типа, находящийся в состоянии термодинамического равновесия при температуре 300 К, характеризуется следующими параметрами: удельное сопротивление 5 Ом·см, подвижность электронов 1600 $см^2/В·см$, подвижность дырок 600 $см^2/В·см$, собственная концентрация носителей заряда $1,4·10^{10}$ $см^{-3}$ и эффективная плотность состояний в зоне проводимости 10^{19} $см^{-3}$.Определите положение уровня Ферми.

3 Чистый монокристаллический германий содержит $4,5·10^{28}$ атомов/$м^3$. При температуре 300 К один атом из каждых $2·10^9$ ионизирован. Подвижности электронов и дырок при этой температуре равны 0,4 и 0,2 $м^2/Вс$. Определить проводимость чистого германия.

4 Концентрация электронов проводимости в германии при комнатной температуре $n = 3·10^{19}$ $м^{-3}$. Плотность германия 5400 кг/$м^3$, молярная масса германия 0,073 кг/моль. Каково отношение числа электронов проводимости к общему числу атомов?

5По тонкой кремниевой пластинке шириной L = 3,2 мм и толщиной d = 250 мкм течет ток I = 5,2 мА. Кремний содержит примеси фосфора и является полупроводником n-типа. Число электронов в единице объема во много раз превышает концентрацию носителей заряда в чистом кремнии. Для данного образца концентрация электронов составляет ne = $1,5·10^{23}$ $м^{-3}$. Определите среднюю дрейфовую скорость электронов.

6 Вычислить положение Ферми при T=300K в кристаллах германия, содержащих $2 · 10^{22}$ $м^{-3}$ атомов мышьяка и 10^{22} $м^{-3}$атомов галлия.

7Найти, чему равна собственная концентрация свободных носителей заряда в кремния при комнатной температуре T=300K, если ширина его запрещенной зоны $\Delta W = 1,12$ эВ, а эффективные массы плотности состояний $m_u = 0,56m_0$; $m_c = 1,05\ m_0$.

Раздел 2. Полупроводниковые приборы.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какой слой выполняет роль базы в полупроводниковом диоде, включенном в прямом направлении?

2 Величина, какого тока диода включенного в обратном направлении больше?

3 Чем обусловлена односторонняя проводимость полупроводниковых диодов?

4 Как называется полупроводниковый диод, имеющий малую длительность переходных процессов и предназначенный для применения в импульсных режимах работы?

5 Чем отличаются стабилитроны от стабисторов?

6 Как влияет эффект модуляции базы на коэффициент передачи тока биполярного транзистора?

7 Что показывает стоко-затворная характеристика полевого транзистора?

8 Чем отличаются МДП-транзисторы от полевых транзисторов с p-n-переходом?

9 В каких режимах может работать МДП-транзистор с индуцированным каналом n-типа?

10 Для какого типа тиристоров характерно: допускают по цепи управляющего электрода как отпирание, так и запирание прибора, для запирания на управляющий электрод подается отрицательный импульс напряжения?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1 Как изменится дрейфовый ток диода при включении его в прямом направлении:

а) останется без изменения;

б) уменьшится;

в) увеличится.

2 Что произойдет с шириной p-n-перехода при включении его в прямом направлении:

а) при |Uк|>|Uвн| – уменьшится, при |Uк|=|Uвн| – стремится к нулю, |Uк|<|Uвн| – станет равной нулю;

б) при |Uк|>|Uвн| – уменьшится, при |Uк|=|Uвн| – станет равной нулю, |Uк|<|Uвн| – увеличится;

в) при |Uк|>|Uвн| – увеличится, при |Uк|=|Uвн| – станет равной максимальному значению, |Uк|<|Uвн| – уменьшится.

3 Как изменится потенциальный барьер полупроводникового диода при включении его в обратном направлении:

а) увеличится;

б) уменьшится;

в) останется без изменения.

4 В каких квадрантах располагается ВАХ полупроводникового диода:

а) I и III;

б) II и IV;

в) I и II.

5 Какое расположение начальной области вольт-амперных характеристик характерно для биполярного транзистора в схеме с общей базой:

а) левее оси ординат;

б) правее оси ординат;

в) выше оси абсцисс ;

г) ниже оси абсцисс .

6 Какова функция эмиттерного перехода биполярного транзистора:

а) сбор носителей заряда, прошедших через базовый слой;

б) инжектирование носителей заряда в базу;

в) инжектирование носителей заряда в базу;

г) сбор носителей заряда, прошедших через коллекторный переход.

