

**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 компьютерных технологий
Кафедра электроники и информационных технологий**

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель образовательной
программы**

И.о. директора ИИЭ и КТ

_____ **А.М. Кармоков**

_____ **Н.В. Черкесова**

«_____» _____ 2018 г.

«_____» _____ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.ОД.4 «Физическая химия материалов и процессов электронной
техники»**

Направление подготовки

11.06.01 Электроника, радиотехника и система связи

Направленность программы: 05.27.01 **Твердотельная электроника, радиоэлектронные
компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах**

Форма обучения

Очная

НАЛЬЧИК 2018

Рабочая программа дисциплины «**Физическая химия материалов и процессов электронной техники**» /сост. А.М. Кармоков – Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2018.

Рабочая программа предназначена для преподавания аспирантам очной формы обучения по направлению **11.06.01 Электроника, радиотехника и система связи** в 2 семестре.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 11.06.01 **Электроника, радиотехника и система связи** утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «30» июля 2014 г. № 876

Сотавил проф. Кармоков А.М.

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	Error! Bookmark not defined.
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	8
5.1. Коллоквиум	8
<i>Вопросы, выносимые на коллоквиум</i>	8
5.2. Образцы тестовых заданий	10
<i>Методические рекомендации по подготовке к экзамену</i>	10
<i>Критерии оценивания</i>	10
6. Промежуточная аттестация	11
7. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	13
8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	14
<i>Основная литература</i>	15
<i>Дополнительная литература</i>	15
<i>Периодические издания</i>	15
<i>Интернет-ресурсы</i>	15
9. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий.....	15
10. Материально-техническое обеспечение дисциплины	17
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля).....	19

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

1.1. Цель преподавания дисциплины.

Цель преподавания дисциплины состоит в формировании у аспирантов теоретических знаний и практических навыков в области физической химии для анализа свойств материалов электронной техники и процессов их получения.

1.2. Для достижения указанной выше цели необходимо решить следующие задачи:

- освоить аспирантам 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 аспирантов самостоятельно анализировать результаты экспериментальных исследований.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина включена в вариативную часть обязательных дисциплин **Б1.В.ОД.3** учебного плана по направлению подготовки ВО 11.06.01 **Электроника, радиотехника и система связи** и направленности программы: 05.27.01 **Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах**

Изучение дисциплины «**Физическая химия материалов и процессов электронной техники**» базируется на следующих, ранее изучаемых, дисциплинах: «Физика», «Математика», «Материалы электронной техники».

Освоение данной дисциплины, в свою очередь, необходимо для успешного усвоения, в последующем, специальных курсов по дисциплинам: «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах», «Современные методы исследования строения и свойства конденсированных фаз» схем», а также производственной практики

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО по данному направлению подготовки:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК–1);
- способность исследовать новые процессы и явления в области твердотельной электроники, позволяющие повысить эффективность радиоэлектронных компонент, приборов микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах (ПК–1).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

ЗНАТЬ:

- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных областях;
- теоретические основы организации научно-исследовательской деятельности; методы сбора информации для решения поставленных исследовательских задач; методы анализа данных, необходимых для проведения конкретного исследования;

– базовые законы современной физики и их взаимосвязь, тенденции развития физики в обозримой перспективе, основные проблемы, стоящие перед современной физикой, а также предлагаемые средства их решения.

УМЕТЬ:

– проводить анализ литературных данных в рамках поставленной исследовательской (практической, образовательной) задачи, выявлять основные вопросы и проблемы, существующие в современной науке; при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений;

– выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетнотеоретические методы исследования планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские и производственно-технические исследования с применением современной аппаратуры, оборудования и компьютерных технологий; самостоятельно выполнять теоретические, экспериментальные и вычислительные физические исследования при решении научноисследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств;

– понимать суть явлений и процессов, изучаемых физикой.

ВЛАДЕТЬ:

– навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

– навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов; навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований; способностью самостоятельно с применением современных компьютерных технологий; анализировать, обобщать и систематизировать результаты физических работ.

