

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 19.12.2024 15:35:25  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**КРИСТАЛЛОХИМИЯ**

Направление подготовки  
**16.03.01 Техническая физика**

Направленность программы бакалавриата  
**Цифровая физика материалов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

**Факультет химии веществ и материалов**

**Кафедра химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных  
материалов**

Санкт-Петербург

2024

Б1.В.09

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	06
4.4. Занятия семинарского типа.....	07
4.4.1. Лабораторные занятия.....	07
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	08
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	08
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	09
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	09
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	10
10.2. Программное обеспечение.....	10
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	10
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	11
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...12	

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Для освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-1</b> Способен использовать на практике знания о влиянии состава, структуры, размеров на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением	ПК-1.4 Способен анализировать кристаллическое строение твердых веществ	<b>Знать:</b> основные элементы симметрии кристаллов, кристаллографические символы, типы кристаллических решеток минералов и горных пород (ЗН-1); <b>Уметь:</b> изображать проекции кристаллов различными методами, записывать симметрию кристалла минерала, используя различные номенклатуры (У-1); <b>Владеть:</b> методиками определения вида симметрии кристаллов и кристаллических решеток минералов и горных пород (Н-1)

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы бакалавриата (Б1.В.9) и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «физика», «математика», «общая и неорганическая химия», «физико-химические методы анализа». Полученные в процессе изучения дисциплины «Кристаллохимия» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении профильных дисциплин, в научно-исследовательской работе и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 2. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3/108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>74</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36 (2)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	2
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>34</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	<b>-</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>Зачет</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Кристаллохимия. Структура учебной дисциплины. История кристаллохимии.	4			16	ПК-1
2	Кристаллохимия. Симметрия. Элементы симметрии.	4				ПК-1
3	Кристаллохимия. Обозначение симметрии. Трансляция.	4		12		ПК-1
4	Кристаллография. Законы и теоремы симметрии.	4				ПК-1
5	Кристаллография. Примеры кристаллических структур с различным типом химической связи.	4		12		ПК-1
6	Кристаллография. Связь структуры и свойств кристаллических материалов.	6			18	ПК-1
7	Кристаллография. Способы изучения кристаллических структур.	4		6		ПК-1
8	Кристаллография. Основные программные комплексы и базы данных в кристаллохимии.	6		6		ПК-1
	ИТОГО:	36		36	34	

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ПК-1.4	<p>Кристаллохимия: История кристаллохимии. Симметрия. Элементы симметрии. Обозначение симметрии. Трансляция. Законы и теоремы симметрии.</p> <p>Кристаллография: Примеры кристаллических структур с различным типом химической связи. Связь структуры и свойств кристаллических материалов. Способы изучения кристаллических структур. Основные программные комплексы и базы данных в кристаллохимии.</p>

### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Кристаллохимия. Структура учебной дисциплины. История кристаллохимии. Аморфное и кристаллическое состояние. Квазикристаллы.	4	Л
2	Кристаллохимия. Симметрия. Элементы симметрии. Способы изображения симметрии кристаллических многогранников и кристаллических структур.	4	Л, ЛВ
3	Кристаллохимия. Обозначение симметрии. Трансляция. Вид трансляции. Пространственная решетка. Федоровские группы симметрии	4	
4	Кристаллография. Законы и теоремы симметрии кристаллических структур.	4	Л, ЛВ
5	Кристаллография. Примеры кристаллических структур с различным типом химической связи.	4	Л, ЛВ
6	Кристаллография. Связь структуры и свойств кристаллических материалов. Примеры использования знаний о симметрии в технике и технологии.	6	Л, Э
7	Кристаллография. Способы изучения кристаллических структур. Рентгенографический и кристаллооптический анализ.	4	Л, Э
8	Кристаллография. Основные программные комплексы и базы данных в кристаллохимии.	6	Л, Э

### 4.4. Занятия семинарского типа

#### 4.4.1. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
3	История кристаллохимии. Аморфное и кристаллическое состояние. Квазикристаллы.	12	0,5	
4	Кристаллография. Примеры кристаллических структур с различным типом химической связи.	12	0,5	
7	Кристаллография. Способы изучения кристаллических структур.	6	0,5	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
8	Кристаллография. Основные программные комплексы и базы данных в	6	0,5	

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся

##### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	История кристаллохимии. Аморфное и кристаллическое состояние. Квазикристаллы	16	Устный или письменный опрос
6	Кристаллография. Связь структуры и свойств кристаллических материалов. Примеры использования знаний о симметрии в технике и технологии.	18	Устный или письменный опрос

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационнообразовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.spbti.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения заданных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) теоретического характера.

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1
1. Установка кристаллов кубической сингонии. Названия простых форм вида симметрии (O) с символами (110); (hkl).
2. Поляризация света в кристаллах.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

1. Арсирий, А. И. Кристаллография и кристаллохимия : Конспект лекций / А. И. Арсирий, О. В. Карпинская ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии стекла и общей технологии силикатов. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2010. - 70 с.
2. Арсирий, А.И. Основные физические свойства минералов : Методические указания / А. И. Арсирий, О. В. Карпинская, Л. И. Михайлова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии стекла и общей технологии силикатов. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2010. - 17 с.
3. Булах, А.Г. Общая минералогия: учебник для вузов / А.Г. Булах, В.Г. Кривовичев, А.А. Золотарёв. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Академия, 2008. – 416 с. ISBN: 978-5-7695-4681-5
4. Основы технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов : Учебное пособие для вузов по специальности 24.03.24 «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» и 26.10.01 «Технология художественной обработки материалов» / А. П. Зубехин, С. П. Голованова, Е. А. Яценко и др.; под ред. А. П. Зубехина. – Москва : Картэк, 2010. – 307 с.

