

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.03.2024 13:35:02  
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  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины  
КРИСТАЛЛОГРАФИЯ**

Специальность

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация

**Химия материалов**

Квалификация

**Химик. Преподаватель химии**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **физико-химического конструирования функциональных материалов**

Санкт-Петербург

2023

**Б1.В.07**

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины.....	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины...	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	07
4.4. Занятия семинарского типа.....	08
4.4.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.4.2. Лабораторные занятия.....	09
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	13
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...	14

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-2</b> Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи «состав-строение-свойства» и конструированию неорганических и композиционных материалов с заданными функциональными свойствами	<b>ПК-2.2</b> Владение фундаментальными понятиями кристаллографии, основными принципами и закономерностями строения кристаллических веществ.	<b>Знать:</b> основы учения о симметрии, элементы симметрии континуума и дисконтинуума, основы гониометрии, вывод 32 классов симметрии, теоремы сложения элементов симметрии, индексы Миллера; матричное описание преобразований элементов симметрии, понятие о кристаллической решетке и элементарной ячейке, типы ячеек Браве (ЗН-1); <b>Уметь:</b> оценить связь между внешней формой и внутренним строением кристалла, находить элементы симметрии конечных фигур, определять общие и частные простые формы, выводить пространственные группы (У-1); <b>Владеть:</b> навыками построения стереографической проекции, навыками определения простых форм и их комбинаций для кристаллов низшей, средней и высшей групп симметрии, навыками вывода символов граней, навыками преобразования координат атомов элементами пространственной группы (Н-1).
	<b>ПК-2.3</b> Владение навыками использования рентгеновских баз данных	<b>Знать:</b> рентгеновские базы данных (порошковую базу данных ICDD, структурную базу данных CSDB, структурную базу данных ISCD) (ЗН-2) <b>Уметь:</b> пользоваться порошковыми и структурными базами данных, извлекать необходимую информацию из CIF-файла; сравнивать структурные данные образцов, полученных в рамках своей научной работы, с данными из структурных баз данных (У-2) <b>Владеть:</b>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		навыками использования рентгеновских баз данных для рентгенофазового анализа, навыками графического представления атомных структур веществ (Н-2).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.07), и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика» и «Химия», полученных в среднем учебном заведении.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Кристаллография» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Рентгеновские методы исследования», в научно-исследовательской работе, при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>4/ 144</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>81</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36 (4)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	18 (4)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	9
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>27</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен/36</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, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Морфология кристаллов и ее связь с симметрией. Элементы симметрии кристаллов и способы их геометрического представления	2	4	-	4	ПК-2	ПК-2.2
2	Кристаллография конечных фигур и их номенклатура	6	10	6	6	ПК-2	ПК-2.2
3	Индексы Миллера. Символы граней	2	-	6	5	ПК-2	ПК-2.2
4	Симметрия континуума, решетчатое строение. Решетки Браве. Вывод пространственных групп в различных видах симметрии. Симметричные преобразования в матричной форме	6	16	-	6	ПК-2	ПК-2.2
5	Кристаллографические базы данных	2	6	6	6	ПК-2	ПК-2.3

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

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-2.2	Морфология кристаллов и ее связь с симметрией. Элементы симметрии кристаллов и способы их геометрического представления. Кристаллография конечных фигур и их номенклатура. Индексы Миллера. Символы граней. Симметрия континуума, решетчатое строение. Решетки Браве. Вывод пространственных групп в различных видах симметрии. Симметричные преобразования в матричной форме.

2	ПК-2.3	Кристаллографические базы данных.
---	--------	-----------------------------------

