

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им.
Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники
Кафедра электроники и цифровых информационных технологий**

СОГЛАСОВАНО

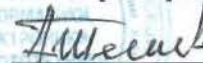
Руководитель образовательной программы

 **А.М. Кармоков**

« 30 » 05 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИИЭиР

 **Р.Ш. Тешев**

« 30 » 05 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.0.12 «Физико- химия материалов и процессов электронной
техники»**

Направление подготовки

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Профиль: **Конструирование и технология радиоэлектронных средств**

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

НАЛЬЧИК 2023

Рабочая программа дисциплины **«Физико-химия материалов и процессов электронной техники»** /сост. А.М. Кармоков – Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2023. 24 с

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«Физико-химия материалов и процессов электронной техники»** предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, 3 курс, 5 семестр.

Рабочая программа дисциплины (модуля) **«Физико-химия материалов и процессов электронной техники»** составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «19» сентября 2017 г. № 928.

Содержание

| | |
|--|--|
| 1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)..... | 4 |
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО Ошибка! Закладка не определена. | |
| 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)..... | 4 |
| 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)..... | 5 |
| <i>Структура дисциплины (модуля).....</i> | 7 |
| 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации..... | 9 |
| Коллоквиум..... | 9 |
| <i>Вопросы, выносимые на коллоквиум.....</i> | 9 |
| Образцы тестовых заданий..... | 10 |
| <i>Методические рекомендации по подготовке к экзамену.....</i> | 10 |
| <i>Критерии оценивания.....</i> | 10 |
| Задания для лабораторных занятий..... | 13 |
| 6. Промежуточная аттестация..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 7. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности..... | 16 |
| 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)..... | 18 |
| <i>Основная литература.....</i> | 18 |
| <i>Дополнительная литература.....</i> | 18 |
| <i>Периодические издания.....</i> | 18 |
| <i>Интернет-ресурсы.....</i> | 18 |
| 9. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий..... | 18 |
| 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины..... | 20 |
| Приложение 1. Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)..... | 22 |
| <u>Приложение 2. Критерии оценки качества освоения дисциплины</u> Ошибка! Закладка не определена. | |

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

1.1. Цель преподавания дисциплины.

Цель преподавания дисциплины **«Физико-химия материалов и процессов электронной техники»** состоит в формировании у студентов теоретических знаний и практических навыков в области физической химии для анализа свойств материалов электронной техники и процессов их получения.

Для достижения указанной выше цели необходимо решить следующие задачи:

- освоить физико-химических основ закономерностей получения полупроводниковых материалов и структур с заданными свойствами;
- экспериментально изучить закономерности физико-химических процессов протекающих при фазовых переходах и получения полупроводниковых структур;
- научить студентов самостоятельно анализировать результаты экспериментальных исследований.

Изучение дисциплины направлено на подготовку специалистов, способных решать проблемы, возникающие при эксплуатации изделий электронной техники с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности в соответствии с профессиональными стандартами:

- 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 июля 2019 года N 540н (зарегистрирован в Минюсте РФ 28 августа 2019 года, регистрационный N 55756).
- 40.058 «Инженер - технолог по производству изделий микроэлектроники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 г. № 480н (зарегистрирован Минюстом России 29.07.2019 г. № 55439).

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений **Б1.О.12** учебного плана по направлению подготовки ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств профиль: «Конструирование и технология радиоэлектронных средств».

При освоении дисциплины обучающийся сможет частично продемонстрировать следующие обобщенные трудовые функции (**ОТФ**):

- **Эксплуатация радиоэлектронной аппаратуры** (профессиональный стандарт 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», код В, уровень квалификации -5);
- **Разработка единичных технологических процессов и рекомендаций по устранению и предупреждению брака в производстве изделий микроэлектроники** (профессиональный стандарт 40.058 «Инженер - технолог по производству изделий микроэлектроники», код В, уровень квалификации -6).

Изучение дисциплины **«Физико-химия материалов и процессов электронной техники»** базируется на следующих, ранее изучаемых, дисциплинах:

«Физика», «Математика», «Физики конденсированного состояния», «Микроэлектроника», «Теоретические основы радиотехники», «Материалы и компоненты электронных средств», «Основы надежности электронных средств».

Освоение данной дисциплины, в свою очередь, необходимо для успешного усвоения, в последующем, специальных курсов по дисциплинам: «Конструирование и технология радиоэлектронных средств», «Современные методы исследования строения и свойства конденсированных фаз», а также производственной практики

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональной компетенции (ПК):

Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению (ПК-3)

ПК-3.1 Способен выявлять технологические факторы вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники.

