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

Материалы электронной техники

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

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: 13-05-2025 15:12:44 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:
– получение теоретических и практических знаний по свойствам материалов и их применению в элементах электронной техники.

Задачами учебной дисциплины являются:
– изучение свойств проводников, полупроводников, диэлектриков, магнитных материалов.

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) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:
– Химия.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:
– Основы топологического проектирования;
– Компоненты электронной техники;
– Физика;
– Электронная техника.

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
Научное мышление	ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1 Понимает теоретические основы математических, естественных и общеинженерных наук	– знать: структуры и химические составы материалов. – уметь: применять полученные знания при анализе материалов электронной техники.
		ОПК-1.2 Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания и методы для решения практических задач	– знать: основные характеристики материалов, применяемых в электронной технике. – уметь: осуществлять

			выбор электротехнических и конструкционных материалов для изготовления изделий электроники, измерительной и вычислительной техники.
		ОПК-1.3 Применяет физические законы и математические методы для решения практических задач инженерной деятельности теоретического и прикладного характера	– знать: математический аппарат и основные законы физики. – уметь: применять знания физики и математического аппарата при решении практических задач.

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

Семестр / курс		***ИТОГО***	***2 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***144***	*144*
	зачетных единиц	***4***	*4*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***78***	*78*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Контроль, *академ. час.*	***18***	*18*
в форме практической подготовки	***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Общие свойства материалов (классификация материалов, виды химических связей, строение твёрдых тел, элементы зонной теории твёрдого тела);

Раздел 2 Проводниковые материалы и их свойства;

Тема 2.1 Физические процессы в проводниках (элементы электронной теории проводников, элементы квантовой статистики электронов в металле, зависимость удельного сопротивления от температуры, влияние примесей на удельное сопротивление металлов, электрические свойства металлических сплавов, сопротивление тонких металлических плёнок, контактные явления и термоэлектродвижущая сила);

Тема 2.2 Проводниковые материалы (классификация проводниковых материалов, материалы высокой проводимости, сверхпроводники и криопроводники, сплавы высокого сопротивления, тензометрические сплавы и сплавы для термопар, неметаллические проводниковые материалы, припои и флюсы);

Раздел 3 Полупроводниковые материалы и их свойства;

Тема 3.1 Физические процессы в полупроводниках (собственные полупроводники, примесные полупроводники, зависимость концентрации носителей заряда от температуры, примесная и собственная электропроводность, полупроводник в неравновесном состоянии, инжекция неравновесных носителей заряда в полупроводник, токи в полупроводниках, уравнения непрерывности токов в полупроводниках, зависимость подвижности носителей заряда и удельной проводимости от температуры, зависимость удельной электрической проводимости полупроводников от напряжённости электрического поля, фотоэлектрические явления в полупроводниках, термоэлектрические явления в полупроводниках, гальваномагнитные явления в полупроводник);

Тема 3.2 Полупроводниковые материалы (германий, кремний, карбид кремния, полупроводниковые соединения типа AIIIBV, AIIBVI и AIVBVI);

Раздел 4 Диэлектрические материалы и их свойства;

Тема 4.1 Физические процессы в диэлектриках (поляризация диэлектриков, электропроводность диэлектриков, диэлектрические потери, пробой диэлектриков);

Тема 4.2 Диэлектрические материалы (классификация и характеристики диэлектрических материалов, полимеры, эластомеры, каучуки (бутадиеновый; изопреновый), резина, пропиточные и заливочные вещества, компаунды и лаки, битум, гудрон, эпоксидная

смола, композиционные пластмассы и слоистые пластики, волокнистые непропитанные материалы, диэлектрические волокнистые пропитанные материалы, неорганические стёкла, ситаллы, керамика, слюда и слюдяные материалы, асбест и асбестовые материал);

Тема 4.3 Активные диэлектрики (классификация активных диэлектриков, сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики, электреты, жидкие кристаллы, материалы для твердотельных лазеров);

Раздел 5 Магнитные материалы и их свойства;

Тема 5.1 Физические процессы в магнитных материалах (общие сведения о магнетизме, классификация веществ по магнитным свойствам, доменная структура ферромагнетиков, намагничивание и перемагничивание ферромагнетиков, влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков и ферримагнетиков, магнитные потери, поверхностный эффект);

Тема 5.2 Магнитные материалы (классификация магнитных материалов, магнитомягкие низкочастотные материалы, магнитомягкие высокочастотные материалы, магнитные материалы специализированного назначения, магнитотвёрдые материалы).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Общие свойства материалов	2	
Раздел 2; Тема 2.1.	Физические процессы в проводниках	2	
Раздел 2; Тема 2.2.	Проводниковые материалы	2	
Раздел 3; Тема 3.1.	Физические процессы в полупроводниках	2	
Раздел 3; Тема 3.2.	Полупроводниковые материалы	2	
Раздел 4; Тема 4.1.	Физические процессы в диэлектриках	2	
Раздел 4; Тема 4.2; Тема 4.3.	Диэлектрические материалы. Активные диэлектрики	2	
Раздел 5; Тема 5.1; Тема 5.2.	Магнитные материалы и их свойства	2	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме**

