

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем

Кафедра физики твердого тела и микроэлектроники



В.А. Шульцев

«05» 06 2023 г.

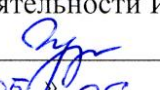
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебной дисциплины

КРИСТАЛЛОХИМИЯ

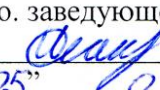
по направлению подготовки
18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) Технология неорганических веществ

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела обеспечения
деятельности ИЭИС

 И.Н. Гуркова
«05» 06 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой ФПХ

 В.А. Исаков
«05» 06 2023 г.

Разработал

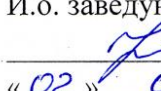
Профессор КФТТМ

 М.А. Захаров
«06» 04 2023 г.

Принято на заседании КФТТМ

Протокол № 14 от 02.06 2023 г.

И.о. заведующего кафедрой КФТТМ

 И.С. Телина
«02» 06 2023 г.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины «Кристаллохимия»: формирование компетентности студентов в области физико-химических свойств и методов описания кристаллов в контексте наличия пространственной симметрии у кристаллических структур, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности.

Основные задачи:

- изучение основных постулатов и принципов кристаллохимии и кристаллографии;
- изучение математического аппарата кристаллохимии и кристаллографии;
- изучение теории групп и методов ее применения к анализу симметрии конкретных кристаллов;
- изучение теории обратной решетки;
- изучение методов термодинамического описания реальных кристаллов на основе дискретных и континуальных решеточных моделей;
- изучение методов экспериментального определения кристаллических структур с помощью дифракции рентгеновских лучей;
- подготовить студентов к активному использованию приобретенных знаний и умений в области кристаллохимии как при изучении смежных дисциплин подготовки специалиста, так и в своей дальнейшей профессиональной деятельности.

2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина относится к обязательной части учебного плана основной профессиональной образовательной бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология и направленности (профилю) Технология неорганических веществ (далее – ОПОП).

В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках изучения следующих учебных дисциплин: «Математика», «Физика», «Основы квантовой химии», «Физическая химия».

Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения учебных дисциплин направления подготовки 18.03.01: «Физико-химические методы исследования наноструктур», «Нанохимия и нанотехнология».

3 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины:

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов;

ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

Таблица 1 – Результаты освоения учебной дисциплины

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)</i>		
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.1 Знать методы интерпретации результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	ОПК-1.2 Уметь формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.3 Владеть методами систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результатов расчетов свойств веществ и материалов
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Знать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики при планировании работ химической направленности	ОПК-2.2 Уметь интерпретировать результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	ОПК-2.3 Владеть методами обработки данных с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

Таблица 2 – Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения

<i>Части учебной дисциплины (модуля)</i>	<i>Всего</i>	<i>Распределение по семестрам</i>
		<i>7 семестр</i>
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	4
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	78	78
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	-	-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	66	66
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен)	Экзамен	Экзамен

Таблица 3 – Трудоемкость учебной дисциплины для заочной формы обучения

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам	
		7 семестр	8 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	4		4
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	52	1	51
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)	-		-
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	92		92
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен)	Экзамен		Экзамен

4.2 Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Введение. Первичные понятия и геометрическое описание кристаллических структур.

Раздел 2. Точечная симметрия кристаллов.

Раздел 3. Обратная решетка и ее свойства. Определение кристаллических структур с помощью дифракции рентгеновских лучей.

Раздел 4. Термодинамическое описание кристаллов на основе решеточных моделей. Расчет фазовых диаграмм бинарных растворов на основании обобщенной решеточной модели.

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины и контактной работы

Таблица 4 – Трудоемкость разделов учебной дисциплины для очной и заочной форм обучения

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)					Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС	Экза мен		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР				
1.	Введение. Первичные понятия и геометрическое описание кристаллических структур.	4/1	7/3		2/-		17/23	контрольные опросы, расчетные задачи
2.	Точечная симметрия кристаллов.	3/1	7/3		2/-		16/23	контрольные опросы, расчетные задачи
3.	Обратная решетка и ее свойства. Определение кристаллических структур с помощью дифракции рентгеновских лучей.	3/1	7/3		2/-		16/23	контрольные опросы, расчетные задачи
4.	Термодинамическое описание кристаллов на основе решеточных моделей. Расчет фазовых диаграмм бинарных	4/1	7/3		2/-		17/23	контрольные опросы, расчетные задачи

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)					Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная			В т.ч. СРС	Экза мен		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР				
	растворов на основании обобщенной решеточной модели.							
	Промежуточная аттестация					36		экзамен
	ИТОГО	14/4	28/12	-	8/-	36	66/92	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом.