7 Какой параметр полевого транзистора с p-n-переходом отражает влияние напряжения затвора на выходной ток транзистора:

а) максимальный ток стока;

б) максимальное напряжение стока;

в) напряжение отсечки;

г) внутренние сопротивление

д) крутизна.

8 В каких режимах может работать МДП-транзистор со встроенным каналом n-типа:

а) в режиме обеднения;

б) в режиме обогащения;

в) в режиме обеднения и в режиме обогащения.

9 Какое состояние считается устойчивым для тиристора:

а) закрытое;

б) открытое;

в) закрытое и открытое.

10 Сколько слоев имеет тиристор:

а) 2;

б) 3;

в) 4.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры практических заданий

1 Имеется германиевый p-n-переход с концентрацией примесей $N_Д = 10^3 N_A$, причем на каждые 10^8 атомов германия приходится один атом акцепторной примеси. Определить контактную разность потенциалов при температуре T = 300 К. Концентрация атомов германия $N = 4{,}4 \cdot 10^{22}$ см$^{-3}$, собственная концентрация $n_i = 2{,}5 \cdot 10^{13}$ см$^{-3}$.

2 Слаболегированный образец кремния n-типа имеет удельное сопротивления 4 Ом·см. В нем сформирован p-n-переход с примесной концентрацией N_A в 1000 раз превышающей концентрацию примеси n-типа. Чему равна контактная разность потенциалов такого перехода$\varphi_к$, если Т = 300 К, $\mu_к$ = 1417 см/В·с?

3 Найдите сопротивление полупроводникового диода в прямом и обратном направлениях тока, если при напряжении на диоде 0,5 В сила тока равна 5 мА, а при напряжении 10 В сила тока равна 0,1 мА.

4 Германиевый диод имеет обратный ток насыщения 1 мкА. Вычислить прямое напряжения $U_{пр}$ на переходе при Т = 293 К и токе 100 мА.

5Биполярный транзистор сконструирован так, что из 100 электронов, инжектированных эмиттером, 98 захватываются коллектором, а 2 остаются в базе. Определите коэффициент передачи по току данного транзистора в схеме с общей базой.

6Чему равен статический коэффициент усиления по току транзистора в схеме с общим эмиттером, если коэффициент усиления по току в схеме с общей базой равен 0,96.

7 В усилителе, собранном на транзисторе по схеме с общей базой, сила тока в цепи эмиттера равна 12 мА, в цепи базы 600 мкА. Найти силу тока в цепи коллектора.

4 Выполнение контрольной работы

Задания, теоретический и методический материал для выполнения контрольной работы, и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к контрольной работе.

В рамках 1 части контрольной работы необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- назначение полупроводниковых диодов и стабилитронов;
- электрические параметры полупроводниковых диодов и стабилитронов;
- предельные эксплуатационные данные полупроводниковых диодов и стабилитронов;
- вольтамперные характеристики полупроводниковых диодов и стабилитронов;
- определение параметров полупроводниковых диодов и стабилитронов по их статическим вольтамперным характеристикам.

В рамках 2 части контрольной работы необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- назначение биполярных транзисторов;
- электрические параметры биполярных транзисторов;

- предельные эксплуатационные данные биполярных транзисторов;

- вольтамперные характеристики биполярных транзисторов;

- определение параметров биполярных транзисторов.

В рамках 3 части контрольной работы необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- назначение полевых транзисторов;

- электрические параметры полевых транзисторов;

- предельные эксплуатационные данные полевых транзисторов;

- вольтамперные характеристики полевых транзисторов;

- определение параметров полевых транзисторов.

В рамках 4 части контрольной работы необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- назначение тиристоров;

- электрические параметры тиристоров;

- предельные эксплуатационные данные тиристоров.

Раздел 3 Оптоэлектронные и индикаторные приборы

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какие приборы называют оптоэлектронными?

2 Что изменится, если к фотодиоду последовательно подсоединить внешний источник напряжения?

3 Расскажите о двух режимах работы фотодиода

4 Что называется световой характеристикой фотодиода?

5 Что такое темновой ток фотодиода?

6 Какими преимуществами обладает фототранзистор по сравнению с фотодиодами?

7 Что такое оптрон?

8 Для чего служат индикаторные приборы?

9 Что представляют собой вакуумно-люминесцентные индикаторы?