– основами методологии и практическими навыками научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

4.1 Содержание разделов дисциплины

Таблица 1

№ разд ела	Наименован ие раздела	Содержание раздела	Код контролир уемой компетенц ии	Форма текущего контроля
1	2	3	4	5
1	Кристаллическое строение вещества	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,	ОПК-1, УК-1, ПК-1	К, Т

		<p>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>		
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. Химические равновесия в технологии получения полупроводниковых материалов и структур. Вывод закона действующих масс. Константы равновесия. Уравнения изотермы химической реакции Вант-Гоффа и использование ΔG 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</p>	ОПК-1, УК-1, ПК-1	К, Т

		свободной энергии системы от химической координаты.		
3	Термодинамика растворов и фазовые равновесия в полупроводниковой технологии.	<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 гомогенных и гетерогенных процессов, Энергия активации. Закон Арениуса. Кинетика диффузионных процессов. Законы Фика. Зависимость коэффициента диффузии от температуры и концентрации.</p>	ОПК-1, УК-1, ПК-1	К, Т

4.2 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (108 часов)

Таблица 2

Вид работы	Трудоемкость, часы
	Всего
Общая трудоемкость	3
Аудиторная работа (в часах):	108
Лекции (Л)	30
Практические занятия (ПЗ)	-
Самостоятельная работа (в часах):	78
Самостоятельное изучение разделов	-
Подготовка и сдача экзамена	-
Вид промежуточной аттестации	Зачет

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	
1	Кристаллическое строение вещества
2	Термодинамический метод описания свойств полупроводниковых материалов
3	Термодинамика растворов и фазовые равновесия в полупроводниковой технологии

Таблица 4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
1	Подготовка по структурной кристаллографии. Расчет параметров структурных изменений кристаллов при фазовом переходе	10
2	Расчет термодинамических параметров формирования полупроводниковых структур в технологии создания полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.	10
3	Расчет константы скорости и определение порядка химических реакции	10

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

5.1. Коллоквиум

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

Вопросы, выносимые на коллоквиум

Первый коллоквиум

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.

Второй коллоквиум

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. Дальтонида и бертоллиды.
17. Влияние дефектов нестехиометрии на положение дистектической точки.
18. Квазихимический метод описания равновесия дефектов.

Третий коллоквиум

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.

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

6. Промежуточная аттестация

Список основных вопросов к устному экзамену

1. .

Перечень примерных вопросов к промежуточной аттестации

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. Дальтонида 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. Заряджение 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.
31. Термодинамические функции, используемые для анализа фазовых равновесий.
32. Применение метода Фурье для решения диффузионных задач.
33. Равновесная концентрация дефектов нестехиометрии. Зависимость концентрации дефектов от давления собственного пара на конкретном примере.
34. Сильные и слабые формы хемосорбции.
35. Кинетика физико-химических процессов в технологии полупроводниковых материалов.
36. Стационарные и нестационарные процессы.
37. Уравнение переноса.
38. Основные положения термодинамики необратимых процессов (Постулаты Онзагера).
39. Скорость химических гомогенных и гетерогенных процессов,
40. Энергия активации.
41. Поверхностные явления и адсорбция.
42. Физико-химические явления на границе раздела фаз и их роль в технологических процессах микроэлектроники.
43. Свободная и полная поверхностные энергии, поверхностное натяжение.
44. Смачивание, адгезия, капиллярные явления.
45. Адсорбция на границах раздела твердое тело-газ и твердое тело-жидкость.
46. Изотерма адсорбции Лэнгмюра.
47. Применение поверхностных явлений в микроэлектронике

Методические рекомендации при подготовке к экзамену

Подготовка аспирантов 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) аспирант 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 аспирантов 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.

