

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.07.2023 14:17:58  
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  
«26» апреля 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**КРИСТАЛЛОГРАФИЯ**

Направление подготовки  
**04.04.01 Химия**

Направленность программы магистратуры  
**Неорганическая химия и химия координационных соединений**

Квалификация  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **физической химии**

Санкт-Петербург  
2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент О.В. Проскурина

Рабочая программа дисциплины «Кристаллография» обсуждена на заседании кафедры физической химии,  
протокол от «18» апреля 2023 № 4

Заведующий кафедрой

С.Г.Изотова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов,  
протокол от «20» апреля 2023 №7

Председатель

С.Г.Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химия»		доцент С.Г.Изотова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З.Труханович
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

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

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

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

Код и наименование компетенции <sup>1</sup>	Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>
<p><b>ПК-1</b></p> <p>1. Способен планировать научно-исследовательскую работу, выбирать методы решения поставленных задач в области неорганической химии, химии координационных соединений, и в смежных с химией науках</p>	<p><b>ПК-1.1</b></p> <p>Знание основных разделов современной кристаллографии</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>основы учения о симметрии, элементы симметрии континуума и дисконтинуума, основы гониометрии, вывод 32 классов симметрии, теоремы сложения элементов симметрии, индексы Миллера (ЗН-1);</p> <p>матричное описание преобразований элементов симметрии, понятие о кристаллической решетке и элементарной ячейке, типы ячеек Браве (ЗН-2);</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>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);</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>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).</p>

<sup>1</sup> Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

<sup>2</sup> Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчикам РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

<sup>3</sup> Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части (Б1.В.01) и изучается на 1 курсе магистратуры в 1 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Высшая математика», «Физика», «Неорганическая химия», «Физическая химия», а также дисциплин, предусмотренных в плане подготовки бакалавров по направлению 04.03.01 «Химия», а именно «Кристаллохимия и кристаллография».

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

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>70</b>
занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа, в т.ч.	48
семинары, практические занятия (в т.ч. на практическую подготовку)	32(2)
лабораторные работы (в том числе на практическую подготовку)	16 (2)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>38</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Индивидуальные задания
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

#### 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
			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-1,
2.	Кристаллография конечных фигур и их номенклатура	4	8	6	10	ПК-1
3.	Индексы Миллера. Символы граней	2	-	6	4	ПК-1
4.	Симметрия континуума, решетчатое строение. Решетки Браве. Вывод пространственных групп в различных видах симметрии. Симметричные преобразования в матричной форме	6	16	-	16	ПК-1
5.	Кристаллографические базы данных	2	4	4	4	ПК-1

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

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ПК-1.1	1. Морфология кристаллов и ее связь с симметрией. Элементы симметрии кристаллов и способы их геометрического представления. 2. Кристаллография конечных фигур и их номенклатура. 3. Индексы Миллера. Символы граней. 4. Симметрия континуума, решетчатое строение. Решетки Браве. Вывод пространственных групп в различных видах симметрии. Симметричные преобразования в матричной форме. 5. Кристаллографические базы данных

### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
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	Л <sup>4</sup>
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 Шенфлиса.	4	-
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	АТД

<sup>4</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
4	<p><b>Симметрия континуума, решетчатое строение. Решетки Браве. Вывод пространственных групп в различных видах симметрии. Симметричные преобразования в матричной форме</b></p> <p>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 пространственной позиции. Форм-фактор группы и число формульных единиц – Z. Пространственные группы с непримитивными ячейками.</p>	6	-
5	<p><b>Кристаллографические базы данных</b></p> <p>Понятие о релятивистских базах. Порошковая база данных ICDD. Структурная база данных CSDB. Структурная база данных ISCD.</p>	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 т.ч. на практическую подготовку	
1	<b>Занятие 1.</b> Построение стереографических проекций и вывод направлений на полюса сетки Вульфа	4		-

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инноваци онная форма
		всего	В т.ч. на практическ ую подготовку	
2	<b>Занятие 2.</b> Нахождение элементов симметрии в моделях конечных фигур	8		МШ
4	<b>Занятие 3.</b> Определение пространственных групп и кратности позиций	12	1	-
4	<b>Занятие 4.</b> Матричное описание преобразований элементов симметрии	4	1	МШ
5	<b>Занятие 5.</b> Рассмотрение кристаллографических баз данных	4		-