10 На чем основан принцип действия полупроводникового индикатора?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1 Каким свойством не обладают оптоэлектронные приборы:

а) высокая информационная емкость оптических каналов передачи информации;

б) полная гальваническая развязка источника и приемника

излучения;

в) отсутствие влияния приемника излучения на источник;

г)восприимчивость оптических сигналов к электромагнитным полям.

2 Как называют полупроводниковый прибор, сопротивление которого чувствительно к электромагнитному излучению в оптическом диапазоне спектра:

а) светодиод;

б) фотодиод;

в) фоторезистор;

г) фототиристор.

3 Какой полупроводниковый прибор характеризуется люкс-амперной характеристикой:

а) светодиод;

б) фотодиод;

в) фоторезистор;

г) фототиристор.

4 Сколько выводов имеет фототранзистор:

а) 2;

б) 3;

в) 4.

5 Как осуществляется управление током фототранзистора:

а) освещение базовой области;

б) освещение области эмиттера;

в) освещение области коллектора;

г) нет правильного ответа .

6 Из какого металла изготавливают накаленный катод вакуумно-люминесцентных индикаторов:

а) вольфрам;

б) железо;

в) золото;

г) композиционные материалы.

7 Какое свечение дают вакуумно-люминесцентные индикаторы:

а) зеленое;

б) белое;

в) темное;

г) нет правильного ответа

8 Чему равен срок службы газоразрядных индикаторов:

а) 1000 часов;

б) 10 000 часов;

в) 100 000 часов.

9 На каких физическом явлении основывается принцип действия полупроводниковых элементов индикации:

а) свечение нити накала при протекании тока;

б) на излучении квантов света при рекомбинации носителей заряда, прошедших электронно-дырочный переход, смещенный в обратном направлении;

в) свечение люминофорного покрытия при бомбардировке электронами;

г) свечение газа при электрическом разряде;

д) на излучении квантов света при рекомбинации носителей заряда, прошедших электронно-дырочный переход, смещенный в прямом направлении

10 Каким выполняют электронно-дырочный переход светодиодов:

а) симметричным;

б) несимметричным, с концентрацией дырок в р-слое (эмиттере), много большей концентрации электронов в *n*-слое (базе);

в) несимметричным, с концентрацией дырок в р-слое (эмиттере), много меньше концентрации электронов в *n*-слое (базе).

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

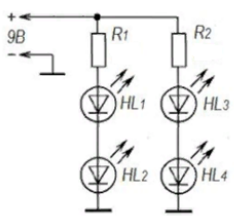
Примеры практических заданий

1 Светодиод с рабочим напряжением 3 В и рабочим током 20 мА необходимо подключить его к источнику с напряжением 5 В. Найдите значение сопротивления R.

2Три светодиода с рабочим напряжением 3 В и рабочим током 20 мА необходимо подключить их к источнику с напряжением 15 В. Найдите значение сопротивления R.

3 Напряжение прямого смещения светодиода 2,1 В, максимальный ток 30 мА, яркость 1000 мкД. Рассчитайте необходимое сопротивление, чтобы ограничить ток до 20 мА при подключении светодиода к источнику питания с напряжением 5 В.

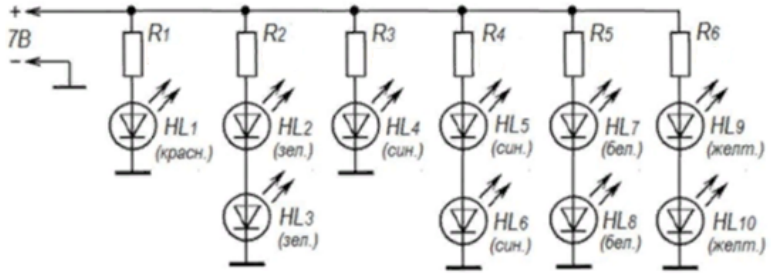
4 Имеются светодиоды с прямым падением напряжения 3В и номинальном прямым током 20 мА. Рассчитать токоограничивающие резисторы при подключении 4 светодиодов к источнику с напряжением 9 В. Схема подключения светодиодов приведена на рисунке:



5 Имеются 10 разных светодиодов: один красный с прямым падением напряжения 3 В и номинальным прямым током 20 мА; два зелёных с прямым падением напряжения 2,5 В и номинальным прямым током 20 мА; три синих с прямым падением напряжения 3 В и

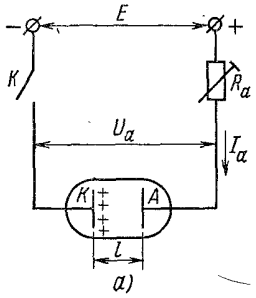
номинальным прямым током 50 мА; два белых с прямым падением напряжения 2,7 В и номинальным прямым током 50 мА; два жёлтых с прямым падением напряжения 2,9 В и номинальным прямым током 30 мА.