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов:

Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены учебным планом.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины

Таблица 5 – Методические рекомендации по организации лекций для очной и заочной форм обучения

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
	Раздел 1. Введение. Первичные понятия и геометрическое описание кристаллических структур	
1.	Лекция № 1 Кристаллохимия, основные цели и задачи курса. Краткий исторический обзор. Кристаллическая структура твердых тел. Кристаллическая решетка. Термодинамическое описание агрегатных состояний вещества: сравнение и анализ, фазовые диаграммы. Конденсированное состояние вещества. Нулевые колебания и особенности гелия. Основные векторы, трансляционная симметрия кристаллов. Вектор трансляций. Прimitивная элементарная ячейка. Простые и сложные решетки. Решетки с базисом. Бесконечные решетки и конечные кристаллы. Решетка Бравэ и ее свойства. Основы теории групп и ее терминология. Определение группы, четыре свойства элементов группы. Подгруппы, порядок группы, таблица умножения (квадрат Кэли), абелевы группы, циклические группы, прямое произведение групп, изоморфизм и гомоморфизм групп. Основы теории групп и ее терминология (продолжение). Понятие точечных операций симметрии, матричные представления. Примеры. Группа D_3. Некоторые трехмерные решетки Бравэ и плотные упаковки кристаллов. Трехмерные решетки Бравэ кубической сингонии: простая кубическая решетка, объемноцентрированная кубическая решетка (ОЦК) и гранецентрированная кубическая решетка (ГЦК). Условная (непримитивная) элементарная ячейка и ее связь с примитивной элементарной ячейкой. Симметричный выбор тройки основных векторов ГЦК и ОЦК решеток. Простая гексогональная решетка. Симметричная ячейка (ячейка Вигнера-Зейтца). Некоторые трехмерные решетки Бравэ и плотные упаковки кристаллов (продолжение). Важные примеры: структура типа алмаза, структура типа цинковой обманки, структура типа хлорида цезия, структура типа хлорида натрия, гексагональная плотноупакованная структура (ГПУ). Типы плотных упаковок, степень упаковки, сравнение степени упаковки для ПКР, ОЦК и ГЦК решеток.	4/1

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоем- кость в АЧ
	Идеальный случай упаковки ГПУ-структуры. Золотое сечение. Классификация решеток Бравэ и сингоний. 14 трехмерных решеток Бравэ и 7 кристаллических систем (сингоний), их связь и анализ. Кубическая, тетрагональная, ромбическая, моноклинная, триклинная, тригональная и гексагональная сингонии и их иерархия (информационная лекция)	
	Раздел 2. Точечная симметрия кристаллов	
2.	Лекция № 2 Простейшие точечные операции симметрии (простой поворот, зеркальный поворот, инверсия, отражение в плоскость и т.д.) и их матричные представления. Обозначения Шенфлиса и международные обозначения. Связь точечной и трансляционной симметрии кристаллов: ограничения порядка поворотных осей в кристаллических структурах. Группы C_n , S_{2n} , C_{nv} , C_{nh} . Точечная симметрия кристаллов (продолжение). Группы D_n , $D_{nh}(D_{nv})$, D_{nd} . Группы T , T_d , T_h , O , O_h . 32 точечных группы симметрии кристаллов. Пространственная симметрия кристаллов. Понятие пространственных (федоровских) групп (информационная лекция)	3/1
	Раздел 3. Обратная решетка и ее свойства. Определение кристаллических структур с помощью дифракции рентгеновских лучей	
3.	Лекция № 3 Определение обратной решетки. Обратная решетка как решетка Бравэ. Решетка обратная к обратной. Прямая решетка. Примеры обратных решеток для простой кубической, ОЦК и ГЦК решеток. Первая зона Бриллюэна. Атомные плоскости и их свойства. Индексы Миллера атомных плоскостей. Связь семейств атомных плоскостей и векторов обратной решетки. Некоторые правила обозначения направлений в кристаллах. Примеры. Формулировка Брэгга условия дифракции рентгеновских лучей на кристалле. Формулировка Лауэ условия дифракции рентгеновских лучей на кристалле. Эквивалентность формулировок Брэгга и Лауэ. Экспериментальные методы, основанные на условии Лауэ: построение Эвальда, метод Лауэ, метод вращающегося кристалла, порошковый метод (метод Дебая-Шеррера). Дифракция на монокристаллической решетке с базисом. Геометрический структурный фактор. Дифракция на полиатомном кристалле. Атомный форм-фактор (информационная лекция)	3/1
	Раздел 4. Термодинамическое описание кристаллов на основе решеточных моделей. Расчет фазовых диаграмм бинарных растворов на основании обобщенной решеточной модели	
4.	Лекция № 4 Дискретные и континуальные решеточные модели кристаллов, приближение самосогласованного поля, метод Гиббса. Процедура минимизации функционала свободной энергии Гельмгольца в рамках обобщенной решеточной модели (ОРМ). Описания двухфазных равновесий бинарных растворов в рамках ОРМ, спинодальный распад. Расчет фазовых диаграмм бинарных растворов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом и жидком состояниях. Расчет фазовых диаграмм бинарных растворов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом и жидком состояниях при наличии экстремума на кривой ликвидуса. Расчет фазовых диаграмм бинарных растворов с простой эвтектикой. Расчет фазовых диаграмм бинарных растворов эвтектического типа с промежуточными фазами постоянного состава. Расчет фазовых диаграмм бинарных растворов эвтектического типа с промежуточными фазами переменного состава. Теория типов химической связи в кристаллах. Ван-дер-ваальсово притяжение в молекулярных кристаллах. Ионная связь. Ковалентная связь. Металлы. Вещества с водородной и смешанной связью (информационная лекция)	4/1
	ИТОГО	14/4