(профессиональный стандарт 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», трудовая функция В/01.5 Техническое обслуживание радиоэлектронной аппаратуры).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- технологию производства в отрасли;
- используемые технические средства, перспективы их развития и модернизации;
- методы и средства контроля работы радиоэлектронного оборудования;
- принципы и методы планирования и организации проведения работ по обслуживанию радиоэлектронного оборудования;
- технические средства контроля работы радиоэлектронного оборудования, перспективы и направления их совершенствования;
- принципы, методы и средства выполнения расчетов и вычислительных работ.

Уметь:

- планировать и контролировать работу подчиненных;
- работать с современными средствами измерения и контроля радиоэлектронными приборами (РЭП);
- работать с проектной, конструкторской и технической документацией;
- оценивать техническое состояние радиоэлектронного оборудования.

Владеть:

- планированием порядка и последовательности проведения работ по обслуживанию радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения;
- режимами работы и условиями эксплуатации радиоэлектронного оборудования;
- разработкой нормативной документации по эксплуатации и техническому обслуживанию радиоэлектронного оборудования;
- настройкой и регулировкой узлов радиотехнических устройств и систем;
- оптимизацией процессов настройки, регулировки и испытания изделия;
- современными отечественными и зарубежными пакетами программ при решении схмотехнических, системных и сетевых задач;
- правилами и методами монтажа, настройки и регулировки узлов радиотехнических устройств и систем.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Содержание разделов дисциплины

В таблице 1 приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), коллоквиум (К), тестирование (Т).

Таблица 1

| № раз дела | Наименова ние раздела | Содержание раздела | Компет енции | Форма текущег о контрол я |
|---------------|-----------------------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| | | | | |
|---|---|--|------|----------|
| 1 | Кристаллическое строение вещества | <p>Характеристика фазового состояния и структур. Понятие фазы. Агрегатные состояния. Ближний и дальний порядок. Гомогенные и гетерогенные системы. Закон постоянства углов кристалла. Симметрия внешней формы, структуры, физических свойств. Операции и элементы симметрии. Точечные группы. Сингонии. Классы симметрии. Пространственные решетки. Элементы симметрии кристаллических структур. Решетки Браве. Дефекты структуры реальных кристаллов. Связь между симметриями кристаллов, физических свойств и явлений. Тензорное описание анизотропии физических свойств и явлений в кристаллических фазах.</p> <p>Элементы кристаллохимии полупроводников. Химическая связь в твердых фазах. Молекулярные и координационные решетки. Химическая связь в структурах типа алмаза и сфалерита. Электроотрицательность. Эффективные заряды атомов в кристаллической решетке соединений. Расчет энергетической прочности ионных решеток. Ионные и атомные радиусы. Энергетическая прочность атомных решеток. Связь между энергетическими, механическими и электрофизическими свойствами фаз.</p> | ПК-3 | К, Т, ЛР |
| 2 | Термодинамический метод описания свойств полупроводниковых материалов | <p>Термодинамический метод описания свойств полупроводниковых материалов и процессов их получения. Термодинамические системы, функции состояния, процессы. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Энтропия реакции и ее зависимость от температуры. Второе начало термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность. Характеристические функции. Термодинамические потенциалы. Термодинамические критерии направления процессов и условия равновесия в закрытых системах. Фундаментальные уравнения состояния. Парциальные молярные величины и связь их с интегральными свойствами. Химический потенциал. Уравнения состояния для открытых систем. Уравнение Гиббса-Дюгема. Химический потенциал компонентов смеси идеальных и реальных газов, жидких и твердых растворов. Понятие активности и летучести.</p> <p>Химические равновесия в технологии</p> | ПК-3 | К, Т, ЛР |