Схема подключения к источнику питания приведена на рисунке:



Рассчитать токоограничивающие резисторы при подключении к источнику с напряжением 7В.

6 Схема включения двуханодного газоразрядного индикатора приведена на рисунке:



Какая часть поверхности катода будетучаствовать в эмиссии при условии, что Ia ≥ Ia max?

Раздел 4 Интегральные микросхемы микроэлектронной техники

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какое микроэлектронное изделие называется интегральной микросхемой?

2 Что такое плотность упаковки интегральной микросхемы?

3 Что такое степень интеграции интегральной микросхемы?

4 Дайте определение полупроводниковой интегральной микросхеме?

5 Что называется компонентом интегральной микросхемы?

6 В чем заключается различие между компонентом и элементом интегральной микросхемы?

7 Дайте определение цифровой интегральной микросхеме?

8 Как делятся микросхемы по функциям, которые они выполняют?

9 Как делятся микросхемы по технологии изготовления?

10Какими качественными и количественными характеристиками определяется сложность микросхем?

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

1 Как называется интегральная микросхема, часть которой может быть выделена как самостоятельное изделие с точки зренмия требований к испытаниям, приемке, поставки и эксплуатации:

а) гибридная;

б) полупроводниковая;

в) аналоговая;

г)цифровая.

2 Как называют часть гибридной интегральной микросхемы, которая может быть выделена как самостоятельное изделие:

а) элемент;

б) компонент;

в) каскад;

г) нет правильного ответа.

3 Как называется интегральная микросхема, которая предназначена для преобразования и обработки сигналов изменяющихся по закону непрерывной функции:

а) полупроводниковая;

б) аналоговая;

в) цифровая;

г) гибридная.

4 Что лежит в основе цифровых интегральных микросхем:

а) усилительные каскады;

б) диоды, транзисторы;

в) транзисторные ключи;

г) полупроводниковые интегральные микросхемы.

5 Какой метода изоляции элементов интегральных микросхем не используется:

а) p-n-переходом смещенным в прямом направлении;

б) p-n-переходом смещенным в обратном направлении;

в) диэлектрической изоляцией;

г) все выше перечисленные способы изоляции существуют.

6 Что не используют в качестве пассивных элементов интегральных микросхем:

а) диффузионный резистор;

б) пленочный резистор;

в) диффузионный конденсатор;

г) все выше перечисленные элементы используются в качестве пассивных элементов.

7 Сколько p-n-переходов выполняют под МДП-конденсатором?

а) 1;

б) 2;

в) 3;

г) 0.

8 Плотность упаковки интегральных микросхем – это:

а) отношение числа элементов интегральной микросхемы к объему интегральной микросхемы без учета объема выводов;

б) отношение числа элементов интегральной микросхемы к объему интегральной микросхемы с учетом объема выводов;

в) нет правильного ответа.

9 Сколько элементов содержит интегральная микросхема первой степени интеграции?

а) от 1 до 10;

б) от 10 до 100;

в) от 100 до 1000;

г) от 1000 до 10000.

10 Какую интегральную микросхему называют БИС?

а) микросхему, содержащую 500 элементов и более, изготовленных по биполярной технологии, или 1000 элементов и более изготовленных по МДП-технологии;

б) микросхему, содержащую 500 элементов и более, изготовленных по биполярной технологии;

в) микросхему, содержащую 1000 элементов и более изготовленных по МДП-технологии;

г) микросхему, содержащую 1000 элементов и более, изготовленных по биполярной технологии, или 500 элементов и более изготовленных по МДП-технологии.

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры практических заданий

1 Определите интенсивность отказов ИС, если из партии в 100 000 штук за неделю из строя вышло 2 ИС.

2Оцените вероятность безотказной работы ИС в течении 1 часа, если интенсивность отказов равна 10^{-8} 1/ч.

3 Определите средний срок службы ИС, если интенсивность отказов равна 10^{-5}1/ч.

4 Определите коэффициент плотности микросхемы, если площадь подложки равна 20 мм^2, а ее используемая часть 9 мм^2.