Таблица 6 – Методические рекомендации по организации практических занятий для очной и заочной форм обучения

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Введение. Первичные понятия и геометрическое описание кристаллических структур (решение задач)	7/3
2.	Точечная симметрия кристаллов (решение задач)	7/3
3.	Обратная решетка и ее свойства. Определение кристаллических структур с помощью дифракции рентгеновских лучей (решение задач)	7/3
5.	Термодинамическое описание кристаллов на основе решеточных моделей. Расчет фазовых диаграмм бинарных растворов на основании обобщенной решеточной модели (решение задач)	7/3
	ИТОГО	28/12

Методические рекомендации по теоретической части учебной дисциплины

Теоретическая часть учебной дисциплины направлена на формирование системы знаний об основных понятиях и методах кристаллохимии.

Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела.

Как правило, в начале лекции проводится опрос (не более 5 мин.) для экспресс-оценки уровня усвоения теоретического материала студентами. Опрос состоит из вопросов, пример которых приведен в Фонде оценочных средств данной учебной дисциплины.

Методические рекомендации по практическим занятиям

Цель практических занятий – закрепление теоретического материала и выработка у студентов умения решать задачи по практическим аспектам учебной дисциплины.

Практические занятия строятся следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовой задачи у доски;
- 70% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами;
- 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок при решении задач.

Большинство задач содержится в фонде оценочных средств (ФОС) и в учебном пособии: Моделирование диаграмм состояния бинарных растворов: Методические указания / Авт.-сост. М.А.Захаров, НовГУ. – В.Новгород, 2007. – 90 с.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины

Фонд оценочных средств представлен в приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины (модуля) представлено в приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению согласно ФГОС ВО	Наличие материально-технического оборудования	
1.	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	аудитория для проведения лекционных и/или практических занятий: учебная мебель (столы, стулья, доска)	
		компьютерный класс с выходом в Интернет, в том числе для проведения практических занятий	
		помещения для самостоятельной работы (наличие компьютера , выход в Интернет)	
2.	Мультимедийное оборудование	ПК IBM ATX Inwia S500 с подключением к сети «Интернет», монитор 17/КК/м, проектор Epson EMP-X5, экран подвесной (800x600)	
3.	Программное обеспечение		
Наименование программного продукта		Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Windows 7 Professional		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Windows 10 for Educational Use		Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	30.04.2015
Microsoft Office 2013 Standard		Open License № 62018256	31.07.2016
Антиплагиат. Вуз.*		Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
«Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Education Renewal. 250-499 Node I year License» /1 год *		Договор №158/ЕП(У)22-ВБ	21.09.2022
ContentReader PDF 15 Business Версия для скачивания (годовая лицензия с академической скидкой) *		Договор №282/Ю	27.10.2022
MS Office 365		Безвозмездно передаваемое ВУЗам	-
Adobe Acrobat		свободно распространяемое	-
Teams		свободно распространяемое	-
Skype		свободно распространяемое	-
Zoom		свободно распространяемое	-