| | | | | |
|---|---|--|------|----------|
| | | <p>получения полупроводниковых материалов и структур. Вывод закона действующих масс. Константы равновесия. Уравнения изотермы химической реакции Вант-Гоффа и использование t_{ij} для управления физико-химическими процессами в полупроводниковой технологии. Влияние температуры и давления пара на химическое равновесие. Уравнение изохоры и изобары химической реакции. Третье начало термодинамики. Химическая координата (переменная). Зависимость свободной энергии системы от химической координаты.</p> | | |
| 3 | <p>Термодинамика растворов и фазовые равновесия в полупроводниковой технологии.</p> | <p>Термодинамические критерии равновесия фаз. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы в однокомпонентных системах. Сублимация, кристаллизация, полиморфные превращения. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Р-Т диаграмма состояния однокомпонентной системы. Фазовый переход второго рода. Термодинамические функции смешения, зависимость от их состава. Определение химического потенциала. Правила рычага. Термодинамическое обоснование основных типов диаграмм состояния с помощью концентрационной зависимости свободной энергии системы. Диаграммы состояния с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов, эвтектическими и дистектическими диаграммами состояния. Экспериментальные методы фазового анализа и построения диаграмм состояния. Идеальные и разбавленные растворы. Состав пара над раствором. Законы Генри, Рауля, Коновалова, Р-Х диаграммы. Неидеальные растворы. Избыточные термодинамические функции. Концепция регулярного раствора, квазихимическое приближение. Параметр взаимодействия. Связь коэффициента активности с параметром взаимодействия. Аналитическое описание двухфазных равновесий в бинарных системах. Распад твердых фаз. Трехфазные равновесия в бинарных системах.</p> <p>Кинетика физико-химических процессов в технологии полупроводниковых материалов. Стационарные и нестационарные процессы. Уравнение переноса. Основные положения термодинамики необратимых процессов (Постулаты Онзагера). Скорость химических</p> | ПК-3 | К, Т, ЛР |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | гомогенных и гетерогенных процессов, Энергия активации. Закон Арениуса. Кинетика диффузионных процессов. Законы Фика. Зависимость коэффициента диффузии от температуры и концентрации. | | |
|--|--|--|--|--|

Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов)

Таблица 2

| | 5 семестр | Всего |
|---|------------------|------------------|
| Общая трудоемкость (в часах) | 144 | 144 |
| Контактная работа (в часах): | 51 | 51 |
| <i>Лекционные занятия (Л)</i> | 34 | 34 |
| <i>Лабораторные работы (ЛР)</i> | 17 | 17 |
| Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа: | 84 | 84 |
| Курсовая работа (КР)/ Курсовой проект (КП) | не предусмотрены | не предусмотрены |
| Самостоятельное изучение разделов/тем | 84 | 84 |
| Подготовка и прохождение промежуточной аттестации | 9 | 9 |
| Вид промежуточной аттестации | зачет | |

Таблица 3. Лекционные занятия

| № п/п | Тема |
|-------|--|
| 1 | Кристаллическое строение вещества |
| 2 | Элементы кристаллохимии полупроводников |
| 3 | Термодинамический метод описания свойств полупроводниковых материалов |
| 4 | Химические равновесия в технологии получения полупроводниковых материалов и структур |
| 5 | Термодинамика растворов и фазовые равновесия в полупроводниковой технологии |
| 6 | Кинетика физико-химических процессов в технологии полупроводниковых материалов |
| 7 | Поверхностные явления и адсорбция. |

Таблица 4. Лабораторные работы

| № п/п | Тема |
|-------|--|
| 1 | Построение диаграмм плавкости двухкомпонентных систем |
| 2 | Калориметрия |
| 3 | Определение теплоты нейтрализации кислот |
| 4 | Определение свойств 2-компонентных растворов фотоколориметрическим методом |
| 5 | Выращивание монокристаллов методом направленной кристаллизации |
| 6 | Химические гальванические элементы |
| 7 | Исследование адсорбции окрашенных веществ на активированном угле |
| 8 | Построение изотермы адсорбции Гиббса из измерения поверхностного |

| | |
|---|---|
| | натяжения растворов |
| 9 | Расчет термодинамических характеристик фазовых переходов из литературных данных |

Таблица 5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

| № п/п | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение |
|-------|---|
| 1 | Термодинамические функции, используемые для анализа фазовых равновесий. |
| 2 | Применение метода Фурье для решения диффузионных задач. |
| 3 | Равновесная концентрация дефектов нестехиометрии. Зависимость концентрации дефектов от давления собственного пара на конкретном |
| 4. | Сильные и слабые формы хемосорбции. |
| 5 | Кинетика физико-химических процессов в технологии полупроводниковых материалов. |
| 6 | Стационарные и нестационарные процессы. |
| 7 | Уравнение переноса. |
| 8 | Основные положения термодинамики необратимых процессов (Постулаты Онзагера). |
| 9 | Скорость химических гомогенных и гетерогенных процессов, |
| 10 | Энергия активации. |
| 11 | Поверхностные явления и адсорбция. |
| 12 | Физико-химические явления на границе раздела фаз и их роль в технологических процессах микроэлектроники. |
| 13 | Свободная и полная поверхностные энергии, поверхностное натяжение. |
| 14 | Смачивание, адгезия, капиллярные явления. |
| 15 | Адсорбция на границах раздела твердое тело-газ и твердое тело-жидкость. |
| 16 | Изотерма адсорбции Лэнгмюра. |
| 17 | Применение поверхностных явлений в микроэлектронике. |

5 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Коллоквиум

В семестре проводятся 3 коллоквиума, которые оцениваются по 8 баллов каждый.