5 Длина пленочного резистора равна 8 мм, ширина 1 мм, толщина 1 мм, величина перекрытия пленочных слоев 0,2 мм. Рассчитайте

сопротивление этого резистора, если известно удельное объемное электрическое сопротивление материала резистора 800 Ом·см.

Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 Механизм электропроводности.
2 Основы зонной теории. Уровень Ферми.
3 Удельная электропроводность.
4 Контакт полупроводников с различным типом электропроводности, симметричный p-n-переход.
5 Свойства несимметричного p-n-перехода.
6 Смещение p-n-перехода в прямом направлении.
7 Смещение p-n-переход в обратном направлении.
8 Емкости p-n-перехода. Пробой p-n-перехода.
9 Основные параметры диодов.
10 Структура, принцип действия биполярного транзистора и его основные параметры.
11 Статические вольт-амперные характеристики биполярного транзистора.
12 Схема замещения транзистора в физических параметрах.
13 Структура, принцип действия транзисторов с p-n-переходом и их основные параметры.
14 Стоковые характеристики и стоко-затворные характеристики полевых транзисторов с p-n-переходом и каналом n-типа.
15 Схема замещения полевого транзистора.
16 Фотодиоды.
17 Фототранзисторы.
18 Фототиристоры.
19 Жидкокристаллические индикаторы.
20 Сегментные индикаторы.
21 Матричные индикаторы на светоизлучающих диодах.
22 Структура, принцип действия и основные параметры МДП-транзисторов.
23 Методы изоляции элементов интегральных микросхем.
24 Активные элементы.
25 Пассивные элементы.

6 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

1Образец кремния n-типа, находящийся в состоянии термодинамического равновесия при температуре 300 К, характеризуется следующими параметрами: удельное сопротивление 6 Ом·см, подвижность электронов 1800 $см^2/В·см$, подвижность дырок 700 $см^2/В·см$, собственная концентрация носителей заряда $1,4·10^{10}$ $см^{-3}$ и эффективная плотность состояний в зоне проводимости 10^{19} $см^{-3}$.Определите концентрацию электронов и дырок.

2 Образец кремния n-типа, находящийся в состоянии термодинамического равновесия при температуре 300 К, характеризуется следующими параметрами: удельное сопротивление 5 Ом·см, подвижность электронов 1700 $см^2/В·см$, подвижность дырок 500 $см^2/В·см$, собственная концентрация носителей заряда $1,4·10^{10}$ $см^{-3}$ и эффективная плотность состояний в зоне проводимости 10^{19} $см^{-3}$.Определите положение уровня Ферми.

3 Чистый монокристаллический германий содержит $4,6·10^{28}$ $атомов/м^3$. При температуре 280 К один атом из каждых $2·10^9$ ионизирован. Подвижности электронов и дырок при этой температуре равны 0,4 и 0,2 $м^2/Вс$. Определить проводимость чистого германия.

4 Концентрация электронов проводимости в германии при комнатной температуре $n = 3·10^{19}$ $м^{-3}$. Плотность германия 5400 $кг/м^3$, молярная масса германия 0,073 кг/моль. Каково отношение числа электронов проводимости к общему числу атомов?

5По тонкой кремниевой пластинке шириной L = 3,2 мм и толщиной d = 250 мкм течет ток I = 5,2 мА. Кремний содержит примеси фосфора и является полупроводником n-типа. Число электронов в единице объема во много раз превышает концентрацию носителей заряда в чистом кремнии. Для данного образца концентрация электронов составляет ne = $1,5·10^{23}$ $м^{-3}$. Определите среднюю дрейфовую скорость электронов.

6 Вычислить положение Ферми при T=260K в кристаллах германия, содержащих $2 · 10^{22}$ $м^{-3}$ атомов мышьяка и 10^{22} $м^{-3}$атомов галлия.

7Найти, чему равна собственная концентрация свободных носителей заряда в кремния при комнатной температуре T=300K, если ширина его запрещенной зоны $\Delta W = 1,12$ эВ, а эффективные массы плотности состояний $m_u = 0,56m_0$; $m_c = 1,05\ m_0$.

8 Имеется германиевый p-n-переход с концентрацией примесей $N_Д = 10^3\ N_A$, причем на каждые 10^8 атомов германия приходится один атом акцепторной примеси. Определить контактную разность потенциалов при температуре T = 400 К. Концентрация атомов германия $N = 4,4·10^{22}$ $см^{-3}$, собственная концентрация $n_i = 2,5 · 10^{13}$ $см^{-3}$.