### **б) электронные издания**

1. Булах, А.Г. Минералогия / А. Г. Булах. – Москва : Академия, 2011. – 288 с. ISBN 978-5-7695-7955-4 // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.11.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.spbti.ru>.

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях. С компьютеров института открыт доступ к:

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий; <http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»); [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу; [www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier; <http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters; <http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство ИОР (Великобритания); [www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press; <http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS)); <http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group); <http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Кристаллохимия» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования; СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия.

Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является: плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

#### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций; взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС, электронной почты.

#### **10.2. Программное обеспечение.**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

– Windows,  
OpenOffice.

#### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
3. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
4. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
5. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
6. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
7. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
8. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
9. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.

**11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

**Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.**

Основное оборудование: Специализированная мебель (28 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, компьютер.

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные).**

Основное оборудование: Специализированная мебель (20 посадочных мест), доска, компьютер.

Поляризационные микроскопы МП-2 – 10 шт;

Набор минералогических шлифов;

Твердомер ПМТ-3М;

Коллекция минералов;

Набор стандартных минералов "Шкала твердости Мооса";

Коллекция моделей кристаллов;

Набор иммерсионных жидкостей;

Набор моделей кристаллических решёток.

**Лаборатории Инжинирингового центра СПбГТИ(ТУ):**

Рентгеновский дифрактометр RigakuSmartLab 3.

Растровый электронный микроскоп TescanVega 3 SBH.

**Помещение для самостоятельной работы.**

Основное оборудование: столы – 54 шт.; стулья - 54 шт.;

маркерная доска, проектор, демонстрационный экран;

компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» – 24 шт.

**12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной  
аттестации по дисциплине**

**«Кристаллохимия»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-1</b>	Способен использовать на практике знания о влиянии состава, структуры, размеров на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-1.4</b> Способен анализировать кристаллическое строение твердых веществ	<b>Знает</b> основные элементы симметрии кристаллов, кристаллографические символы, типы кристаллических решеток минералов и горных пород (ЗН-1);	Ответы на задания № 1-11 к зачёту	Имеет представление о симметрии кристаллов и основных типах кристаллических решеток.	Знает основные элементы симметрии кристаллов, кристаллографические символы и основные типы кристаллических решеток.	Знает основные элементы симметрии кристаллов, кристаллографические символы и основные типы кристаллических решеток. Способен выявить и описать взаимосвязь между кристаллической структурой и свойствами материала.
	<b>Умеет</b> изображать проекции кристаллов различными методами, записывать симметрию кристалла минерала, используя различные номенклатуры (У-1);	Ответы на задания № 12-20 к зачёту.	Имеет представление о проекции кристаллов, способен описывать симметрию кристалла.	Способен изображать проекции кристаллов различными методами в рамках различной номенклатуры.	Знает и свободно владеет основами изображения проекции кристаллов различными методами, умеет записывать симметрию кристалла, используя различные номенклатуры.
	<b>Владеет</b> методиками определения вида симметрии кристаллов и кристаллических решеток минералов и горных пород (Н-1).	Ответы на задания № 21-25 к зачёту.	Имеет представление о видах симметрии кристаллов	Способен дать характеристику виду симметрии предложенных к определению кристаллов	Способен определить и дать развернутую характеристику виду симметрии предложенных к определению кристаллов и кристаллических решеток, связать их со свойствами минералов и горных пород

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ): промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено». «Зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у обучающихся по компетенции ПК-1:**

1. Кристаллическое и аморфное состояние вещества.
2. Квазикристаллы.
3. Симметрия. Элементы симметрии и их проекции.
4. Сингония. Категория. Вид симметрии.
5. Простые формы и их реализация в конкретных кристаллических решетках.
6. Трансляция как элемент симметрии кристаллических структур.
7. Координационные числа и многогранники.
8. Типы плотнейших упаковок. Политипия пустот плотнейших упаковок
9. Элементы симметрии пространственной решетки.
10. Правильная система точек.
11. Правила Гольдшмидта и Юм-Розери.
12. Природа явления, вызывающего изменения координационных полиэдров.
13. Принципы Поллинга.
14. Структура металлов на примере Cu, Mg,  $\alpha$ -Fe.
15. Структура солей на примере CsCl, галлита.
16. Структура графита и алмаза. Тип химической связи и свойства вещества.
17. Структура флюорита и сфалерита.
18. Основные структуры сплавов
19. Основные структуры кислородсодержащих соединений
20. Структура шпинели
21. Рентгенографический и кристаллооптические методы анализа.
22. Двулучепреломление кристаллов.
23. Иммерсионный анализ.
24. Оптическая индикатриса.
25. Способы выращивания кристаллов.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП:

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.