* отечественное производство

Приложение А
(обязательное)
Фонд оценочных средств
учебной дисциплины «Кристаллохимия»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (опросы, разноуровневые задачи и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 – Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Контрольные опросы	Разделы 1-4	10x4	ОПК-1 ОПК-2
2.	Решение задач	Разделы 1-3	30x3	
3.	Решение задач	Раздел 4	20x1	
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	ОПК-1 ОПК-2
	ИТОГО		200	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

1) Контрольный опрос

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Способен дать правильные ответы на вопросы	1	по каждому разделу свое кол-во вопросов

Пример вопросов по разделу 1:

Опрос № 1.1

1. Определение трансляционной симметрии кристалла.
2. Основные векторы решетки.
3. Вектор трансляции.
4. Примитивная элементарная ячейка.
5. Свойства примитивной элементарной ячейки.
6. Простая решетка. Примеры.
7. Сложная решетка. Примеры.

8. Решетка Бравэ.
9. Основные свойства решетки Бравэ.
10. Фазовые диаграммы на примере He .

2) Решение задач

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество задач</i>
Способен правильно подобрать нужные формулы и правильно их применить	12-20	по каждому разделу свое кол-во задач
Выполнены нужные вычисления и преобразования		
Получен правильный ответ		

Пример задачи по разделу 2:

Для группы точечной симметрии (см. варианты задания):

- а) определить все элементы группы;
- б) найти матричные представления для элементов данной группы;
- в) путем непосредственного матричного умножения убедиться в условии полноты группы;
- г) построить таблицу умножения (квадрат Кэли) данной точечной группы;
- д) найти все собственные и несобственные подгруппы данной группы;
- е) исследовать основные свойства данной группы.

Варианты задания

- 1) C_4
- 2) C_{4v}
- 3) C_{4h}
- 4) T_h
- 5) D_{3h}
- 6) S_6
- 7) D_4
- 8) O_h
- 9) O
- 10) C_{6v}
- 11) D_{4h}
- 12) T_d
- 13) S_4
- 14) C_{3h}
- 15) D_{3d}
- 15) C_{3v}
- 16) D_{4d}
- 17) D_{6d}
- 18) T
- 19) D_{2h}
- 20) D_{6h}

3) Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Демонстрирует всестороннее и глубокое знание теоретического материала	12	3
Задача решена правильно		

Экзамен состоит из двух частей: теоретической и практической. Теоретическая часть экзамена представляет собой два вопроса. Практическая часть экзамена состоит из задачи. Комплект экзаменационных билетов представлен в закрытой части ФОС (хранится на кафедре).

Вопросы к экзамену:

1. Трансляционная симметрия кристаллов. Тройка основных векторов, элементарная ячейка. Простые и сложные решетки (решетка с базисом). Базисные вектора.
2. ПКР, ОЦК и ГЦК решетки. Симметричная тройка основных векторов для кубических решеток.
3. Решетка Бравэ и ее свойства. Примитивная и условная элементарные ячейки. Примеры.
4. Симметричная ячейка (ячейка Вигнера-Зейтца) и ее построение. Примеры.
5. Некоторые типы кристаллических структур.
6. Упаковки кристаллов. Вычисление степени упаковки кристалла на примере ПКР, ОЦК, ГЦК и простой гексагональной решеток. Золотое сечение.
7. Точечная симметрия кристаллов. Определение группы и основные определения теории групп (элементы, порядок, подгруппы [собственные и несобственные], таблица умножения [квадрат Кэли]).
8. Точечная группа симметрии кристалла и ее элементы. Матричные представления элементов симметрии – поворот (простой), отражение в плоскость, поворот (зеркальный), инверсия.
9. Пространственная симметрия кристаллов. Теорема о связи допустимого порядка поворотной оси и трансляционной симметрии кристалла. Группы C_n , S_{2n} , C_{nv} , C_{nh} .
10. Группы D_n , $D_{nh}(D_{nv})$, D_{nd} .
11. Группы T , T_d , T_h , O , O_h . 32 точечных группы симметрии кристаллов.
12. Классификация решеток Бравэ – 14 решеток, 7 сингоний, 3 кристаллических системы.
13. Обратная решетка и ее свойства. Обратная решетка как решетка Бравэ, выбор тройки основных векторов. Решетка обратная к обратной.
14. Нахождение обратных решеток к ПКР, ОЦК, ГЦК и простой гексагональной решеткам. Первая зона Бриллюэна.
15. Атомные плоскости и их семейства. Теорема (прямая и обратная) о связи семейства атомных плоскостей прямой решетки и некоторыми векторами обратной решетки. Индексы Миллера, обозначения направлений.
16. Экспериментальное исследование структуры кристаллических тел. Формулировки Брэгга и Лауэ, доказательство их эквивалентности.
17. Построение Эвальда. Метод Лауэ, метод вращающегося кристалла, порошковый метод.
18. Геометрический структурный фактор. Атомный структурный фактор.
19. Термодинамика кристаллов. Дискретная решеточная модель, критические явления.
20. Термодинамика кристаллов. Обобщенная решеточная модель, критические явления.