Вопросы, выносимые на коллоквиум

Первый коллоквиум

1. Характеристика фазового состояния и структур.
2. Понятие фазы. Агрегатные состояния. Ближний и дальний порядок. Гомогенные и гетерогенные системы.
3. Закон постоянства углов кристалла. Симметрия внешней формы, структуры, физических свойств.
4. Операции и элементы симметрии. Точечные группы. Сингонии. Классы симметрии.
5. Пространственные решетки. Элементы симметрии кристаллических структур. Решетки Браве.
6. Дефекты структуры реальных кристаллов. Связь между симметриями кристаллов,

физических свойств и явлений.

7. Тензорное описание анизотропии физических свойств и явлений в кристаллических фазах.
8. Элементы кристаллохимии полупроводников.
9. Химическая связь в твердых фазах.
10. Молекулярные и координационные решетки.
11. Химическая связь в структурах типа алмаза и сфалерита.
12. Электроотрицательность. Эффективные заряды атомов в кристаллической решетке соединений.
13. Расчет энергетической прочности ионных решеток. Ионные и атомные радиусы. Энергетическая прочность атомных решеток.
14. Связь между энергетическими, механическими и электрофизическими свойствами фаз.

Второй коллоквиум

1. Термодинамический метод описания свойств полупроводниковых материалов и процессов их получения.
2. Термодинамические системы, функции состояния, процессы.
3. Первое начало термодинамики.
4. Теплємкость. Энтропия реакции и ее зависимость от температуры.
5. Второе начало термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность.
6. Характеристические функции. Термодинамические потенциалы.
7. Термодинамические критерии направления процессов и условия равновесия в закрытых системах.
8. Фундаментальные уравнения состояния.
9. Парциальные молярные величины и связь их с интегральными свойствами.
10. Химический потенциал. Уравнения состояния для открытых систем.
11. Уравнение Гиббса-Дюгема. Химический потенциал компонентов смеси идеальных и реальных газов, жидких и твердых растворов. Понятие активности и летучести.
12. Химические равновесия в технологии получения полупроводниковых материалов и структур.
13. Вывод закона действующих масс. Константы равновесия.
14. Уравнения изотермы химической реакции Вант-Гоффа и использование $\ln K$ для управления физико-химическими процессами в полупроводниковой технологии.
15. Влияние температуры и давления пара на химическое равновесие.
16. Уравнение изохоры и изобары химической реакции.
17. Третье начало термодинамики. Химическая координата (переменная).
18. Зависимость свободной энергии системы от химической координаты.

Третий коллоквиум

1. Термодинамические критерии равновесия фаз. Правило фаз Гиббса.
2. Фазовые переходы в однокомпонентных системах.
3. Сублимация, кристаллизация, полиморфные превращения.
4. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Р-Т диаграмма состояния однокомпонентной системы. Фазовый переход второго рода.
5. Термодинамические функции смешения, зависимость от их состава. Определение химического потенциала.
6. Правила рычага. Термодинамическое обоснование основных типов диаграмм состояния с помощью концентрационной зависимости свободной энергии системы.
7. Диаграммы состояния с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов, эвтектическими и дистектическими диаграммами состояния.
8. Экспериментальные методы фазового анализа и построения диаграмм состояния. Идеальные и разбавленные растворы.

9. Состав пара над раствором. Законы Генри, Рауля, Коновалова, Р-Х диаграммы.
10. Неидеальные растворы. Избыточные термодинамические функции.
11. Концепция регулярного раствора, квазихимическое приближение.
12. Параметр взаимодействия. Связь коэффициента активности с параметром взаимодействия.
13. Аналитическое описание двухфазных равновесий в бинарных системах. Распад твердых фаз. Трехфазные равновесия в бинарных системах.
14. Кинетика физико-химических процессов в технологии полупроводниковых материалов. Стационарные и нестационарные процессы.
15. Уравнение переноса. Основные положения термодинамики необратимых процессов (Постулаты Онзагера).
16. Скорость химических гомогенных и гетерогенных процессов, Энергия активации. Закон Арениуса.
17. Кинетика диффузионных процессов. Законы Фика.
18. Зависимость коэффициента диффузии от температуры и концентрации.
19. Поверхностные явления и адсорбция.
20. Поверхностное натяжение и поверхностная энергия.
21. Уравнение изотерм адсорбции.

Рекомендации при подготовке к коллоквиуму

- проработать конспекты лекций по вопросам коллоквиума;
- прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемым вопросам;
- ответить на вопросы коллоквиума;
- при затруднениях, проконсультироваться с преподавателем.

