

**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

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель образовательной
программы**

Директор ИИЭ и Р

_____ **А.М. Кармоков**

_____ **Н.В. Черкесова**

«_____» _____ 2021 г.

«_____» _____ 2021 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 (заочная)

НАЛЬЧИК 2021

Рабочая программа дисциплины «**Физическая химия материалов и процессов электронной техники**» /сост. А.М. Кармоков – Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2021.

Рабочая программа предназначена для преподавания аспирантам очной (заочной) 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

Составил проф. Кармоков А.М.

Содержание

		стр.
1	Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	5
3	Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	5
4	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
5	Образовательные технологии.....	9
6	Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	10
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	17
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	18
	Лист согласования рабочей программы дисциплины	

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 нанoeлектроника, 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 нанoeлектроника, 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 нанoeлектроники, приборов на квантовых эффектах (ПК-1).

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

4.1 Содержание разделов дисциплины

Таблица 1

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции	Форма текущего контроля
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>	ОПК-1, УК-1, ПК-1	К, Т
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>	ОПК-1, УК-1, ПК-1	К, Т

		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 свободной энергии системы от химической координаты.		
3	Термодинамика растворов и фазовые равновесия в полупроводниковой технологии.	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. Кинетика физико-химических процессов в технологии полупроводниковых материалов. Стационарные и	ОПК-1, УК-1, ПК-1	К, Т

	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.		
--	--	--	--

4.2 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (108 часов)

Таблица 2

Вид работы	Трудоемкость, часы
	Всего
Общая трудоемкость (в зачетных единицах)	3
Контактная работа (в часах):	108
Лекции (Л)	30
Практические занятия (ПЗ)	-
Семинарские занятия (СЗ)	-
Лабораторные работы (ЛР)	
Самостоятельная работа (в часах):	78
Курсовой проект (КП)	
Курсовая работа (КР)	-
Расчетно- графическое задание (РГЗ)	-
Реферат (Р)	-
Эссе (Э)	-
Самостоятельное изучение разделов	-
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	-
Вид промежуточной аттестации	Зачет

4.6 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	30
2	Расчет термодинамических параметров формирования полупроводниковых структур в технологии создания полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.	35
3	Расчет константы скорости и определение порядка химических реакции	10

5. Образовательные технологии

Лекционные занятия проводятся в форме лекций с использованием компьютерных презентаций. Для контроля текущих знаний создана база тестовых заданий по

радиоматериалы и радиокомпоненты, которая включает более 300 тестовых заданий по всем разделам дисциплины. Контроль текущих знаний проводится компьютерным тестированием с использованием программного комплекса AST

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

Активные и интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Л	Компьютерные симуляции. Компьютерные презентации. Мультимедийные материалы. Электронные образовательные ресурсы.	14
ЛР	Обработка результатов выполнения лабораторных работ на ПК	14
Итого		28

6. Фонд оценочных средств для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Контрольные точки	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Характеристика фазового состояния и структур	УК-1 ОПК-1 ПК-1	1. Устный опрос по темам 2. Тестирование
2	Термодинамический метод описания свойств полупроводниковых материалов	УК-1 ОПК-1 ПК-1	3. Устный опрос по темам 1. Тестирование
3	Термодинамика растворов и фазовые равновесия в полупроводниковой технологии.	УК-1 ОПК-1 ПК-1	4. Устный опрос по темам 1. Тестирование

Формы контроля текущих, промежуточных и итоговых знаний студентов по дисциплине определяются в соответствии с учебным планом образовательной программы и в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ.

От обучающихся требуется посещение занятий, выполнение лабораторных работ, знакомство с рекомендованной литературой.

При аттестации обучающихся оценивается качество работы на занятиях (умение вести дискуссию, способность четко и ёмко формулировать свои мысли), уровень подготовки к самостоятельной деятельности, качество выполнения заданий (презентаций, докладов, выполнение лабораторных работ и др.).