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма <sup>1</sup>
1	<b>Морфология кристаллов и ее связь с симметрией. Элементы симметрии кристаллов и способы их геометрического представления</b> Кристаллическое состояние. Закон постоянства граничных углов. Гониометрия. Связь внешней формы кристаллов с внутренним строением кристаллов. Стереографическая и гномостереографическая проекции. Элементы симметрии дисконтинуума. Основная теорема кристаллографии.	2	ЛВ
2	<b>Кристаллография конечных фигур и их номенклатура</b> Симметричные преобразования. Геометрическая и матричная форма преобразований. Теоремы сложения элементов симметрии. Вывод 32 точечных групп (классов симметрии). Понятие о сингонии, виде симметрии, категории и единичных направлениях. Установка кристаллов в разных сингониях и соответствующие им системы координат. Номенклатура видов симметрии. Символы Германа-Могена (интернациональные символы) и номенклатура	6	ЛВ
3	<b>Индексы Миллера. Символы граней</b> Символы граней. Выбор единичной грани. Закон поясов Вейса. Простые формы. Общие и частные простые формы. Простые формы и виды симметрии. Классификация вида симметрии по простым формам. Учение Федорова о параллелоидах. Зоны Воронова (зоны Брюиллена).	2	Л

<sup>1</sup> **Примеры образовательных технологий, способов и методов обучения** (с сокращениями): традиционная лекция (Л), лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ), лекция – пресс-конференция (ЛПК), занятие – конференция (ЗК), тренинг (Т), дебаты (Д), мозговой штурм (МШ), мастер-класс (МК), «круглый стол» (КрСт), активизация творческой деятельности (АТД), регламентированная дискуссия (РД), дискуссия типа форум (Ф), деловая и ролевая учебная игра (ДИ, РИ), метод малых групп (МГ), занятия с использованием тренажеров, имитаторов (Тр), компьютерная симуляция (КтСм), использование компьютерных обучающих программ (КОП), интерактивных атласов (ИА), посещение врачебных конференции, консилиумов (ВК), участие в научно-практических конференциях (НПК), съездах, симпозиумах (Сим), учебно-исследовательская работа студента (УИРС), проведение предметных олимпиад (О), подготовка письменных аналитических работ (АР), подготовка и защита рефератов (Р), проектная технология (ПТ), экскурсии (Э), дистанционные образовательные технологии (ДОТ).



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма <sup>1</sup>
4	<b>Симметрия континуума, решетчатое строение. Решетки Браве. Вывод пространственных групп в различных видах симметрии. Симметричные преобразования в матричной форме</b> Симметрия континуума. Понятие о кристаллической решетке и элементарная ячейка. Ячейка Браве и сингония. Приведенная ячейка. Элементы симметрии континуума. Взаимодействие элементов симметрии континуума с примитивной ячейкой Браве. Понятие о пространственной группе. Вывод пространственных групп. Преобразование координат атомов элементами пространственной группы. Геометрическое и матричное описание преобразований симметрии	6	Л
5	<b>Кристаллографические базы данных</b> Понятие о релятивистских базах. Порошковая база данных ICDD. Структурная база данных CSDB. Структурная база данных ISCD.	2	ЛВ

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<b>Занятие 1.</b> Построение стереографических проекций и вывод направлений на полюса сетки Вульфа	4	-	АТД
2	<b>Занятие 2.</b> Нахождение элементов симметрии в моделях конечных фигур	10	-	МШ
4	<b>Занятие 3.</b> Определение пространственных групп и кратности позиций	14	-	МШ
4	<b>Занятие 4.</b> Матричное описание преобразований элементов симметрии	2	-	-
5	<b>Занятие 5.</b> Рассмотрение кристаллографических баз данных	6	4	-

#### 4.4.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	<b>Лабораторная работа 1.</b> Нахождение элементов симметрии в моделях конечных фигур	6	-	Тр
3	<b>Лабораторная работа 2.</b> Определение простых форм и их комбинаций для кристаллов низшей, средней и высшей групп симметрии	6	-	Тр
5	<b>Лабораторная работа 3.</b> Изучение методов графического представления атомных структур неорганических веществ с помощью программы Vesta	4	2	-
5	<b>Лабораторная работа 4.</b> Изучение методов графического представления атомных структур органических веществ и комплексных соединений с помощью программы Mercury	2	2	-