			практической подготовки
Раздел 1.	Общие свойства материалов	4	
Раздел 2; Тема 2.1.	Проводниковые материалы. Электропроводность металлов и сплавов	4	
Раздел 2; Тема 2.2.	Проводниковые материалы. Применение металлов и сплавов	4	
Раздел 3; Тема 3.1.	Полупроводниковые материалы. Электропроводность полупроводников	4	
Раздел 3; Тема 3.2.	Полупроводниковые материалы. Получение и применение полупроводниковых материалов	4	
Раздел 4; Тема 4.1.	Диэлектрические материалы. Электропроводность и пробой диэлектриков	4	
Раздел 4; Тема 4.2; Тема 4.3.	Диэлектрические материалы. Применение диэлектриков	4	
Раздел 5; Тема 5.1; Тема 5.2.	Магнитные материалы	4	
Итого:		**32**	**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.	12	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	16	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	16	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	18	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	16	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	18	
Итого:		**96**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства

Раздел 1.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Раздел 5.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Отчет о практической работе; 4. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-1	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); 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 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

12.2.3 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».

12.2.4 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	2,5

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
и выводы.	
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 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

Оценка	Требования к знаниям
	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 Материаловедение и технология материалов в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / Г. П. Фетисов [и др.] ; под редакцией Г. П. Фетисова. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 406 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14075-0. – URL: https://urait.ru/bcode/470775 (дата обращения: 27.03.2025);

2 Материаловедение и технология материалов в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / Г. П. Фетисов [и др.] ; ответственный редактор Г. П. Фетисов. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 410 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-12890-1. – URL: https://urait.ru/bcode/470776 (дата обращения: 27.03.2025);

3 Бондаренко, Г. Г. Материаловедение : учебник для вузов / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под редакцией Г. Г. Бондаренко. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 327 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-07090-3. – URL: https://urait.ru/bcode/468630 (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) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

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. Общие свойства материалов.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Какие материалы относятся к электротехническим?

2 Что условно принимается за радиус орбиты электрона?

3 Что происходит с атомом при отрыве электронов от электронного облака атома?

4 Чем обусловлено образование спектра разрешенных энергетических уровней, на которых находятся электроны?

5 Что происходит при переходе электрона с одного разрешенного уровня на другой?

6Какие вещества называются металлами?

7Сколько типов кристаллических решеток существует?

8 Что такое индексы Миллера?

9 Чем определяется ширина разрешенных энергетических зон?

10 Чем отличаются зонные диаграммы проводников и полупроводников и диэлектриков?

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 связь между атомами за счет образования устойчивых пар валентных электронов разных атомов:

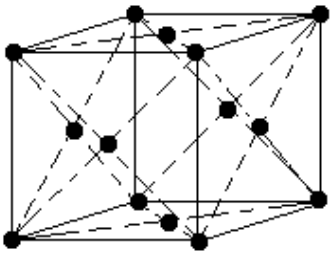
а) ковалентная;

б) донорно-акцепторная:

в) ионная;

г) металлическая.

2 Назовите тип кристаллической решетки:



а) кубическая гранецентрированная;

б) гексагональная:

в) кубическая объемно-центрированная;

г) нет правильного ответа.

3 Как называются дефекты кристаллических решеток, появляющиеся в результате образования вакансий или внедрения атомов в междоузлие?

а) точечные несовершенства;

б) линейные несовершенства:

в) поверхностные несовершенства;

г) краевые дислокации.

4 Как называется изменение свойств кристаллов в зависимости от направления:

а) анизотропия;

б) кристаллизация:

в) дислокация;

г) изотропия.

5 Как называются одиночные кристаллы с непрерывной кристаллической решёткой:

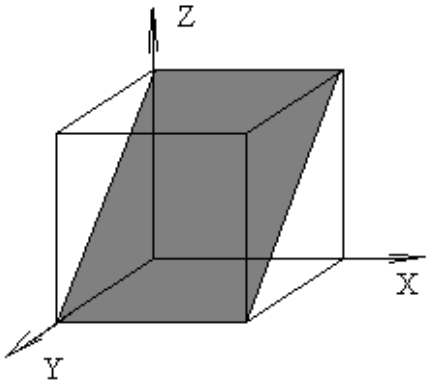
а) монокристаллы;

б) поликристаллы;

в) сигмакристаллы;

г) нет правильного ответа.

4 Определите индексы Миллера:



а) 011;

б) 101:

в) 110;

г) 100.

7Каждая связь С – С в алмазе имеет энергию Wсв = 3,7 эВ. Сколько энергии необходимо затратить для испарения 0,1 г алмаза?

а) 5920Дж;

б) 3840 Дж:

в) 10840Дж;

г) нет правильного ответа.