Критерии оценивания

| Оценка | | | |
|--|---|--|---|
| Неудовлетворительно 2 балла | удовлетворительно 4 балла | хорошо 6 баллов | отлично 8 баллов |
| Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы | Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос | Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос | Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. |

Образцы тестовых заданий

Тестовые задания по дисциплине:

S: Термодинамика имеет дело с величинами ##

+: макроскопическими

-: микроскопическими

-: атомных размеров

-: молекулярных размеров

I:

S: Параметры, которые выбраны, чтобы описать состояние системы называются ##

+: независимыми

-: зависимыми

-: внутренними

-: внешними

I:

S: Количество энергии, которая получает или отдает в процессе теплообмена, называют \$\$\$

+: теплотой

+: количеством теплоты

-: работой

-: энергией

I:

S: Тепловое состояние системы или тело характеризуется \$\$\$

+: температурой

-: давлением

-: объемом

-: массой

I:

S: Единица измерения давления в системе СИ \$\$\$

+: Па

-: тор

-: бар

-: мм.рт.ст.

-: Дж

I:

S: Объем занимаемый одним молем вещества называют \$\$\$

-: удельным

+: молярным

I:

S: Объем занимаемый единицей массы называют

+: удельным

-: молярным

I:

S: При отсутствии внешних воздействий термодинамические свойства простых веществ определяется тремя величинами

+: объемом

+: давлением

+: температурой

-: энергией

-: энтальпией

I:

S: Термин термодинамика истолкован как синоним понятий \$\$\$

+: теплота

+: работа

-: химия

-: физика

I:

S: Уравнения, связывающие между собой параметры состояния, называют \$\$\$

+: уравнениями состояния

-: уравнениями реакции

-: параметрическими уравнениями

-: характеристическими уравнениями

I:

S: Точка лежащая на термодинамической поверхности и характеризующая состояние системы называют $\#\$$

+: фигуративной

-: математической

-: геометрической

-: астрономической

Методические рекомендации по подготовке к тестированию

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

а) готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

б) четко выясните все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.

в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

г) в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.

д) если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.

е) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Критерии оценивания

| Оценка | | | |
|--|---|--|---|
| неудовлетворительно 0 баллов | удовлетворительно 3 балла | хорошо 4 балла | отлично 5 баллов |
| Менее 50 % правильно выполненных заданий. | 50-70% правильно выполненных заданий. | 71-85% правильно выполненных заданий. | 86-100% правильно выполненных заданий. |

Задания для лабораторных занятий

Лабораторный практикум является важным элементом обучения, т.к. прививает навыки самостоятельной работы на различном лабораторном оборудовании и умение пользоваться различными приборами и инструментами.

Пример типовой лабораторной работы «Исследование дислокации в монокристаллических структурах»

Целью данной работы является исследование дислокационной структуры монокристаллов алмаза и хлористого натрия. Определение плотности линейной и поверхностной дислокации на поверхности монокристаллов различной ориентации.

Методические рекомендации

Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

1. Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, метод измерения, физическую сущность ожидаемых результатов. Должен быть подготовлен протокол измерений,

содержащий таблицы для записи результатов измерений и основные расчетные формулы. Студенты, не подготовившиеся к работе в соответствии с этими требованиями, к выполнению работы не допускаются.

2. Проведение эксперимента. Этот этап осуществляется в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Лабораторные измерения на металлографическом микроскопе студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска. Результаты измерения проверяются преподавателем.

При работе в лаборатории необходимо строго выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

3. Составление отчета о проделанной работе. К отчету о выполненной работе предъявляются следующие требования:

Отчет должен содержать исчерпывающие данные, как о цели работы, так и о результатах в следующей последовательности:

- задание;
- описание методики измерений;
- первичные экспериментальные результаты за подписью преподавателя;
- результаты обработки экспериментальных данных, включая графики, таблицы;
- общие выводы о работе и заключение, о качестве исследованных материалов.

Текст отчета должен быть написан аккуратно и разборчиво от руки или представлен в виде распечатки, после компьютерной верстки. В обоих случаях текст должен представлять собой логическое изложение существа вопроса. Недопустимо приведение формул, таблиц без разъяснений всех обозначений и сокращений. Отчет должен быть понятен для каждого читающего без каких-либо дополнительных вопросов у составителей отчета.

4. После представления отчета студент должен иметь, как минимум, поверхностные знания по контрольным вопросам к работе, имеющимся в методических указаниях, и ему выставляется балл, которым оценена данная лабораторная работа.