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<b>Тема 1. Морфология кристаллов и ее связь с симметрией. Элементы симметрии кристаллов и способы их геометрического представления</b> Основы гониометрии.	4	Устный опрос
2	<b>Тема 2. Кристаллография конечных фигур и их номенклатура</b> Изучение кристаллографической номенклатуры 32 классов симметрии. Вывод возможных простых форм в центросимметричных и нецентросимметричных классах высшей и средней категории.	6	Индивидуальные задания №1 и №2
3	<b>Тема 3. Индексы Миллера. Символы граней</b> Вывод символов граней на основе закона Вейса. Особенности символов граней в тригональной и гексагональной сингониях	5	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	<b>Тема 4. Симметрия континуума, решетчатое строение. Решетки Браве. Вывод пространственных групп в различных видах симметрии. Симметричные преобразования в матричной форме</b> Вывод правильных систем точек в пространственных группах (примитивных, объемцентрированных, гранеццентрированных). Графическое изображение структур.	6	Индивидуальное задание №3
5	<b>Тема 5. Кристаллографические базы данных</b> Изучение порошковых и структурных баз данных	6	Устный 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 информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен предусматривает 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 экзамена студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

<p>Вариант № 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Суть осевой теоремы Эйлера и ее частные случаи.</li> <li>2. Типы ячеек Браве.</li> <li>3. Какую информацию можно получить из CIF-файла?</li> </ol> <p>Задача. Определить элементы симметрии, построить стереографическую проекцию и определить простые формы в трех многогранниках (из низшей, средней и высшей категории).</p>
--

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

### а) печатные издания:

1. Фахльман, Б. Д. Химия новых материалов и нанотехнологии / Б. Д. Фахльман; пер. с англ. Д. О. Чаркина, В. В. Уточниковой, под ред. Ю. Д. Третьякова, Е. А. Гудилина. - Долгопрудный: Издат. дом "Интеллект", 2011. - 463 с. - ISBN 978-5-91559-029-7.
2. Арсирий, А. И. Кристаллография и кристаллохимия : Конспект лекций / А. И. Арсирий, О. В. Карпинская ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. технологии стекла и общ. технологии силикатов. - СПб. : [б. и.], 2010. - 70 с.
3. Мюллер, У. Структурная неорганическая химия / У. Мюллер; пер. с англ. А. М. Самойлова, Е. С. Рембезы, под ред. А. М. Ховива. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. - 351 с. - ISBN 978-5-91559-069-3.

### б) электронные учебные издания:

1. Ушакова, Е. В. Введение в физику твердого тела: конспект лекций : Учебное пособие / Е. В. Ушакова ; Ун-т ИТМО. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Ун-т ИТМО, 2015. - 97 с. // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа: по подписке.

## 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

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

Электронно-библиотечные системы:

<https://technolog.bibliotech.ru> «Электронный читальный зал – БиблиоТех»;  
<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;  
[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 IOP (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 Chemical Society;  
<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

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

Все виды занятий по дисциплине «Кристаллография» проводятся в соответствии с

требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

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.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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 знания 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.

### **10.2. Программное обеспечение<sup>2</sup>.**

Microsoft Office (Microsoft Excel);

Программа Vesta (для графического представления атомных структур неорганических веществ) – в свободном доступе.

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

База данных журналов РИНЦ.

База данных COD, Mincrist.

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы<sup>3</sup>.**

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

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран, проектор, компьютер.

### **Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.**

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран; проектор; компьютер; наглядные пособия (модели), поясняющие структуру кристаллических тел, а

<sup>2</sup> В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

<sup>3</sup> В разделе отображается состав помещений, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой по дисциплине, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

также модели точечных групп.

**Помещение для самостоятельной работы.**

Основное оборудование: столы; стулья; проектор; экран; компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные 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.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Кристаллография»**

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

Индекс компетенции	Содержание <sup>4</sup>	Этап формирования <sup>5</sup>
ПК-2	<b>Способен выбирать обоснованные подходы к анализу связи «состав-строение-свойства» и конструированию неорганических и композиционных материалов с заданными функциональными свойствами</b>	начальный

<sup>4</sup> **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<sup>5</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)