8Вычислите, сколько атомов располагается на 1 мм^2 плоскости (100) в кристаллической решетке кремния, если межатомное расстояние l = 0,2352 нм:

а) $6{,}78\cdot10^{12}$ мм$^{-2}$;

б) $9{,}36\cdot10^{12}$ мм$^{-2}$;

в) $12{,}37\cdot10^{15}$ мм$^{-2}$;

г) $2{,}44\cdot10^{-4}$ мм$^{-2}$;

д) нет правильного ответа.

9 Известно, что алюминий кристаллизуется в решетке гранецентрированного куба с периодом идентичности а = 0,4041 нм. Вычислите концентрацию свободных электронов, полагая, что на каждый атом кристаллической решетки приходится три электрона:

а) $18{,}18\cdot10^{28}$ мм$^{-3}$;

б) $3{,}46\cdot10^{26}$ мм$^{-3}$;

в) $26{,}33\cdot10^{-12}$ мм$^{-3}$;

г) $0{,}28\cdot10^{28}$ мм$^{-3}$;

д) нет правильного ответа.

10Вычислите период кристаллической решетки меди, если ее плотность равна 8920 кг/м^3, а элементарная ячейка представляет собой гранецентрированный куб. Определите объем, приходящийся на один атом. Ответ запишите в м^3 в виде: $1{,}26\cdot10^{-19}$ м^3

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 Вычислите, сколько атомов располагается на *5 мм*^{2} плоскостей (010) в кристаллической решетке кремния, если межатомное расстояние *l = 0,2352 нм.*

2 Вычислите период кристаллической решетки никеля, если его плотность равна *8902 кг/м*^{3}*,* а элементарная ячейка представляет собой гранецентрированный куб. Определите объем, приходящийся на пять атомов.

Раздел 2. Проводниковые материалы и их свойства

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Почему удельное сопротивление металлов увеличивается с повышением температуры?

2Как и почему изменяется удельное сопротивление металлов при плавлении?

3Какие металлы, и в каких условиях могут переходить в состояние сверхпроводимости?

4Какие свойства меди обуславливают ее широкое применение в электронной технике?

5Какими преимуществами по сравнению с медью обладает алюминий, как проводниковый материал?

6Какими недостатками по сравнению с медью обладает алюминий, как проводниковый материал?

7Чем обусловлено широкое применение тантала в конденсаторостроении?

8Какие материалы входят в состав контактола?

9Что представляют собой жаростойкие проводниковые материалы и где они применяются?

10Что представляют собой электроугольное материалы и на какие группы они делятся?

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 метод определения твердости по глубине вдавливания в испытуемый материал алмазной пирамиды с углом при вершине 136º под нагрузкой:

а) по Бринеллю;

б) по Роквеллу;

в) по Виккерсу;

г) нет правильного ответа.

2 Как называется свойство материала восстанавливать свою форму и объем после прекращения действия внешних сил, которые вызывают их изменение:

а) нет правильного ответа;

б) пластичность;

в) усталость;

г) хрупкость.

3 Как называется сплав, состоящий из 0,3-0,5% Cu, 0.4-0.7% Si, 0.2-0.3% Fe, остальное Al:

а) альдрей;

б) дюраль;

в) силумин;

г) магналий.

4 Медь марки М0 содержит примеси не более:

а) 0,05%;

б) 0,01%;

в) 0,1%;

г) 0,001%.

5 При какой температуре алюминий становится сверхпроводником:

а) 1,2К;

б) 0К;

в) 12К;

г) нет правильного ответа.

6 Определите время, в течение которого электрон пройдет расстояние 1 км по медному проводу, если удельное сопротивление меди 0,017 мкОм·м, а разность потенциалов на концах проводника U = 200 В.

а) 10^6с;

б) 10^5с;

в) 10^3с;

г) нет правильного ответа.

7 Определить удлинение нихромовой проволоки, если известно, что при повышении температуры от 20 до 1000°С электрическое сопротивление проволоки изменяется от 50 до 56,6 Ом. Длина проволоки в холодном состоянии l = 50 м. Температурный коэффициент удельного сопротивления нихрома принять равным $15 \cdot 10^{-5}$ $К^{-1}$. Ответ запишите в метрах, в следующем виде: 0,936м

8 Сопротивление вольфрамовой нити электрической лампочки при 20 $^oС$ равно 35 Ом. Определить температуру нити лампочки, если известно, что при ее включении в сеть напряжением 220 Вв установившемся режиме по нити проходит ток 0,6 А. Температурный коэффициент удельного сопротивления вольфрама при 20 $^oС$ можно принять равным $5 \cdot 10^{-3}$ $К^{-1}$.

а) 2188К;
б) 105К;
в) 12442К;
г) нет правильного ответа.

9 Вычислите, во сколько раз сопротивление $R_{\sim}$ медного провода круглого сечения диаметром d = 1 мм на частоте f = 10 МГц больше сопротивления R_0 этого провода постоянному электрическому току. Ответ запишите в следующем виде: 99.