6. Промежуточная аттестация

Список основных вопросов к устному экзамену

1. Фазовые равновесия. Основные термины. Правило фаз.
2. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода.
3. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах.
4. Моно и энантиотропные фазовые превращения.
5. Методы физико-химического анализа фазовых равновесий.
6. Диаграммы состояния 2-х компонентных систем с эвтектикой. Ход кристаллизации.
7. Диаграммы состояния 2-х компонентных систем с неограниченной растворимостью. Ход кристаллизации.
8. Твердые растворы с ограниченной растворимостью и эвтектикой. Ход кристаллизации.
9. Твердые растворы с ограниченной растворимостью и перитектикой. Ход кристаллизации.
10. Системы, образующие одно соединение, плавящееся без разложения. Ход кристаллизации.
11. Конгруэнтное плавление с образованием твердых растворов. Ход кристаллизации.
12. Инконгруэнтное плавление соединений. Ход кристаллизации.
13. Влияние давления на фазовые равновесия. Р-Т-Х диаграммы.
14. Уравнения состояния гетерогенной системы. Термодинамический подход к расчету диаграмм состояния.

15. Дефекты нестехиометрии. Их влияние на зонную структуру.
16. Дефекты нестехиометрии на Т-Х диаграммах. Дальтониды и бертоллиды.
17. Влияние дефектов нестехиометрии на положение дистектической точки.
18. Квазихимический метод описания равновесия дефектов.
19. Дефекты идеальной поверхности.
20. Равновесие различных форм хемосорбции. Равновесная концентрация.
21. Заряжение поверхности при хемосорбции и ее влияние на поверхностный изгиб зон.
22. Термодинамика диффузии. Виды диффузии.
23. Механизмы диффузии.
24. Коэффициент диффузии и факторы его определяющие.
25. Диффузия из бесконечно тонкого слоя.
26. Диффузия из источника неограниченной мощности.
27. Закон Арениуса.
28. Кинетика диффузионных процессов.
29. Законы Фика.
30. Зависимость коэффициента диффузии от температуры и концентрации.

Методические рекомендации при подготовке к экзамену

Подготовка студентов к экзамену включает проработку лекций, в течении семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену, включая, конечно, подготовку к коллоквиумам, тестированию, выполнению лабораторных работ и их защиту.

Для подготовки к ответам на экзаменационные вопросы (они выдаются в конце семестра) студент должен использовать не только курс лекций, но и основную и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы.

В ходе подготовки к экзамену студенту необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных систематизированных знаний аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

Распределение баллов текущего, рубежного контроля и экзамена

| № | | Общая сумма | 1-я точка | 2-я точка | 3 точка |
|--------------|---|----------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
| 1. | Текущий контроль | | | | |
| | посещение занятий | 10 баллов | 3 балла | 3 балла | 4 балла |
| | выполнение и защита лабораторных работ | 21 балл | 7 баллов | 7 баллов | 7 баллов |
| 2. | Рубежный контроль | | | | |
| | тестирование | 15 баллов | 5 баллов | 5 баллов | 5 баллов |
| | коллоквиум | 24 балла | 8 баллов | 8 баллов | 8 баллов |
| Итого | | 70 баллов | 23 балла | 23 балла | 24 балла |
| 3. | Экзамен | 30 баллов | min – 15, max – 30 баллов | | |

Критерии оценивания

При освоении дисциплины формируется компетенция ПК-1. Указанная компетенция формируются в соответствии со следующими этапами:

- формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
- приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов);
- закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, практики, выпускная квалификационная работа).

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- базовый уровень (**оценка «удовлетворительно»**) является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень (**оценка «хорошо»**) характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенций по завершении освоения дисциплины;
- высокий уровень (**оценка «отлично»**) характеризуется максимально возможной выраженностью компетенций и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Критерии оценки качества освоения дисциплины приведены в приложении 2.

7. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

| Результаты обучения (компетенции) | Основные показатели оценки результатов обучения | Вид оценочного материала |
|---|---|--|
| Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению (ПК-3) ПК-3.1 Способен выявлять технологические факторы вызывающие | Знать: -теорию и практику эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры; содержание мероприятий по вводу в эксплуатацию радиоэлектронной аппаратуры; -методы технического обеспечения эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры; -методы метрологического обеспечения эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры; -принципы работы, устройство, технические возможности средств контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры; Уметь: -работать с эксплуатационной документацией по техническому | Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 1); типовые тестовые задания (раздел 2); типовые оценочные материалы к экзамену (раздел 3.). Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 1); типовые тестовые задания (раздел 2); типовые оценочные материалы к экзамену |

| | | |
|---|--|--|
| погрешности изготовления изделий микроэлектрони ки. | | |
|---|--|--|

| | | |
|--|--|---|
| | <p>обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры;</p> <p>-диагностировать и оценивать техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры;</p> <p>-использовать средства измерения для контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>Владеть:</p> <p>-тестированием работы радиоэлектронной аппаратуры перед ее эксплуатацией;</p> <p>-мониторингом технического состояния радиоэлектронной аппаратуры;</p> <p>-контролем качества проведения регламентных работ по техническому обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры.</p> | <p><i>(раздел 3.).</i></p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ;</p> <p> типовые оценочные материалы для устного опроса <i>(раздел 1);</i></p> <p> типовые тестовые задания <i>(раздел 2.);</i></p> <p> типовые оценочные материалы к экзамену <i>(раздел 3.).</i></p> |
|--|--|---|