9 Слаболегированный образец кремния n-типа имеет удельное сопротивления 4 Ом·см. В нем сформирован p-n-переход с примесной концентрацией N_A в 1000 раз превышающей концентрацию примеси n-типа. Чему равна контактная разность потенциалов такого перехода$\varphi_к$, если T = 260 К, $\mu_к = 1417$ см/В·с?

10 Найдите сопротивление полупроводникового диода в прямом и обратном направлениях тока, если при напряжении на диоде 0,5 В сила тока равна 5 мА, а при напряжении 10 В сила тока равна 0,1 мА.

11 Германиевый диод имеет обратный ток насыщения 1 мкА. Вычислить прямое напряжения $U_{пр}$ на переходе при T = 293 К и токе 100 мА.

12Биполярный транзистор сконструирован так, что из 100

электронов, инжектированных эмиттером, 97 захватываются коллектором, а 3 остаются в базе. Определите коэффициент передачи по току данного транзистора в схеме с общей базой.

13Чему равен статический коэффициент усиления по току транзистора в схеме с общим эмиттером, если коэффициент усиления по току в схеме с общей базой равен 0,95.

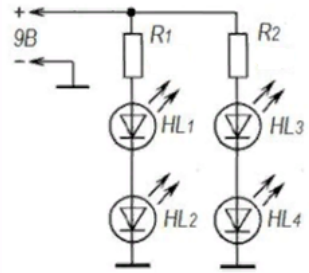
14 В усилителе, собранном на транзисторе по схеме с общей базой, сила тока в цепи эмиттера равна 14 мА, в цепи базы 600 мкА. Найти силу тока в цепи коллектора.

15Светодиод с рабочим напряжением 4 В и рабочим током 20 мА необходимо подключить его к источнику с напряжением 5 В. Найдите значение сопротивления R.

16Три светодиода с рабочим напряжением 2 В и рабочим током 20 мА необходимо подключить их к источнику с напряжением 15 В. Найдите значение сопротивления R.

17 Напряжение прямого смещения светодиода 2,2 В, максимальный ток 30 мА, яркость 1000 мкД. Рассчитайте необходимое сопротивление, чтобы ограничить ток до 20 мА при подключении светодиода к источнику питания с напряжением 5 В.

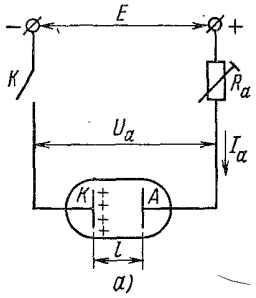
18Имеются светодиоды с прямым падением напряжения 4В и номинальном прямым током 20 мА. Рассчитать токоограничивающие резисторы при подключении 4 светодиодов к источнику с напряжением 9 В. Схема подключения светодиодов приведена на рисунке:



19Имеются 10 разных светодиодов: один красный с прямым падением напряжения 3 В и номинальным прямым током 20 мА; два зелёных с прямым падением напряжения 2,5 В и номинальным прямым током 20 мА; три синих с прямым падением напряжения 3 В и номинальным прямым током 50 мА; два белых с прямым падением напряжения 2,7 В и номинальным прямым током 50 мА; два жёлтых с прямым падением напряжения 2,9 В и номинальным прямым током 30 мА.

Нарисовать схему подключения к источнику питания напряжением 7В (подключение по цвету светодиодов) и рассчитать токоограничивающие резисторы.

20 Схема включения двуханодного газоразрядного индикатора приведена на рисунке:



Какая часть поверхности катода будет участвовать в эмиссии при условии, что $I_a \geq I_{a\,max}$? Ответ обоснуйте.

21Определите интенсивность отказов интегральных схем, если из партии в 100 000 штук за неделю из строя вышло 2 ИС.

22Оцените вероятность безотказной работы интегральной схемы в течении 1 часа, если интенсивность отказов равна 10^{-8} 1/ч.

23 Определите средний срок службы интегральной схемы, если интенсивность отказов равна 10^{-5} 1/ч.

24 Определите коэффициент плотности микросхемы, если площадь подложки равна 20 мм^2, а ее используемая часть 9 мм^2.

25 Длина пленочного резистора равна 8 мм, ширина 1 мм, толщина 1 мм, величина перекрытия пленочных слоев 0,2 мм. Рассчитайте сопротивление этого резистора, если известно удельное объемное электрическое сопротивление материала резистора 800 Ом·см.