10 Миниатюрный резистор сопротивлением *R = 120 Ом ± 10%,* имеющий номинальную мощность рассеивания$P_{ном}$ = *0,05Вт*, используется на частоте 50 Гц. Температурный коэффициент сопротивления резистора $\alpha_R = -2 \cdot 10^{-3}\ K^{-1}$. Известно, что из-за малых габаритов резистора при постоянном предельном напряжении $U_{пр}$ = *100 В*происходит поверхностный пробой между выводами. Определите, какое максимальное напряжение может быть приложено к этому резистору при температуре 20 °С.

а) 2,32 В;
б) 17,4 В;
в) 32,6 В;
г) 5,46 В.

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 При включении в электрическую цепь проводника диаметром 0,5 мм и длиной 43 мм, разность потенциалов на концах проводника составила 2,4 В при токе 2А. Определить удельное сопротивление проводника.

2 Сделать сравнительный анализ жаростойких проводниковых материалов.

Характеристика	Нихром	Фехраль	Хромаль
Состав, %			
Плотность, кг/м^3			
Допустимая температура, °С			
Температурный коэффициент удельного электрического сопротивления, 1/°С			
Удельное электрическое сопротивление, Ом·м			
Применение			

3 Катушка из медной проволоки имеет сопротивление 10,8 Ом. Масса медной проволоки 0,3кг. Определите длину и диаметр намотанной на катушку проволоки.

Раздел 3. Полупроводниковые материалы и их свойства

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Что понимается под рассеиванием носителей заряда в полупроводниках, каковы основные механизмы этого явления?

2В каких случаях удельная проводимость полупроводников уменьшается?

3 Может ли удельное сопротивление полупроводников возрастать при нагревании?

4Назовите основные операции технологического цикла получения кремния полупроводниковой чистоты.

5Какие преимущества кремния обуславливают его широкое применение при изготовлении транзисторов и интегральных схем?

6Какие полупроводниковые материалы используются в качестве люминофоров?

7 Как изменяется с ростом температуры удельное электрическое сопротивление собственных полупроводников?

8 Что такое собственный полупроводник?

9Опишите механизм образования свободных носителей зарядов в донорном полупроводнике.

10Опишите особенности селена, его область применения.

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;

г) нет правильного ответа

2 Как называется процесс ориентированного наращивания одного кристаллического вещества на поверхности другого кристалла:

а) эпитаксия;

б) легирование;

в) зонная плавка;

г) нет правильного ответа.

3 Какой цвет излучения можно получить, меняя примесной состав карбида кремния:

а) от красного до фиолетового;

б) оттенки красного;

в) зеленый и синий;

г) нет правильного ответа.

4 Область применения полупроводниковых соединений типа $A^{II}B^{VI}$ и $A^{IV}B^{VI}$:

а) для изготовления детекторов инфракрасного излучения, фоторезисторов и терморезисторов;

б) для изготовления светодиодов, фотодиодов, полупроводниковых лазеров, магниторезисторов и элементов Холла;

в) для изготовления светодиодов;

г) нет правильного ответа.

5 При какой температуре кремний становится пластичным веществом?

а) выше 800°С;

б) выше 100°С;

б) выше 500°С;

б) выше 1000°С;.

6Вычислите отношение полного тока через полупроводник к току, обусловленному дырочной составляющей в собственном германии.Принять собственную концентрацию носителей заряда при комнатной температуре $n_i = 2{,}1 \cdot 10^{19}$ м$^{-3}$, подвижность электронов μ_n = 0,39 м^2/(В·с), подвижность дырок μ_p = 0,19 м^2/(В·с).

а) 3,05;

б) 0,46;

в) 12,72;

г) 9,45

7 Вычислить отношение полного тока через полупроводник к току, обусловленному дырочной составляющей в германии p-типа с удельным сопротивлением 0,05 Ом·м. Принять собственную концентрацию носителей заряда при комнатной температуре $n_i = 2{,}1 \cdot 10^{19}$ м$^{-3}$, подвижность электронов μ_n = 0,39 м^2/(В·с), подвижность дырок μ_p = 0,19 м^2/(В·с). Ответ округлите до трех знаков после запятой и представьте в следующем виде: 17,018.

8 Образец кремния n-типа при температуре T_1 = 300К имеет удельное сопротивление ρ = 0,05 Ом·м, ширину запрещенной зоны ΔW_1 = 1,12 эВ, причем концентрация электронов в нем не изменяется при нагревании до температуры T_2 = 500К. Определить, насколько изменяется концентрация неосновных носителей заряда в этом температурном диапазоне. При температуре T_1 подвижность электронов μ_n = 0,14 м^2/(В·с). Собственная концентрация носителей заряда $n_i = 7 \cdot 10^{15}$ м$^{-3}$. Коэффициент температурного изменения ширины

запрещенной зоны b = 2,84·10^{-4} эВ/К . При температуре T_2 эффективная плотность состояний в зоне проводимости N_c = 5,79·10^{25} м$^{-3}$; эффективная плотность состояний в валентной зоне N_u = 2,26·10^{25} м$^{-3}$.