#### 4.4.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновац ионная форма
		Всего	В т.ч. на практич ескую подгото	
2	<b>Лабораторная работа 1.</b> Нахождение элементов симметрии в моделях конечных фигур	6	1	Тр
3	<b>Лабораторная работа 2.</b> Определение простых форм и их комбинаций для кристаллов низшей, средней и высшей групп симметрии	6	1	Тр
5	<b>Лабораторная работа 3.</b> Изучение методов графического представления атомных структур неорганических веществ с помощью программы Vesta	2		-
5	<b>Лабораторная работа 4.</b> Изучение методов графического представления атомных структур органических веществ и комплексных соединений с помощью программы Mercury	2		-

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля

№ 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.	10	Индивидуальное задание
3	<b>Тема 3. Индексы Миллера. Символы граней</b> Вывод символов граней на основе закона Вейса. Особенности символов граней в тригональной и гексагональной сингониях	4	Устный опрос
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, гранецентрированных). Графическое изображение структур.	16	Индивидуальное задание
5	<b>Тема 5. Кристаллографические базы данных</b> Изучение порошковых и структурных баз данных	4	Устный опрос

#### 4.5.1. Темы индивидуальных заданий<sup>5</sup>.

Примерные задачи:

1. Известно, что в кристалле имеются три взаимно перпендикулярные плоскости симметрии. Определить набор элементов симметрии, кристаллическую систему, класс симметрии и общую простую форму.
2. Имеется ось симметрии шестого порядка, к ней добавляют плоскость симметрии, параллельную оси, и центр симметрии. Определить полный набор элементов симметрии и класс симметрии.
3. В кристалле имеется инверсионная ось 3 порядка, к ней добавляется параллельная ей плоскость симметрии  $m$ . Определить полный набор элементов симметрии и класс симметрии. Начертить стереографическую проекцию.
4. В кристалле имеется одна ось четвертого порядка и плоскости симметрии, перпендикулярные и параллельные этой оси. Определить набор элементов симметрии,

<sup>5</sup> Пунктами 4.5.1-4.5.5 раскрывается тематика рефератов, творческих заданий, РГР, контрольных работ, эссе и т.д. (если предусмотрено РПД).

систему и класс симметрии. Начертить стереографическую проекцию и указать вид общей простой формы.

5. Изобразить на проекции расположение элементов симметрии в следующих точечных группах: 1)  $2/m$ , 2)  $mmm$ , 3)  $32$ , 4)  $42m$ , 5)  $4/mmm$ , 6)  $m\bar{3}$ .

### 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 Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

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

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется 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:

<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>
--

компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – «зачет».

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

#### а) печатные издания:

1. Павлова, Е.А. Рентгенофазовый анализ: учебное пособие / Е. А. Павлова, О. В. Карпинская, Л. И. Михайлова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии стекла и общ. технологии силикатов. - СПб. : [б. и.], 2011. - 62 с.
2. 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.
3. Попов, Г. М. Кристаллография / Г. М. Попов, И. И. Шафрановский. - М. : Высшая школа, 1972. - 352 с.
4. Аншелес, О. М. Начала кристаллографии: учебник для вузов / О. М. Аншелес. - Л. : ЛГУ, 1952. - 276 с.
5. Современная кристаллография : в 4 т. / под ред. Б. К. Вайнштейна. - М. : Наука, 1979-1981.  
Т. 1 : Симметрия кристаллов. Методы структурной кристаллографии. - 1979. - 384 с.

Т. 2 : Структура кристаллов. - 1979. - 360 с.

Т. 4 : Физические свойства кристаллов. - 1981. - 496 с.

6. Шаскольская, М. П. Кристаллография / М. П. Шаскольская. - 2-е изд. - М. : Высшая школа, 1986. - 391 с.

7. Егоров-Тисменко, Ю. К. Кристаллография и кристаллохимия / Ю. К. Егоров-Тисменко. - М. : Изд-во: Книжный дом «Университет», 2005. - 589 с.

8. Чупрунов, Е. В. Основы кристаллографии / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. - М. : Изд-во Физико-математической литературы, 2004. - 336 с.

9. Задачник по кристаллографии / под ред. Е.В. Чупрунова, А.Ф. Хохлова. - М. : Изд-во физико-математической литературы, 2003. - 208 с.

**б) электронные учебные издания:**

1. Павлова, Е.А. Определение фазового состава кристаллического вещества с помощью рентгенофазового анализа : методические указания к лабораторной работе / Е.А.Павлова, О.В.Проскурина ; СПбГТИ(ТУ). Каф. физ. химии. - СПб. : [б. и.], 2014. - 24 с. (ЭБ)

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

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

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 «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 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.