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г. Физическая химия. Учебник для бакалавров Издательство: Юрайт-Издат, 2012 г. 340 с. <http://www.labirint.ru/books/306468/>
2. Мушкамбаров Н. Н. М89 Физическая и коллоидная химия: – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. – 295 с.
3. Третьяков Ю.Д., Путляев В.И. Введение в химию твердофазных материалов: учеб. пособие. - М. : Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2006. - 400 с.

Дополнительная:

1. Салем Р.Р.. Физическая химия. Термодинамика. –М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 год. 352 с.
2. Щукин Е.Д., Перцев А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. 3-е изд. – М. Высш. школа 2004 год. 445 с.
3. Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В.. Основы физической химии. Теория и задачи: Учеб. пособие для вузов — М.: Издательство «Экзамен», 2005. — 480 с.
4. Глазов В.М. Основы физической химии.-М.: Высшая школа, 1981.
5. Шаскольская М.П. Кристаллография - М.: Высшая школа, 1984.
6. Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки.- М: Металлургия, 1990.
7. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников.- М.: Высшая школа, 1982.
8. Люпис К. Химическая термодинамика материалов.-М: Металлургия, 1989.
9. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. - М.: Металлургия, 1988.

Методические указания к лабораторным занятиям:

1. Кармоков А.М., Кармокова Р.Ю., Шомахов З.В. Учебное пособие к лабораторным работам по курсу «Физическая химия материалов и процессов электронной техники» Нальчик, КБГУ, 2017 г.115 с.
2. Кармоков А.М., Дышековой А.Х. «Поверхностные явления и адсорбция» методические разработки. – Нальчик: Каб.-Бал.ун-т, 2008 -31 с.

3. Кармокова А. М., Кармоковой Р. Ю. «Кинетика диффузионных процессов» Методические разработки. – Нальчик: Каб.-Бал.ун-т, 2008 -28 с.

Периодические издания

Перечень периодических изданий, получаемых библиотекой КБГУ, в которых студент может ознакомиться с современными достижениями в области электроники, микро и нанoeлектроники:

- Физика. (Физика полупроводниковых проводников и диэлектриков, квантовая электроника). Известия ВУЗов.
 - Успехи физических наук.
 - Физика твердого тела.
 - Известия АН РФ, Серия физическая.
 - Неорганические материалы.
- и др.

Интернет-ресурсы

Электронная библиотека КБГУ.....<http://lib.kbsu.ru>
 Единое окно доступа к образовательным ресурсам.....<http://window.edu.ru>
 Информационно-справочный портал.....library.ru
 Публичная электронная библиотека.....[Public- library.narod.ru](http://Public-library.narod.ru)
 Российский общеобразовательный портал.....www.school.edu.ru
 Федеральный портал «Российское образование».....www.edu.ru
 Энциклопедии, словари, справочники.....www.enciklopedia.by.ru
 Российская государственная библиотека (РГБ).....E-mail: post@rsl.ru
 Библиотека Российской академии наук (БАН).E-mail: ban@info.ras.spb.ru.
<http://www.ban.ru>

9. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

1. Студенты имеют доступ к единому образовательному portalу, где могут в открытом доступе пользоваться ресурсами учебно-методической литературы, являющимися разработками ведущих ВУЗОВ России.

2. Для рейтингового контроля используется система компьютерного тестирования на базе программного обеспечения Moodle.

3. При выполнении лабораторного практикума студенты в обязательном порядке проводят обработку экспериментальных данных с применением программных сред Microsoft Exell, MathCad.

4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерных класса с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляют:

- специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа №238, расположенная по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 175, условный номер – 14, оснащенная мультимедийным проектором и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы;
- рабочее место преподавателя;
- рабочие места студентов;

- меловая доска.

Мультимедийная презентация, сопровождающая лекцию, позволяет преподавателю акцентировать внимание студенческой аудитории на ключевых вопросах лекции.