Пример экзаменационного билета для очной и заочной форм обучения

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Институт электронных и информационных систем
Кафедра физики твердого тела и микроэлектроники

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

Учебная дисциплина «**Кристаллохимия**»

Для направления подготовки 18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль) Технология неорганических веществ

1. Упаковки кристаллов. Вычисление степени упаковки кристалла на примере ПКР, ОЦК, ГЦК и простой гексагональной решеток. Золотое сечение.
2. Атомные плоскости и их семейства. Теорема (прямая и обратная) о связи семейства атомных плоскостей прямой решетки и некоторыми векторами обратной решетки. Индексы Миллера, обозначения направлений.
3. Задача. Найти решетку, обратную к объемноцентрированной кубической решетке.

Принято на заседании кафедры

« ____ » _____ 20 ____ г.

Протокол № _____

Заведующий кафедрой ФТТМ _____ (ФИО)

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения учебной дисциплины «Кристаллохимия»

Таблица Б.1 – Основная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Гуртов В. А. Физика твердого тела для инженеров : учебное пособие для вузов / Науч.ред.Л.А.Алешина. - Москва : Техносфера, 2007. - 518с. : ил. - (Мир физики и техники). - Библиогр.: с. 505-510. - Указ.: с. 514-518. - Прил.: с. 454-504. - ISBN 978-5-94836-141-3	3	
2 Гусев А. И. Нестехиометрия, беспорядок, ближний и дальний порядок в твердом теле / А. И. Гусев. - Москва : Физматлит, 2007. - 855 с. : ил. - (Фундаментальная и прикладная физика). - Библиогр. в конце гл. - Указ.: с. 843-855. - ISBN 978-5-9221-0609-2	3	
3 Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия : учебник : для вузов по специальности "Геология". - Москва : Книжный дом "Университет", 2005. - 584с. : ил. - Библиогр.: с. 583-585. - Указ.: с. 559-582. - Прил.: с. 586-587. - Посвящается 250-летию Моск. гос. ун-та. - ISBN 5-98227-095-4. - ISBN 978-5-98227-095-5	5	
4 Кнотько А.В. Химия твердого тела : учебное пособие для вузов. - Москва : Академия, 2006. - 301,[1]с. : ил. - (Высшее профессиональное образование, Естественные науки). - Прил.: с. 288-299. - ISBN 5-7695-2262-3	2	
5 Курош А.Г. Теория групп : Учебник. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2005. - 648с. : ил. - (Лучшие классические учебники, Математика). - Библиогр.: с. 581-636. - Указ.: с. 637-648. - ISBN 5-8114-0616-9. - ISBN 978-5-811-40616-6	1	
Электронные ресурсы		

Таблица Б.2 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Захаров М. А. Динамика кристаллической решетки: гармоническое приближение и ангармонизмы : учебно-методическое пособие / М. А. Захаров ; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2007. - 48 с. – Текст: электронный. // ЭБС НовГУ. – URL: https://novsu.bookonline.ru/reader/book/366 ; https://novsu.bookonline.ru/reader/book/389	2	ЭБС НовГУ
2 Моделирование диаграмм состояния бинарных растворов : методические указания к лаб. работам / сост. М. А. Захаров ; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2007. - 93, [1] с. – Текст: электронный. // ЭБС НовГУ. - URL: https://novsu.bookonline.ru/reader/book/305	4	ЭБС НовГУ



Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
3 Шишлянников Б. М. Физическая химия материалов и процессов электронной техники : учебное пособие для вузов / Б. М. Шишлянников ; Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2005. - 161 с. : ил. - Библиогр.: с. 119-121. - Прил.: с. 122-161. - ISBN 5-89896-283-2	25	
Электронные ресурсы		

Таблица Б.3 – Информационное обеспечение

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
Национальная подписка в рамках проекта Министерства образования и науки РФ (Госзадание № 4/2017 г.) к наукометрическим БД Scopus и Web of Science https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic	регистрация (территория вуза)	2022
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/	в открытом доступе	-

Проверено НБ НовГУ Новгородский
государственный ун-т
НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

Зав. кафедрой

подпись
« 02 » 06

И. С. Тешина

И.О. Фамилия
2023 г.

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

[illegible]