Критерии оценивания

Оценка			
неудовлетворительн о 0 баллов	удовлетворительно 3 балла	хорошо 4 балла	отлично 5 баллов
Посещение менее 50 % лекционных и	Посещение не менее	Посещение не менее	Посещение не менее

практических занятий.	60% лекционных и практических занятий.	70 % лекционных и практических занятий.	85% лекционных и практических занятий.
Аспирант не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы.	Аспирант поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос.	Аспирант хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Аспирант в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

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
- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)	ЗНАТЬ: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных областях; УМЕТЬ: проводить анализ литературных данных в рамках поставленной исследовательской (практической, образовательной) задачи, выявлять основные вопросы и проблемы, существующие в современной науке; при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений; ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	Коллоквиум Тестирование
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1).	ЗНАТЬ: теоретические основы организации научно-исследовательской деятельности; методы сбора информации для решения поставленных исследовательских задач; методы анализа данных, необходимых для проведения конкретного исследования; УМЕТЬ: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и	Коллоквиум Тестирование

	<p>расчетнотеоретические методы исследования планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские и производственно-технические исследования с применением современной аппаратуры, оборудования и компьютерных технологий; самостоятельно выполнять теоретические, экспериментальные и вычислительные физические исследования при решении научноисследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств;</p> <p>ВЛАДЕТЬ: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов; навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований; способностью самостоятельно с применением современных компьютерных технологий; анализировать, обобщать и систематизировать результаты физических работ.</p>	
<p>способность исследовать новые процессы и явления в области твердотельной электроники, позволяющие повысить эффективность радиоэлектронных компонент, приборов микро- и наноэлектроники, приборов на квантовых эффектах (ПК-1)</p>	<p>ЗНАТЬ: Базовые законы современной физики и их взаимосвязь, тенденции развития физики в обозримой перспективе, основные проблемы, стоящие перед современной физикой, а также предлагаемые средства их решения;</p> <p>УМЕТЬ: понимать суть явлений и процессов, изучаемых физикой;</p> <p>ВЛАДЕТЬ: основами методологии и практическими навыками научного познания при изучении различных уровней организации материи, пространства и времени.</p>	<p>Коллоквиум Тестирование</p>

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература:

- Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников.- М.: Высшая школа, 1982. – 29 экз.

2. Мушкамбаров Н. Н. М89 Физическая и коллоидная химия: – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2001. – 295 с. – 44 экз. 8ЭОТАР-МЕД 384 с.
3. Шукин Е.Д., Перцев А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. 3-е изд. – М. Высш. школа 2004 год. 445 с. – 24 экз.

82. Дополнительная:

1. Шаскольская М.П. Кристаллография - М.: Высшая школа, 1984. – 4 экз.
2. Издательство: Юрайт-Издат, 2012 г. 340 с. <http://www.labirint.ru/books/306468/>
3. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. - М.: Металлургия, 1988. – 1 экз.

8.3 Периодические издания

Научные журналы:

1. Известия АН РФ, Неорганическая химия.
 2. Известия АН РФ, Физическая химия.
 3. Известия АН РФ, Химическая физика.
 4. 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.rasl.spb.ru.
<http://www.ban.ru>

8.5 Методические указания к лабораторным занятиям:

1. Кармоков А.М., Люев В.К. Учебное пособие к лабораторным работам по курсу «Физическая химия и кристаллохимия полупроводников» Нальчик, КБГУ, 2000 г.79 с. Методические разработки по курсу «Физико-химические основы материалов для микро- и нанoeлектроники»:
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.

9. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

1. Аспирант 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.

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

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляют:

- специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа №238, оснащенная мультимедийным проектором и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы;
- рабочее место преподавателя;
- рабочие места студентов.

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

Дисциплина обеспечена:

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

Аспиранты имеют доступ через Интернет доступ к электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет), которая позволяет размещать электронные учебные курсы в свободном доступе для аспирантов 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, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

8.6 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекции по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной видеопроектором и интерактивными досками.

Студенты имеют доступ через Интернет доступ к единому образовательному portalу, где в открытом доступе имеются ресурсы учебно-методической литературы, являющиеся разработками ведущих ВУЗОВ России.

При изучении дисциплины и выполнении лабораторных работ используются следующие оборудования:

- Калориметр;
- Фотоколориметр;
- Микровольтметра;
- Термопары;
- Манометр для измерения малых давлений;
- Прибор для измерения ЭДС в растворах.
- Химические стеклянные приборы;
- Химреактивы;.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине ««Физическая химия материалов и процессов электронной техники»» по подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Направленность программы 05.27.01 – Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах

на _____ учебный год

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

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры педагогического образования протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _____ г.

Заведующий кафедрой

Р.Ш.Тешев