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

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКВД. 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>6</sup>.**

Microsoft Office (Microsoft Excel);

Программа Vesta (для графического представления атомных структур неорганических веществ).

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

База данных COD, Mincrist.

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине <sup>7</sup>.**

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория на 18 посадочных мест.

Для ведения лабораторных занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 18 посадочных мест.

Для проведения практических занятий используются наглядные пособия (модели), поясняющие структуру кристаллических тел, а также модели точечных групп.

## **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.

---

<sup>6</sup> В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

<sup>7</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.

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

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

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка<sup>8</sup></b>	<b>Этап формирования<sup>9</sup></b>
<b>ПК-1</b>	Способен планировать научно-исследовательскую работу, выбирать методы решения поставленных задач в области неорганической химии, химии координационных соединений, и в смежных с химией науках	начальный

---

<sup>8</sup> **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

<sup>9</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)
<b>ПК-1.В.01.1</b> Знание основных разделов современной кристаллографии и	<b>Дает определения</b> 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. (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-19 к зачету	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 с ошибками.	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 с помощью наводящих вопросов.	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. Может применить эти знания для решения своих научно-исследовательских задач.

	<p><b>Записывает</b> выражения для матричного описания преобразований элементов симметрии, <b>дает определение</b> понятиям кристаллической решетки и элементарной ячейки, <b>называет</b> типы ячеек Браве. (ЗН-2)</p>		<p>Имеет представление о матричном описании преобразований элементов симметрии, дает определение понятиям кристаллической решетки и элементарной ячейки, называет типы ячеек Браве с ошибками.</p>	<p>Записывает выражения для матричного описания преобразований элементов симметрии, дает определение понятиям кристаллической решетки и элементарной ячейки, называет типы ячеек Браве с помощью наводящих вопросов.</p>	<p>Самостоятельно записывает выражения для матричного описания преобразований элементов симметрии, дает определение понятиям кристаллической решетки и элементарной ячейки, называет типы ячеек Браве, легко ориентируется в терминах.</p>
	<p><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)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №20-28 к зачету</p>	<p>С ошибками поясняет связь между внешней формой и внутренним строением кристалла, определяет элементы симметрии конечных фигур, общие и частные простые формы, выводит пространственные группы.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>

	<p><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)</p>		<p>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.</p>	<p>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 с небольшими ошибками.</p>	<p>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.</p>
	<p><b>Правильно выбирает</b> кристаллографические порошковые и структурные рентгеновские базы данных (порошковую базу данных ICDD, структурную базу данных CSDB, структурную базу данных ISCD). (ЗН-3)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №29-33 к зачету</p>	<p>Путается в кристаллографических порошковых и структурных рентгеновских базах данных (порошковая база данных ICDD, структурная база данных CSDB, структурная база данных ISCD).</p>	<p>Выбирает кристаллографические порошковые и структурные рентгеновские базы данных (порошковую базу данных ICDD, структурную базу данных CSDB, структурную базу данных ISCD) с небольшими ошибками.</p>	<p>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.</p>

	<b>Поясняет</b> использование порошковых и структурных баз данных, <b>извлекает</b> необходимую информацию из CIF-файла. (У-2)	Правильные ответы на вопросы №34-38 к зачету	Имеет представление о порошковых и структурных базах данных, извлекает необходимую информацию из CIF-файла с ошибками	Поясняет использование порошковых и структурных баз данных, извлекает необходимую информацию из CIF-файла с помощью наводящих вопросов	Хорошо разбирается в использовании порошковых и структурных баз данных, самостоятельно извлекает необходимую информацию из CIF-файла
	<b>Сравнивает</b> структурные данные образцов, полученных в рамках своей научной работы, с данными из структурных баз данных. (У-3)		Сравнивает структурные данные образцов, полученных в рамках своей научной работы, с данными из структурных баз данных с ошибками	Сравнивает структурные данные образцов, полученных в рамках своей научной работы, с данными из структурных баз данных с помощью наводящих вопросов	Сравнивает структурные данные образцов, полученных в рамках своей научной работы, с данными из структурных баз данных, самостоятельно их анализирует
	<b>Демонстрирует</b> навыки использования рентгеновских баз данных для рентгенофазового анализа, навыки графического представления атомных структур веществ (Н-2).		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

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

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

#### Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

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

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета студент получает три вопроса 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 ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.