а) 5,2·10^8 раз;
б) 12,7·10^8 раз;
в) 26,9·10^7 раз;
г) 1,3·10^3 раз.

9Рассчитать количество сурьмы, необходимое для выращивания кристалла германия n-типа с удельным сопротивлением *ρ = 0,01 Ом·м* из расплава массой m_t *= 4 кг* в предположении равномерного распределения легирующей примеси по объему кристалла. Коэффициент распределения сурьмы между твердой и жидкой фазами $k_{sb} = N_s / N_t = 3 \cdot 10^{-3}$ (N_sи N_t – концентрация примесей в твердой и жидкой фазе соответственно), плотность расплава d_t *= 5600 кг/м^3*, подвижность электронов μ_n *= 0,38 м^2/(В·с)*.

а) 7,9·10^{-5} кг;
б) 9,6·10^{-6} кг;
в) 12,4·10^{-4} кг;
г) 105,36·10^{-3} кг;

10 Рассчитать максимальную толщину эпитаксиального слоя h, осаждаемого на подложку площадью S = 1 см^2 из насыщенного раствора-расплава фосфида галлия в галлий массой m = 1г при равновесном охлаждении гетерогенной системы от 950 до 900°С, если при 950°С растворимость фосфора в жидкой фазе $x'_p = 1{,}5$ ат.%, а при 900°С $x''_p = 1$ ат.%. плотность фосфида галлия принять равной 4,1 мг/м^3. Ответ запишите в мкм, в следующем виде: 26,4.

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 При напряженности электрического поля 100В/м плотность тока через полупроводник 6·10^4 А/м^2. Определите концентрацию электронов проводимости в полупроводнике, если их подвижность μ_n = 0,375 м^2/(В·с). Дырочной составляющей тока пренебречь.

2 Рассчитать концентрацию электронов и дырок в германии р-типа с удельным сопротивлением 0,05 Ом·м при температуре 300К.

Раздел 4. Диэлектрические материалы и их свойства

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 Как влияет температура на удельную проводимость диэлектриков?

2При каких условиях для электроизоляционных материалов соблюдается закон Ома?

3Какие механизмы пробоя твердых диэлектриков вам известны?

4Почему значение пробивного напряжения не характеризует электрическую прочность диэлектрика?

5По каким признакам можно выявить механизм пробоя твердых диэлектриков?

6Какой механизм пробоя характерен для диэлектриков при импульсном воздействии высокого напряжения?

7 Что такое полярность диэлектриков?

8 Какие вещества относятся к полярным, а какие к неполярным диэлектрикам?

9 Назовите виды поляризации диэлектриков.

10Что такое электрическое старение изоляции?

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 Какого типа поляризации диэлектриков не существует:

а) молекулярная;

б) электронная;

в) дипольная;

г) миграционная.

2 Какой класс нагревостойкости имеет гетинакс:

а) Е;

б) А:

в) Y;

г) Н.

3 Фольгированный стеклотекстолит представляет собой текстолит, облицованный с одной или с двух сторон фольгой из:

а) меди;

б) железа

в) алюминия;

г) хромеля.

4 Какой из перечисленных газов не используется в качестве диэлектрика:

а) все ниже перечисленные используются;

б) азот;

в) гелий;

г) водород.

5 Листовые или рулонные материалы, склеенные из отдельных лепестков слюды с помощью клеящего лака или сухой смолы, называются:

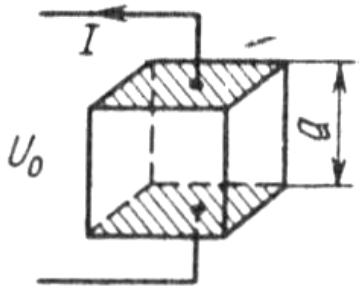
а) миканиты;

б) слюдиниты;

в) микалекс;

г) слюдопласты.

6Две противоположные грани куба с ребром а = 10 мм из диэлектрического материала с удельным объемным сопротивлением $\rho_V = 10^{10}$Ом·м и удельным поверхностным сопротивлением $\rho_S = 10^{11}$ Ом покрыты металлическими электродами. Определить ток, протекающий через эти грани куба при постоянном напряжении U_0 = 2 кВ.



а) $8{,}2 \cdot 10^{-8}$ А;

б) $26{,}4 \cdot 10^{-3}$ А;

в) $12{,}3 \cdot 10^{-5}$ А;

г) 0,1А;

7При изменении температуры от 60 до 127°С удельное сопротивление радиофарфора уменьшается от $\rho_1 = 10^{13}$*Ом·м* до $\rho_2 = 10^{11}$*Ом·м*. Определить температурный коэффициент удельного сопротивления α_ρрадиофарфора, считая его постоянным в рассматриваемом диапазоне температур.

а) –0,0687 $К^{-1}$;

б) 0,0497 $К^{-1}$;

в) –7,1394 $К^{-1}$;

г) 12,3049 $К^{-1}$.