Дисциплина обеспечена:

- тестовым материалами в электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет);
- книжным фондом библиотеки;
- электронными версиями лекций и учебников.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории №141 «Физика конденсированного состояния» расположенной по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 175, условный номер - 14, оснащенной необходимым оборудованием и стендами для изучения структуры и свойств твердых тел. Также имеются необходимые комплектующие:

Калориметр;

Фотоколориметр;

Микровольтметра;

Термопары;

Манометр для измерения малых давлений;

Прибор для измерения ЭДС в растворах.

Химические стеклянные приборы;

Химреактивы;.

Студенты имеют доступ через Интернет доступ к электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет), которая позволяет размещать электронные учебные курсы в свободном доступе для студентов университета.

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются: лицензионное программное обеспечение:

- Продукты Microsoft (Desktop EducationALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;
- AltLinux (Альт Образование 8);
- свободно распространяемые программы:
- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования.

В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

- альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также

пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)
«Физико-химия материалов и процессов электронной техники» по
 направлению подготовки

11.03.03 Конструирование и технология радиоэлектронных средств
 направленность (профиль) **Конструирование и технология радиоэлектронных**
средств на 2021 – 2022 учебный год

| № п/п | Элемент (пункт) РПД | Перечень вносимых изменений | Примечание |
|-------|---------------------|-----------------------------|------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
электроники и цифровых информационных
технологий, протокол № _____ от «_____» 2021 г.
 г.

Заведующий кафедрой

_____/_____

_____/

Р.Ш. Тешев

подпись

расшифровка подписи

дата

Приложение 2

Критерии оценки качества освоения дисциплины

| Код компетенции | РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) | КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ | | | | |
|---|--|--|--|---|---|---|
| | | Шкала по традиционной пятибалльной системе | | | | |
| | | недоп уск | неудовлетворительно | Базовый уровень удовлетворительно /диф. зачет | Продвинутый уровень хорошо/ диф. зачет | Высокий уровень отлично/ диф. зачет |
| | | Шкала по балльно-рейтинговой системе | | | | |
| | | 0 – 35 | 36 – 60 | 61 – 80 | 81 – 90 | 91 – 100 |
| Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности (ОПК-1) | Знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы. | Не знает | отсутствие знаний о фундаментальных законах природы и основных физических и математических законов.. | неполные знания фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов. | в целом успешные знания о фундаментальных законах природы и основных физических и математических законов. | полностью сформированные знания о фундаментальных законах природы и основных физических и математических законов. |
| | Уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. | Не умеет | отсутствие или частичное умение применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.. | недостаточное умение применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.. | в целом успешное умение применять физических законов и математических методов для решения задач теоретического и прикладного характера. | полностью сформированное умение применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. |
| | Владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач. | Не владеет | отсутствие навыков использования знаний физики и математики при решении практических | недостаточное владение и навыками использования знаний физики и математики при | наличие навыков использования знаний физики и математики при решении | успешное применение правил, методов и приобретенных навыков использования |

| Код компетенции | РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) | КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ | | | | |
|---|---|--|--|---|--|---|
| | | Шкала по традиционной пятибалльной системе | | | | |
| | | недоп уск | неудовлетворительно | Базовый уровень удовлетворительно /диф. зачет | Продвинутый уровень хорошо/ диф. зачет | Высокий уровень отлично/ диф. зачет |
| | | Шкала по балльно-рейтинговой системе | | | | |
| | | 0 – 35 | 36 – 60 | 61 – 80 | 81 – 90 | 91 – 100 |
| Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления. (ОПК-2). | | | задач. | решении практических задач. | практических задач. | знаний физики и математики при решении практических задач.. |
| | Знать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. | Не знает | отсутствие знаний основных методов и средств проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. | неполные знания основных методов и средств проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.. | в целом успешные знания основных методов и средств проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. | полностью сформированные знания основных методов и средств проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.. |
| | Уметь выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. | Не умеет | отсутствие или частичное умение выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. | недостаточное умение выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. | в целом успешное умение выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. | полностью сформированное умение выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. |
| | Владеть способами обработки и | Не владеет | отсутствие навыков владения | недостаточное владение | наличие навыков владения | успешное владение правилами и |

| Код компетенции | РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) | КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ | | | | |
|-----------------|---|--|--|--|--|--|
| | | Шкала по традиционной пятибалльной системе | | | | |
| | | недоп уск | неудовлетворительно | Базовый уровень удовлетворительно /диф. зачет | Продвинутый уровень хорошо/ диф. зачет | Высокий уровень отлично/ диф. зачет |
| | | Шкала по балльно-рейтинговой системе | | | | |
| | | 0 – 35 | 36 – 60 | 61 – 80 | 81 – 90 | 91 – 100 |
| | представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений. | еет | способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений. | способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений. | способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений. | способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений. |