## 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)
<p><b>ПКО-2.2</b> Владение фундаментальными понятиями кристаллографии, основными принципами и закономерностями строения кристаллических веществ.</p>	<p>Дает определения основным понятиям симметрии, <b>правильно выбирает</b> элементы симметрии континуума и дисконтинуума, <b>рассказывает</b> об основах гониометрии, <b>выводит</b> 32 класса симметрии, <b>перечисляет</b> теоремы сложения элементов симметрии, <b>называет</b> индексы Миллера. <b>рассказывает</b> о матричном описании преобразований элементов симметрии, <b>дает определение</b> понятиям кристаллической решетки и элементарной ячейки, <b>называет</b> типы ячеек Браве (ЗН-1)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №1-23 к экзамену</p>	<p>Дает определения основным понятиям симметрии, выбирает элементы симметрии континуума и дисконтинуума, рассказывает об основах гониометрии, выводит 32 класса симметрии, перечисляет теоремы сложения элементов симметрии, называет индексы Миллера, рассказывает о матричном описании преобразований элементов симметрии, дает определения понятий кристаллической решетки и элементарной ячейки, называет типы ячеек Браве с ошибками.</p>	<p>Дает определения основным понятиям симметрии, выбирает элементы симметрии континуума и дисконтинуума, рассказывает об основах гониометрии, выводит 32 класса симметрии, перечисляет теоремы сложения элементов симметрии, называет индексы Миллера, рассказывает о матричном описании преобразований элементов симметрии, дает определения понятий кристаллической решетки и элементарной ячейки, называет типы ячеек Браве с помощью наводящих вопросов.</p>	<p>Дает определения основным понятиям симметрии, выбирает элементы симметрии континуума и дисконтинуума, рассказывает об основах гониометрии, выводит 32 класса симметрии, перечисляет теоремы сложения элементов симметрии, называет индексы Миллера, рассказывает о матричном описании преобразований элементов симметрии, дает определения понятий кристаллической решетки и элементарной ячейки, называет типы ячеек Браве. Может применить эти знания для решения своих научно-исследовательских задач.</p>



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Поясняет</b> связь между внешней формой и внутренним строением кристалла, <b>определяет</b> элементы симметрии конечных фигур, общие и частные простые формы, <b>выводит</b> пространственные группы (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 24-28 к экзамену	С ошибками поясняет связь между внешней формой и внутренним строением кристалла, определяет элементы симметрии конечных фигур, общие и частные простые формы, выводит пространственные группы.	Поясняет связь между внешней формой и внутренним строением кристалла, определяет элементы симметрии конечных фигур, общие и частные простые формы, выводит пространственные группы с небольшими подсказками преподавателя.	Уверенно и без ошибок поясняет связь между внешней формой и внутренним строением кристалла, определяет элементы симметрии конечных фигур, общие и частные простые формы. Способен самостоятельно вывести пространственные группы.
	<b>Демонстрирует</b> навыки построения стереографической проекции, навыки определения простых форм и их комбинаций для кристаллов низшей, средней и высшей групп симметрии, навыки вывода символов граней, навыки преобразования координат атомов элементами пространственной группы (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 24-28 к экзамену	Слабо ориентируется в построении стереографической проекции, определении простых форм и их комбинаций для кристаллов низшей, средней и высшей групп симметрии, в выводе символов граней, преобразовании координат атомов элементами пространственной группы.	Демонстрирует навыки построения стереографической проекции, навыки определения простых форм и их комбинаций, навыки вывода символов граней, навыки преобразования координат атомов элементами пространственной группы с небольшими ошибками.	Без ошибок демонстрирует навыки построения стереографической проекции, навыки определения простых форм и их комбинаций для кристаллов низшей, средней и высшей групп симметрии, навыки вывода символов граней, навыки преобразования координат атомов элементами пространственной группы.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-2.3</b> Владение навыками использования рентгеновских баз данных	<b>Правильно выбирает</b> рентгеновские базы данных (порошковую базу данных ICDD, структурную базу данных CSDB, структурную базу данных ISCD) (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы №29-33 к экзамену	Путается в кристаллографических порошковых и структурных рентгеновских базах данных (порошковая база данных ICDD, структурная база данных CSDB, структурная база данных ISCD).	Выбирает кристаллографические порошковые и структурные рентгеновские базы данных (порошковую базу данных ICDD, структурную базу данных CSDB, структурную базу данных ISCD) с небольшими ошибками.	Уверенно и без ошибок выбирает кристаллографические порошковые и структурные рентгеновские базы данных (порошковую базу данных ICDD, структурную базу данных CSDB, структурную базу данных ISCD), сравнивает и анализирует.
	<b>Поясняет</b> использование порошковых и структурных баз данных, <b>извлекает</b> необходимую информацию из CIF-файла; <b>сравнивает</b> структурные данные образцов, полученных в рамках своей научной работы, с данными из структурных баз данных (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 34-38 к экзамену	Имеет представление о порошковых и структурных базах данных, извлекает необходимую информацию из CIF-файла, сравнивает структурные данные образцов, полученных в рамках своей научной работы, с данными из структурных баз данных с ошибками	Поясняет использование порошковых и структурных баз данных, извлекает необходимую информацию из CIF-файла, сравнивает структурные данные образцов, полученных в рамках своей научной работы, с данными из структурных баз данных с помощью наводящих вопросов	Хорошо разбирается в использовании порошковых и структурных баз данных, самостоятельно извлекает необходимую информацию из CIF-файла. Сравнивает структурные данные образцов, полученных в рамках своей научной работы, с данными из структурных баз данных, самостоятельно их анализирует.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Демонстрирует навыки использования рентгеновских баз данных для рентгенофазового анализа, навыки графического представления атомных структур веществ (Н-2)	Правильные ответы на вопросы № 34-38 к экзамену	Имеет слабые навыки использования рентгеновских баз данных для рентгенофазового анализа, навыки графического представления атомных структур веществ	Демонстрирует навыки использования рентгеновских баз данных для рентгенофазового анализа, навыки графического представления атомных структур веществ с небольшими ошибками	Демонстрирует уверенные навыки использования рентгеновских баз данных для рентгенофазового анализа, навыки графического представления атомных структур веществ

