

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 20:48:44  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и методической  
работе

\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Рабочая программа дисциплины  
КРИСТАЛЛОХИМИЯ и КРИСТАЛЛОГРАФИЯ**

Направление подготовки  
**18.03.01 Химическая технология**

Направленность образовательной программы

**Химическая технология неорганических веществ**

Квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Заочная**

**Факультет химии веществ и материалов**

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

Санкт-Петербург  
2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		А.И.Арсирый

Рабочая программа дисциплины «Кристаллохимия и кристаллография»  
обсуждена на заседании кафедры химической технологии тугоплавких неметаллических и  
силикатных материалов

протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой

И.Б.Пантелеев

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов

протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_

Председатель

С.В. Изотова

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель ООП «Химическая технология»		А.А. Малыгин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	4
3. Объем дисциплины .....	6
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	7
4.2. Занятия лекционного типа .....	7
4.3. Лабораторные занятия .....	8
4.4. Самостоятельная работа .....	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	8
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	8
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	11
10.2. Программное обеспечение .....	11
10.3. Информационные справочные системы .....	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	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

Изучение дисциплины «Кристаллохимия и кристаллография» преследует следующие цели: подготовку студентов к решению задач по обеспечению качества продукции; развитие творческого мышления студентов, повышение их интеллектуального уровня, способствует формированию основы знаний о структуре и строении кристаллических веществ природного и искусственного происхождения, о влиянии строения на свойства основных типов современных конструкционных и функциональных неорганических (металлических и неметаллических) и органических (полимерных и углеродных) материалов, композитов и гибридных материалов, сверхтвердых материалов, интеллектуальных и наноматериалов, пленок и покрытий, знакомит с методами и средствами исследования материалов, с компьютерным программным обеспечением для обработки результатов и анализа полученных данных, развитию творческого мышления бакалавров, повышению их интеллектуального уровня.

Основной задачей дисциплины является овладение студентами теоретическими основами определения симметрии кристалла и кристаллических решеток знакомство с основами минералогии и петрографии, связью строения и симметрии со свойствами и характеристиками природных и искусственных материалов.

В результате освоения обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-10</b>	способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	<b>Знать:</b> - характер химической связи и ее влияние на структуру и свойства материалов. <b>Уметь:</b> - определять взаимосвязь внутреннего строения, генезиса и свойств; - прогнозировать свойства материала, исходя из его строения. <b>Владеть:</b> - навыками работы с базами данных о симметрии и строении кристаллических материалов, минералов и горных пород; - основными принципами и способами определения внутреннего строения
<b>ПК-18</b>	готовностью использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> - закономерности и связь структуры и свойств химических элементов соединений при выборе параметров материалов. <b>Уметь:</b> - определять основные факторы, влияющие на свойства материалов; - прогнозировать параметры службы материалов и

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		изделий. <b>Владеть:</b> - навыками определения строения материалов; - основными методиками определения внутреннего строения.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина ФТД.В.03 «Кристаллохимия и кристаллография» является обязательной дисциплиной студента в вариативной части. Данная дисциплина изучается на 3 курсе.

Изучение дисциплины «Кристаллохимия и кристаллография» основано на знании бакалаврами материалов дисциплин «Химия», «Физика», «Математика». Полученные знания необходимы бакалаврам при освоении дисциплин: «Общая химическая технология», «Физическая химия твердого тела и наноразмерных систем», «Физика твердого тела», «Физическая химия высокотемпературных систем», «Химическая технология наноматериалов и наносистем», «Материалы светотехники, оптоэлектроники и дисплеев», «Квантовая химия наноструктурированных материалов», «Наноматериалы в технологии неорганических веществ и силикатов» и при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы и при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических, организационно-управленческих задач в будущей профессиональной деятельности.

### 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>1/36</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>8</b>
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	4
семинары, практические занятия	4
лабораторные работы	-
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>24</b>
<b>Формы текущего контроля</b>	Контрольный опрос
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	Зачет (3 курс) - <b>4</b>

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Кристаллохимия					
	Структура учебной дисциплины. Элементы симметрии. Трансляция. Вид трансляции. Пространственная решетка. Федоровские группы симметрии.	2	2		10	ПК-10
2	Кристаллография					
	Примеры кристаллических структур с различным типом химической связи.	1	1		7	ПК-10
	Основные программные комплексы и базы данных в кристаллохимии.	1	1		7	ПК-18
	Итого	4	4		24	

### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Кристаллохимия	2	интерактивная лекция
2	Кристаллография	2	интерактивная лекция

### 4.3. Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Изучение кубических и гексагональных структур металлов, неметаллов и соединений с различным типом химической связи.	2	тренинг
2	Работа с основными программными комплексами и базами данных: «Кристаллографика» и «Идент»	1	слайд-презентация, тренинг
	Примеры структур кристаллов	1	тренинг