8Как изменится пробивное напряжение воздуха при нормальном атмосферном давлении, если температуру повысить от 20 до 100°С?

а) уменьшится в 1,27 раза;

б) увеличится в 2,49 раза;

в) уменьшится в 3,22 раза;

г) увеличится в 12,36 раз.

9Цилиндрический стержень диаметром 10 мм и длиной 20 мм из диэлектрика с удельным объемным сопротивлением 10^{13} Ом·м и удельным поверхностным сопротивлением 10^{14} Ом покрыт с

торцов металлическими электродами. Чему равно сопротивление между электродами? Ответ запишите в Омах в виде: $12{,}9 \cdot 10^{13}$

10 Известно, что при тепловом пробое диэлектрик толщиной 4 мм пробивается при напряжении 15 кВ на частоте 100Гц. При каком напряжении промышленной частоты пробьется такой же диэлектрик толщиной 2 мм? Ответ записать в киловольтах в виде: 220.

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 Поясните, как и почему изменится пробивное напряжение воздуха при нормальном атмосферном давлении, если температуру повысить от 20 до 100°С.

2 Известно, что при тепловом пробое диэлектрик толщиной 4 мм пробивается при напряжении 15 кВ на частоте 100Гц. Определите при каком напряжении промышленной частоты пробьется такой же диэлектрик толщиной 2 мм?

Раздел 5. Магнитные материалы и их свойства

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1 К какому классу веществ по магнитным свойствам относятся полупроводники кремний и германий?

2К какому классу веществ по магнитным свойствам относятся химические соединения $A^{III}B^{V}$?

3Как изменяется магнитная восприимчивость парамагнетиков с повышением температуры?

4 Может ли быть достигнуто магнитное насыщение парамагнитных веществ?

5Как влияет температура на диамагнитную восприимчивость?

6 Чем определяются магнитные свойства вещества?

7 Что понимают под магнитным доменом?

8 Причины возникновения потерь в ферромагнетиках.

9 Из каких материалов и почему можно изготовить постоянные магниты?

10 Что из себя представляют ферриты? Область их применения.

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 Какой величиной оценивается сила взаимодействия вещества с магнитным полем:

а) магнитная восприимчивость;

б) напряженность магнитного поля;

в) намагниченность вещества;

г) нет правильного ответа.

2 Чему равен результирующий магнитный момент атома диамагнетика:

а) 0;

б) 1;

в) 100;

г) бесконечности.

3 Как называется явление изменения линейных размеров ферромагнетика в процессе намагничивания и размагничивания:

а) магнитострикция;

б) магнитное насыщение;

в) анизотропия;

г) нет правильного ответа.

4 Какие значения может принимать константа магнитострикции:

а) положительные и отрицательные;

б) положительные;

в) отрицательные;

г) 0.

5 Как называются материалы, у которых магнитные моменты соседних атомов равны, но их спины располагаются антипараллельно:

а) антиферромагнетики;

б) диамагнетики;

в) парамагнетики;

г) ферримагнетики.

6 К каким материалам относятся ферриты:

а) к магнитомягким, высокочастотным материалам;

б) к магнитомягким, низкочастотным материалам;

в) магнитотвердым материалам;

г) нет правильного ответа.

7В сердечнике трансформатора суммарные удельные магнитные потери на гистерезис и на вихревые токи при частотах 1 и 2 кГц составляют соответственно 2 и 6 Вт/кг (при неизменной максимальной индукции в сердечнике.) Рассчитать магнитные потери на вихревые токи в сердечнике на частоте 2кГц. Ответ записать в киловольтах в виде целого числа в Вт/кг.

8Диамагнитная восприимчивость меди χ_{Cu} = -9,5·10^{-6}.Определить намагниченность в медном проводе при воздействии на него однородного магнитного поля напряженностью H = 100 А/м. Ответ запишите в формате: -7,4·10^{-3} А/м

9Диамагнитная восприимчивость меди χ_{Cu} = -9,5·10^{-6}.Определить магнитную индукцию в медном проводе при воздействии на него однородного магнитного поля напряженностью H = 100 А/м. Ответ запишите в формате: 7,44·10^{-3} Тл.

10 Определите магнитные потери в сердечнике К40х20х7,5 из феррита марки 2000Нм на частоте 0,1 МГц пр пропускании через намагниченную обмотку тока 40мА. Обмотка содержит 100 витков, добротность сердечника в данных условиях равна 10. Магнитную проницаемость феррита на рабочей напряженности поля принять равнойμ$_н$.

а) 2 Вт;

б) 150Вт;

в) 0,02 Вт;

г)0.

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 В однородное магнитное поле индукцией B_0 = 1Тл перпендикулярно магнитному потоку помещена плоскопараллельная пластина из однородного изотропного ферромагнетика с относительной магнитной проницаемостью μ = 1000. Определить магнитную индукцию B_1 и напряжённость магнитного поля H_1 внутри ферромагнетика.

Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1 Электрические свойства металлических сплавов.

2 Контактные явления и термоэлектродвижущая сила.

3 Материалы высокой проводимости.

4 Сверхпроводники и криопроводники.

5 Сплавы высокого сопротивления.

6 Тензометрические сплавы и сплавы для термопар.

7 Неметаллические проводниковые материалы.

8Припои и флюсы.

9 Зависимость концентрации носителей заряда от температуры в полупроводниках.

10 Эффект Холла в полупроводниках.

11 Магниторезистивный эффект в полупроводниках.

12 Получение, свойства и полупроводникового материала (на выбор кремний или германий)

13 Поляризация диэлектриков.

14 Электропроводность диэлектриков.

15 Диэлектрические потери.

16 Полимеры и эластомеры.

17 Пропиточные и заливочные вещества, компаунды и лаки.

18 Композиционные пластмассы и слоистые пластики.

19 Неорганические стёкла. Ситаллы. Керамика.

20 Слюда и слюдяные материалы.

21 Сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики.

22Пироэлектрики и электреты.

23 Намагничивание и перемагничивание ферромагнетиков.

24Магнитомягкие низкочастотные материалы.

25 Ферриты. Магнитодиэлектрики.

Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

1Каждая связь С – С в алмазе имеет энергию $W_{св} = 3,7$ *эВ*. Сколько энергии необходимо затратить для испарения *0,1 г* алмаза?

2Вычислите, сколько атомов располагается на *1 мм*^{2} плоскостей (100) и (111) в кристаллической решетке кремния, если межатомное расстояние $l = 0,2352$ *нм.*

3Известно, что алюминий кристаллизуется в решетке гранецентрированного куба с периодом идентичности $a = 0,4041$ *нм.* Вычислите концентрацию свободных электронов, полагая, что на каждый атом кристаллической решетки приходится три электрона.

4Вычислите период кристаллической решетки меди, если ее плотность равна *8920 кг/м*^{3}*,* а элементарная ячейка представляет собой гранецентрированный куб. Определите объем, приходящийся на один атом.

5Вычислить отношение полного тока через полупроводник к току, обусловленному дырочной составляющей: в собственном германии; Принять собственную концентрацию носителей заряда при комнатной температуре $n_i = 2,1 \cdot 10^{19}$ *м*$^{-3}$, подвижность электронов $\mu_n = 0,39$ *м*^{2}*/(В·с)*, подвижность дырок $\mu_p = 0,19$ *м*^{2}*/(В·с)*.

6Вычислить отношение полного тока через полупроводник к току, обусловленному дырочной составляющей: в германии р-типа с удельным сопротивлением *0,05 Ом·м*. Принять собственную концентрацию носителей заряда при комнатной температуре $n_i = 2,1 \cdot 10^{19}$ *м*$^{-3}$, подвижность электронов $\mu_n = 0,39$ *м*^{2}*/(В·с)*, подвижность дырок $\mu_p = 0,19$ *м*^{2}*/(В·с)*.

7Полупроводник легирован акцепторной примесью до концентрации $N_a = 2n_i$. Определить, во сколько раз изменится удельная проводимость полупроводника по отношению к собственной, если

отношение подвижностей электронов и дырок $\mu_n / \mu_p = b$. Считать, что все акцепторы находятся в ионизированном состоянии.

8При напряженности электрического поля 100 В/м плотность тока через полупроводник $6 \cdot 10^4$ А/м^2. Определить концентрацию электронов проводимости в полупроводнике, если их подвижность μ_n = 0,375 м^2/(В·с). Дырочной составляющей тока пренебречь.

9 Определить собственную удельную проводимость германия при комнатной температуре, Принять собственную концентрацию носителей заряда при комнатной температуре $n_i = 2{,}1 \cdot 10^{19}$ *м*$^{-3}$, подвижность электронов $\mu_n = 0{,}39$ *м*^{2}*/(В·с)*, подвижность дырок $\mu_p = 0{,}19$ *м*^{2}*/(В·с)*.

10Рассчитать количество сурьмы, необходимое для выращивания кристалла германия n-типа с удельным сопротивлением $\rho = 0{,}01$ *Ом·м* из расплава массой $m_t = 4$ *кг* в предположении равномерного распределения легирующей примеси по объему кристалла. Коэффициент распределения сурьмы между твердой и жидкой фазами $k_{sb} = N_s / N_t = 3 \cdot 10^{-3}$ (N_sи N_t – концентрация примесей в твердой и жидкой фазе соответственно), плотность расплава d_t = 5600 *кг/м*^{3}, подвижность электронов $\mu_n = 0{,}38$ *м*^{2}*/(В·с)*.

11 Известно, что при температуре 800°С растворимость мышьяка x^t_{As} в жидком галлии составляет 2,0 ат.5. Рассчитать, какое количество арсенида галлия m_{GaAs} необходимо растворить в 10г галлия, чтобы получить насыщенный раствор при данной температуре.