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ	БАЛЛЫ
-----------------	-------

Ясность, четкость изложения, качество ответов на вопросы	0-21 балл
Допуск к работе, выполнение, обработка результатов измерения, защита лабораторной работы	0-24 балла
Тестирование	0-15 баллов
Ясность, четкость изложения, качество ответов на вопросы на экзамене	0-30 баллов
Итоговая оценка	0-90 баллов

Также за посещение занятий студенты могут получить от 0- 10 баллов

- оценка «отлично» выставляется студенту, если набрано 86 – 100 баллов;
- оценка «хорошо» выставляется, если набрано 71 – 85 баллов
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если набрано 56 – 70 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не набрано 56-70 баллов

(баллы приведены с учетом посещаемости, в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ)

6.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения)

Компете	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
Универсальные	- 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.

Общепрофессиональные	<p>- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1).</p>	<p>ЗНАТЬ: теоретические основы организации научно-исследовательской деятельности; методы сбора информации для решения поставленных исследовательских задач; методы анализа данных, необходимых для проведения конкретного исследования;</p> <p>УМЕТЬ: 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;</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>
Профессиональные	<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>

6.3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Схема оценки уровня формирования компетенции «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) (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Показатели	(что	Оценочная шкала
------------	------	-----------------

обучающийся должен продемонстрировать)	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, связанных с физической химией материалов и процессов электронной техники.	Испытывает серьезные затруднения при демонстрации знаний. Ознакомлен с основными законами физической химии растворов и твердых тел. Есть понимание о роли самоорганизации и самообразования в при решении задач связанных с профессиональной деятельностью.	Допускает неточности при демонстрации знаний. Показывает знание о основные закономерности физической химии растворов.	Имеет четкое представление о физико-химических процессах протекающих в материалах электронной техники. Способен самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, опираясь на основные законы физхимии.

Схема оценки уровня формирования компетенции «владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности» (ОПК-1) (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, связанных с физической химией материалов и процессов электронной техники.	Не все результаты освоения дисциплин использует в профессиональной деятельности. Знает простейшие физико-химические модели растворов и имеет представления о структурах кристаллов.	Умеет анализировать полученные знания для применения их в реальном исследовании. Владеет технологиями приобретения, использования и обновления полученных знаний с целью дальнейшего роста в профессиональной деятельности.	Результаты освоения дисциплин использует в полной мере для решения профессиональных задач. Владеет технологиями приобретения, использования и обновления полученных знаний с целью дальнейшего роста в профессиональной деятельности.

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность исследовать новые процессы и явления в области твердотельной электроники, позволяющие повысить эффективность радиоэлектронных компонент, приборов микро- и нанoeлектроники, приборов на квантовых эффектах» (ПК-1) (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
	Удовлетворительн о	Хорошо	Отлично
Самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, связанных с физической химией и материалов и процессов электронной техники.	Не все результаты освоения дисциплин использует в профессиональной деятельности. Знает простейшие физико-химические модели растворов и имеет представления о структурах кристаллов.	Умеет анализировать полученные знания для применения их в реальном исследовании. Владеет технологиями приобретения, использования и обновления полученных знаний с целью дальнейшего роста в профессиональной деятельности.	Результаты освоения дисциплин использует в полной мере для решения профессиональных задач. Владеет технологиями приобретения, использования и обновления полученных знаний с целью дальнейшего роста в профессиональной деятельности.

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

Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы

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 примере.
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.

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 бертоллида.
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.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Основная литература:

1. 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. Щукин Е.Д., Перцев А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. 3-е изд. – М. Высш. школа 2004 год. 445 с. – 24 экз.

7.2. Дополнительная:

1. Салем Р.Р.. Физическая химия. Термодинамика. –М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 год. 352 с.
2. Третьяков Ю.Д., Путляев В.И. Введение в химию твердофазных материалов: учеб. пособие. - М. : Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2006. - 400 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. – 4 экз.
6. Новиков И.И., Розин К.М. Кристаллография и дефекты кристаллической решетки.-М: Металлургия, 1990.
7. Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г. Физическая химия. Учебник для бакалавров Издательство: Юрайт-Издат, 2012 г. 340 с. <http://www.labyrinth.ru/books/306468/>
8. Люпис К. Химическая термодинамика материалов.-М: Металлургия, 1989.
9. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. - М.: Металлургия, 1988. – 1 экз.

7.3 Периодические издания

7.4 Интернет-ресурсы

7.5 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.

7.6 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

протокол № _____ от « _____ » _____ 20 _____ г.

Заведующий кафедрой

Р.Ш.Тешев