#### 4.4. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	История кристаллохимии.	2	контрольный опрос
	Аморфное и кристаллическое состояние. Квазикристаллы.	2	контрольный опрос
	Обозначение симметрии. Способы изображения симметрии кристаллических многогранников и кристаллических структур.	2	контрольный опрос
	Законы и теоремы симметрии кристаллических структур.	2	контрольная работа
	Связь структуры и свойств кристаллических материалов. Примеры использования знаний о симметрии в технике и технологии	2	контрольная работа
2	Способы изучения кристаллических структур. Рентгенографический и кристаллооптический анализ.	7	контрольный опрос
	Симметрия. Проекция симметрии кристаллов. Простые формы.	4	контрольная работа
	Атомные и ионные радиусы. Твердые растворы. Правила Гольдшмидта и Юм-Розери.	3	контрольный опрос

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

Для обеспечения полноценной самостоятельной работы студентов предполагается использование материалов по курсу дисциплины, расположенных на официальных ресурсах электронной информационно-образовательной среды СПбГТИ(ТУ), в электронном читальном зале фундаментальной библиотеки, а также учебной литературы и интернет-ресурсов (раздел 7, 8).

#### 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 сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов:

теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

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

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Основные отличия кристаллов и аморфных веществ и соединений.
2. Поляризация света в кристаллах.

Пример комплексной задачи, предлагаемой студенту на зачете:

1. Используя модель кристалла дать описание его симметрии.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

### **а) основная литература:**

1. Арсирий А.И. Кристаллография и кристаллохимия: конспект лекций / А.И. Арсирий, О.В. Карпинская; СПбГТИ(ТУ). Каф.технологии стекла и общей технологии силикатов.– СПб, 2010. - 70 с.
2. Булах А. Г. Минералогия : учебник для учреждений высшего профессионального образования по направлению подготовки "Геология" / А. Г. Булах. - Электрон.текстовые дан. - М. : Академия, 2011. - 288 с.
3. Осокина Н.А. Кристаллооптический анализ : Учебное пособие / Н. А. Осокина ; СПбГТИ(ТУ). Каф.технологии стекла и общ. технологии силикатов. - Электрон.текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2012. - 93 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Статьи журналов: «Физика и химия стекла»  
«Журнал прикладной химии»
2. Булах, А.Г. Общая минералогия : учебник для вузов по спец. "Геология" / А. Г. Булах, В. Г. Кривовичев, А. А. Золотарёв. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2008. - 416

### **в) вспомогательная литература:**

1. Чупрунов Е.В. Основы кристаллографии: учебник для вузов / Е.В. Чупрунов, А.Ф. Хохлов, М.А. Фаддеев – М.: Физматлит, 2004. – 500 с.
2. Шаскольская М. П. Кристаллография/ М.П.Шаскольская; М.: Высш. Шк., 1984, 375 с.
3. Бокий Г.Б. Кристаллохимия/ М.: Наука, 1971, 400 с.
4. Мельникова О.В. Элементы симметрии пространственных решеток. Основные типы кристаллических структур: метод.указ. к лаб. раб. /О.В. Мельникова; СПбГТИ(ТУ). – СПб, 1996 . - 26 с.
5. Мельникова О.В. Кристаллохимические закономерности строения кристаллических веществ: метод.указ. к лаб. раб. /О.В. Мельникова; СПбГТИ(ТУ) – СПб, 1996. - 20 с.

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

1. учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>
2. электронно-библиотечные системы:  
«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;  
«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

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

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

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. 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 приходиться, 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 электронной почты.
- Общедоступных программных комплексов «Кристаллогафика», «Идент» и т.п.

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

MicrosoftOffice (MicrosoftExcel);

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

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

Для ведения лекционных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 30 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория и компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть на 25 посадочных мест.

## **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 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Кристаллохимия и кристаллография»**

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка<sup>1</sup></b>	<b>Этап формирования<sup>2</sup></b>
ПК-10	<b>способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа</b>	промежуточный
ПК-18	<b>готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности</b>	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает: - основные элементы симметрии кристаллов и пространственной решетки; - принципы записи пространственной группы;	Правильные ответы на вопросы №1-7 к зачету	ПК-10
	Владеет навыками: - определять симметрии кристаллов и кристаллических решеток; - определять тип плотнейшей упаковки и возможность расчета	Правильный ответ и его демонстрация на структурах и моделях на вопросы № 17-25	ПК-18

<sup>1</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<sup>2</sup> этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	кристаллической структуры.		
Освоение раздела №2	Знает: - характер распространения света в кристаллах различных сингоний; - основные методики кристаллооптического исследования.	Правильные ответы на вопросы №8-13 к зачету	ПК-10
	Владеет навыками: - определения кристалла по его кристаллооптическим показателям; - использования при решении поставленных задач программных пакетов для ЭВМ	Правильный ответ и его демонстрация на структурах и моделях на вопросы № 14-20	ПК-18

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
промежуточная аттестация проводится в форме:  
зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

#### а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенций:

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. Полиптипия 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. Двупреломление кристаллов.

23. Иммерсионный анализ.
24. Оптическая индикатриса.
25. Способы выращивания кристаллов.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает вопросы из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

**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 СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.