

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Порохня Андрей Алексеевич

Должность: И.о. директора института

Дата подписания: 19.06.2026 13:01:28

Уникальный программный ключ:

990bea3aeec48c23bd8699e48288f8d1960c600

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

и.о. директора института

перспективной инженерии

канд. техн. наук, доцент

Порохня А.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КРИСТАЛЛОВ С ДЕФЕКТАМИ

Направление подготовки

Направленность (профиль)

Год начала обучения

Форма обучения

Реализуется в семестре

28.03.02 Наноинженерия

Нанотехнологии и наноматериалы

2026

очная

6

Разработано

Канд. техн. наук, доцент, доцент

департамента ФМиИК

Блинов А.В.

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины «Физическая химия кристаллов с дефектами» - научить будущего бакалавра по направлению подготовки 28.03.02 Наноинженерия применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины

- овладение основными положениями теорий конденсированных растворов;
- приобретение практического опыта составления кристаллохимических уравнений;
- приобретение практического опыта расчета термодинамического равновесия точечных дефектов при высокотемпературном синтезе твердого тела;
- приобретение практического опыта расчета газофазного равновесия при синтезе твердого тела;
- знакомство с экспериментальными методами определения концентрации собственных и примесных дефектов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Физическая химия кристаллов с дефектами» относится к вариативной части блока (Б1.В.06). Ее освоение происходит в 6 семестрах.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен использовать методики комплексного анализа структуры и свойств наноструктурированных материалов для испытаний инновационной продукции nanoиндустрии	ИД-1 _{ПК-1} Знает основные характеристики наноматериалов и наноструктур, методы их исследования и диагностики ИД-2 _{ПК-1} Умеет проводить исследования структуры и свойств наноматериалов и изделий из них в соответствии с технической документацией ИД-3 _{ПК-1} Знает классы материалов и наноматериалов и области их применения ИД-4 _{ПК-1} Владеет навыками поиска, анализа и систематизации информации в области наноинженерии. ИД-5 _{ПК-1} Умеет анализировать возможности применения методов диагностики для исследования свойств нанообъектов и обрабатывать результаты экспериментальных исследований в наноинженерии ИД-6 _{ПК-1} Знает основные типы аналитического оборудования используемого при работе с наноматериалами	Знать: основные правила составления кристаллохимических уравнений, закон действующих масс для расчета концентраций точечных дефектов, зонную теорию. Термодинамику образования точечных дефектов по Шоттки и Френкелю. Основные закономерности управляющие синтезом твердого тела с заданными свойствами. Умеет: использовать знания для расчета концентрации собственных и примесных дефектов при синтезе твердого тела, электронно-дырочного равновесия, констант равновесия ионизированных дефектов. Владеет: навыками экспериментальных методов определения концентрации собственных и примесных дефектов.

4. Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля *

Объем занятий: всего: 5/180 з.е./астр.ч.	ОФО, в астр. часах
Контактная работа:	96.00/4.00
Лекции/из них практическая подготовка	32.00
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	32.00
Практических занятий/из них практическая подготовка	32.00/4.00
Самостоятельная работа	84.00
Формы контроля	
Экзамен	6 семестр

* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (если иное не установлено образовательным стандартом)

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма			
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	Введение в физическую химию кристаллов с дефектами	ИД-1ПК-1, ИД-2ПК-1, ИД-3ПК-1 ИД-4ПК-1, ИД-5ПК-1, ИД-6ПК-1	4	8	8	10
2	Термодинамика точечных дефектов	ИД-1ПК-1, ИД-2ПК-1, ИД-3ПК-1 ИД-4ПК-1, ИД-5ПК-1, ИД-6ПК-1	4	8	8	20
3	Основные закономерности, управляющие синтезом твердого тела с заданными свойствами	ИД-1ПК-1, ИД-2ПК-1, ИД-3ПК-1 ИД-4ПК-1, ИД-5ПК-1, ИД-6ПК-1	4	16/4.00	16	10
4	Роль уровня Ферми в термодинамическом равновесии заряженных состояний дефектов	ИД-1ПК-1, ИД-2ПК-1, ИД-3ПК-1 ИД-4ПК-1, ИД-5ПК-1, ИД-6ПК-1	4			10
5	Высокотемпературное равновесие беспримесных соединений	ИД-1ПК-1, ИД-2ПК-1, ИД-3ПК-1 ИД-4ПК-1,	4			10