12В 1 кг германия содержится 23,4 мг мышьяка. Считая, что примесь распределена равномерно, определить концентрацию основных носителей заряда и удельное сопротивление материала при температуре Е = 300 К. Недостающие расчетные данные взять из справочника.

13Вычислите длину свободного пробега электронов в меди при *Т = 300 К*, если ее удельное сопротивление при этой температуре равно *0,017 мкОм·м*.

14Определить время, в течении которого электрон пройдет расстояние 1 км по медному проводу, если удельное сопротивление меди *0,017 мкОм·м,* а разность потенциалов на концах проводника *U = 200 В*. За какое время электрон пролетит это расстояние, двигаясь без соударений, при той же разности потенциалов? Каково время передачи сигнала?

15Определить температурный коэффициент линейного расширения α_1 и удлинение нихромовой проволоки, если известно, что при повышении температуры от *20* до *1000°С* электрическое сопротивление проволоки изменяется от *50* до *56,6 Ом*. Длина проволоки в холодном состоянии *l = 50 м*. Температурный коэффициент удельного сопротивления нихрома принять равным $15 \cdot 10^{-5}$ *К*$^{-1}$.

16Сопротивление вольфрамовой нити электрической лампочки

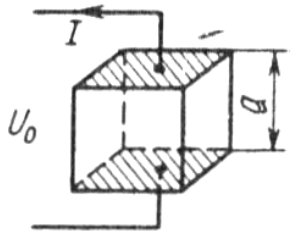
при 20 °С равно 35 Ом. Определить температуру нити лампочки, если известно, что при ее включении в сеть напряжением 220 Вв установившемся режиме по нити проходит ток 0,6 А. Температурный коэффициент удельного сопротивления вольфрама при 20 °С можно принять равным $5 \cdot 10^{-3}$ $К^{-1}$.

17Требуется изготовить проволоку, которая выдерживает растяжение силой F = 50 Н, не претерпевая пластической деформации; при этом сопротивление 1 м проволоки не должно превышать 0,02 Ом. Определить и сравнить наименьшие допустимые диаметры проволоки, изготовленной из отожженной меди и отожженного алюминия. Какая проволока экономически более выгодна, если цена 1 кг алюминия в 1,5 раза ниже цены 1 кг меди. Предел текучестиσ_T отожженной меди и отожженного алюминия принять равным соответственно 70 и 35 Мпа.

18Вычислить, во сколько раз сопротивление $R_{\sim}$ медного провода круглого сечения диаметром $d = 1$ *мм* на частоте $f = 10$ *МГц* больше сопротивления R_0 этого провода постоянному электрическому току.

19 Миниатюрный резистор сопротивлением $R = 120$ *Ом* ± *10%,* имеющий номинальную мощность рассеивания$P_{ном} = 0{,}05$*Вт*, используется на частоте 50 Гц. Температурный коэффициент сопротивления резистора $\alpha_R = -2 \cdot 10^{-3}$ $К^{-1}$. Известно, что из-за малых габаритов резистора при постоянном предельном напряжении $U_{пр} = 100$ *В*происходит поверхностный пробой между выводами. Определить, какое максимальное напряжение может быть приложено к этому резистору при температуре 20 °С?

20Две противоположные грани куба с ребром $a = 10$ *мм* из диэлектрического материала с удельным объемным сопротивлением $\rho_V = 10^{10}$ *Ом·м* и удельным поверхностным сопротивлением $\rho_S = 10^{11}$ *Ом* покрыты металлическими электродами (рисунок).



Определить ток, протекающий через эти грани куба при постоянном напряжении$U_0 = 2$ *кВ*.

21При изменении температуры от 60 до 127°С удельное сопротивление радиофарфора уменьшается от $\rho_1 = 10^{13}$ *Ом·м* до $\rho_2 = 10^{11}$ *Ом·м*. Определить температурный коэффициент удельного сопротивления α_ρрадиофарфора, считая его постоянным в рассматриваемом диапазоне температур. При этом же допущении найти удельное сопротивление материала при комнатной температуре.

22Как и почему изменится пробивное напряжение воздуха при нормальном атмосферном давлении, если температуру повысить от 20 до 100°С?

23При включении в электрическую цепь проводника диаметром *0,5 мм* и длиной *43 мм*, разность потенциалов на концах проводника составила *2,4 В* при токе *2 А*. Определить удельное сопротивление материала проводника.

24Определите магнитные потери в сердечнике К40х20х7,5 из феррита марки 2000Нм на частоте 0,1 МГц пр пропускании через намагниченную обмотку тока 40мА. Обмотка содержит 100 витков, добротность сердечника в данных условиях равна 10. Магнитную проницаемость феррита на рабочей напряженности поля принять равной $\mu_н$.

25 Диамагнитная восприимчивость меди χ_{Cu} = $-9{,}5 \cdot 10^{-6}$.Определить магнитную индукцию в медном проводе при воздействии на него однородного магнитного поля напряженностью Н = 200 А/м.