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента**  
**по компетенции ПК-2:**

1. Первые основные кристаллографические законы.
2. Принципы построения стереографической и гномостереографической проекции.
3. Принципы использования сетки Вульфа.
4. В чем отличие зеркально-поворотных и инверсионных осей симметрии?
5. Суть осевой теоремы Эйлера и ее частные случаи.
6. Что такое гониометрия?
7. Что такое грань общего и частного положения?
8. Что такое класс симметрии? Принципы вывода классов симметрии.
9. Геометрическая и матричная формы преобразований элементов симметрии.
10. Что такое простая форма? Характеристики простых форм.
11. Теоремы взаимодействия элементов симметрии.
12. Правила выбора координатных осей в кристаллах.
13. Что такое «сингония»? Принцип разделения классов симметрии на сингонии.
14. Номенклатура видов симметрии.
15. Символы граней. Выбор единичной грани.
16. Индексы Миллера.
17. Закон поясов Вейса. Вывод символов граней на основе закона Вейса.
18. Зоны Вороного (зоны Брюиллена).
19. Особенности символов граней в тригональной и гексагональной сингониях.
20. Что такое кристаллическая решетка и элементарная ячейка?
21. Элементарная ячейка, параметры элементарной ячейки, сингонии
22. Типы ячеек Браве.
23. Приведенная ячейка.
24. Элементы симметрии континуума.
25. Основные теоремы взаимодействия закрытых и открытых элементов симметрии с трансляциями.
26. Пространственные группы симметрии. Вывод пространственных групп.
27. Обратная решетка. Основные свойства обратной решетки.
28. Форм-фактор группы и число формульных единиц –  $Z$ .
29. Кристаллографические базы данных.
30. Порошковая база данных ICDD, ее особенности.
31. Структурная база данных CSDB, ее особенности.
32. Структурная база данных ISCD, ее особенности.
33. Какую информацию можно получить из CIF-файла?
34. Получение информации из базы данных PDF-2 о структуре вещества, полученного в ходе научно-исследовательской работы.
35. Поиск и выбор данных из структурной базы данных ICDD для исследуемого вещества.
36. Сопоставление и критическая интерпретация структурной информации, полученной из базы данных, с информацией о веществе, из рентгеновских данных.
37. Принципы определения фазового состояния вещества с помощью рентгеновских баз данных.
38. Сравнение структурных характеристик веществ, полученных в ходе научно-исследовательской работы

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.  
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).