		ИД-5ПК-1, ИД-6ПК-1				
6	Высокотемпературное равновесие примесных соединений	ИД-1ПК-1, ИД-2ПК-1, ИД-3ПК-1 ИД-4ПК-1, ИД-5ПК-1, ИД-6ПК-1	4			10
7	Ассоциации примесей	ИД-1ПК-1, ИД-2ПК-1, ИД-3ПК-1 ИД-4ПК-1, ИД-5ПК-1, ИД-6ПК-1	8			14
	Итого за 6 семестр		32,0	32,0/4.00	32,0	84
	ИТОГО		32,0	32,0/4.00	32,0	84

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);
- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины (модуля).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящен рассмотрению ключевых, базовых положений дисциплины (модуля) и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Лабораторные работы направлены на приобретение опыта практической работы в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Гуртов, В.А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие [Электронный ресурс] / В.А. Гуртов, Р.Н. Осауленко. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2012. - 560 с. - ISBN 978-5-94836-327-1. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233466>

2. Кригер, В.Г. Избранные главы химии твердого тела : учебное пособие / В.Г. Кригер, А.В. Каленский, М.В. Ананьева ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - 139 с. : ил. - ISBN 978-5-8353-1612-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278898>

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Синельников, Б. М. Физическая химия кристаллов с дефектами : учеб. пособие для студентов вузов / Б.М. Синельников. – М. : Высшая школа, 2005. – 136 с.

2. В.Н. Зубковская. кристаллы с дефектами. Сборник примеров и задач по физической химии твердого тела. Москва, изд. РХТУ им. Менделеева, 2006, 336 с.

3. Е.В. Чупрунов, А.Ф. Хохлов (под ред.). Задачи по кристаллографии. Учебное издание. Москва, Физматлит, 2003, 208 с.

4. Синельников, Б. М. Физико-химические основы технологии монокристаллов : учеб. пособие / Б. М. Синельников ; МО РФ, ГОУ ВПО "СевКавГТУ". – Ставрополь : Изд-во СевКавГТУ, 2006. – 248 с.

5. Физические методы исследования материалов твердотельной электроники : учеб. пособие для вузов / С. И. Рембеза, Б. М. Синельников, Е. С. Рембеза, Н. И. Каргин. – Ставрополь : СевКавГТУ, 2002. – 432 с.

6. Синельников, Б. М. Физическая химия материалов электронной техники : Конспект лекций : [учеб. пособие] / Б. М. Синельников, В. А. Евсеев, Г. Д. Кузнецов, Ч.1, Термодинамика твердых растворов. – Ставрополь : СевКавГТУ, 2001. – 131 с.

7. [Ковтуненко П.В.](#) Физическая химия твердого тела. Химия кристаллов с дефектами. Текст

8. лекций - Москва: [РХТУ](#), 1982.- 64 с

9. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников: Учеб. пособие для втузов/ Под ред. В.М.Глазова. -М.:Высш.шк.,1982.- 528 с.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины
электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
<https://www.biblioclub.ru/>;
электронно-библиотечная система Znanium <https://znanium.com/site/signup>
электронная-библиотечная система IPRbooks – <http://iprbooks.ru/> ;
электронная-библиотечная система Лань – <https://e.lanbook.com/>

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1 КонсультантПлюс

2 Техэксперт

Программное обеспечение:

- 1 Операционная система: Альт Рабочая станция К 10
- 2 Пакет офисных программ - Р7-Офис
- 3 Система автоматизированного проектирования Аскон Компас-3D

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Лабораторные работы	Учебные лаборатории, оснащенные оборудованием и техническими средствами
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место,

передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под электронным обучением понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных

образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.