

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Институт Технологий и инженерной механики  
Кафедра Материаловедение**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор  
Института Технологий и инженерной  
механики

 Могильная Е.П.  
(подпись)

« 18 » 04 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«КРИСТАЛЛОГРАФИЯ»**

По направлению подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материа-  
лов

Профили подготовки «Материаловедение в машиностроении»  
«Композиционные и порошковые материалы, покрытия»

**Луганск 2023**

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Кристаллография» по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. – 18 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Механические свойства материалов» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 02.06.2020 года № 701 с изменениями и дополнениями от 30.03.2023.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Доктор техн. наук, профессор Рябичева Л.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры материаловедения «18» 04 2023 г., протокол № 8

Заведующая кафедрой материаловедения \_\_\_\_\_  Рябичева Л.А.

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института Технологий и инженерной механики

«18» 04 2023 г., протокол № 3

Председатель учебно-методической комиссии института \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  Ясуник С.Н.

© Рябичева Л.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины «Кристаллография» – приобретение студентами систематизированных знаний о строении кристаллических материалов, методах исследования.

Задачи:

- изучение способов описания и исследования кристаллической решетки и симметрии кристаллов;
- изучение структуры реальных кристаллов, современных представлений о типах дефектов кристаллической структуры и их влиянии на механические свойства материалов;
- приобретение студентами навыков использования теоретических основ кристаллографии для анализа влияния строения металлов на их физические и механические свойства.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Кристаллография» относится к обязательной части модуля профессиональных дисциплин подготовки бакалавров. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знания дифференциального и интегрального исчисления, умения представлять пространственное изображение кристаллической решетки, взаимодействия кристаллических решеток неорганических и органических материалов, полученных студентами при изучении дисциплин: «Математика», «Неорганическая и органическая химия», «Инженерная и компьютерная графика» и служит основой для освоения дисциплин «Теория и технология термической и химико-термической обработки», «Теория и технология композиционных материалов», «Теория и технология порошковых материалов», «Теория и технология нанесения покрытий».

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
<b>ОПК-4.</b> Способен проводить измерения и наблюдения профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	<b>ОПК-4.1</b> Понимает способы оценки измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности	знать: способы оценки измерений и наблюдений в кристаллографии уметь: оценивать параметры и характеристики кристаллических решеток владеть: способами оценки измерения и наблюдения в кристаллографии
	<b>ОПК-4.2.</b> На основе анализа и обработки ин-	знать: методы анализа и обработки информации в

	<p>формации предлагает экономически обоснованные решения в сфере профессиональной деятельности</p>	<p>кристаллографии  уметь: использовать методы анализа и обработки информации в кристаллографии  владеть: методами анализа и обработки информации в кристаллографии для выборо режимов термообработки</p>
	<p><b>ОПК-4.3.</b>  Представляет статистически обработанные экспериментальные данные</p>	<p>знать: методы статистической обработанные экспериментальные данные  уметь: использовать статистически обработанные экспериментальные данные  владеть: навыками статистически обработанными экспериментальными данными</p>
<p><b>ПК-5.</b>  Способен участвовать во внедрении несложных и сложных новых видов техники и технологий термической обработки</p>	<p><b>ПК-5.1.</b>  Участствует в сборе и обобщении информации о новых видах оборудования и технологиях в термическом производстве</p>	<p>знать: методы сбора и обобщении информации о новых видах технологий в термическом производстве  уметь: выполнять сбор и обобщение информации о новых видах технологий в термическом производстве  владеть: навыками сбора и обобщения информации о новых видах технологий в термическом производстве</p>
	<p><b>ПК-5.2.</b>  Участствует в разработке предложений по внедрению в производство несложных и сложных новых видов оборудования и технологий термического производства</p>	<p>знать: разработки предложений по внедрению в производство несложных и сложных новых видов оборудования и технологий термического производства  уметь: разрабатывать предложения по внедрению в производство несложных и сложных новых технологий термического производства  владеть: навыками разработки предложений по внедрению в производство несложных и сложных новых видов оборудования и технологий термического производства</p>
	<p><b>ПК-5.3.</b>  Участствует в разработке методик испытаний и исследования изделий</p>	<p>знать: методы разработки методик испытаний и исследования изделий новых видов</p>

	новых видов техники и технологий термической обработки	техники и технологий термической обработки уметь: выполнять разработки методики испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий термической обработки владеть: навыками разработки методики испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий термической обработки
--	--	---

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>108</b> (3 зач. ед)	<b>108</b> (3 зач. ед)
<b>Обязательная контактная работа (всего) в том числе:</b>	<b>50</b>	<b>10</b>
Лекции	34	6
Семинарские занятия		-
Практические занятия	16	4
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п.</i> )	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>58</b>	<b>98</b>
Форма аттестации	зачет	зачет

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

#### Тема 1. Основные понятия о кристаллах

Распространенность кристаллических веществ. Связь кристаллографии с другими науками. Важнейшие свойства кристаллов. Закон постоянства граничных углов.

**Тема 2.** Структура кристаллов и пространственная решётка.

Элементарная ячейка, её выбор, метрика. Кристаллическая структура материалов. Ретикулярная плотность сетки. Кристаллографические символы узлов, плоскостей и направлений в кристаллах кубической сингонии.

**Тема 3.** Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений

Связь между символами плоскостей и направлений в кристаллах кубической сингонии. Кристаллографическая символика в гексагональной сингонии.

**Тема 4.** Элементы симметрии конечных фигур

Понятие о симметрии. Центр инверсии. Плоскости симметрии. Оси симметрии: простые поворотные и инверсионные. Обозначение элементов симметрии многогранников. Теоремы сложения элементов симметрии.

**Тема 5.** Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции

Соотношение между периодами и осевыми углами в кристаллах разных сингоний. Правила кристаллографической установки кристаллов для различных сингоний. Кристаллографические проекции. Прямой комплекс, обратный комплекс. Сферическая проекция. Стереографическая проекция. Гномостереографическая проекция.

**Тема 6.** Симметрия структуры кристаллических веществ

Классы симметрии. Формула симметрии. Виды симметрии кристаллов, обладающих единичным направлением. Элементы симметрии бесконечных фигур. Винтовые оси симметрии. Плоскости скользящего отражения. Решётки Бравэ. Условия выбора ячеек Бравэ. Характеристика решёток Бравэ. Трансляционная группа, базис ячейки. Примеры выбора элементарной ячейки Бравэ.

**Тема 7.** Задачи, решаемые кристаллохимией

Полиморфизм. Модификация полиморфного вещества. Основные типы кристаллических структур: Г.Ц.К., О.Ц.К., Г.П. Координационное число, базис. Плотнупакованные плоскости и направления

**4.3. Лекции**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Основные понятия о кристаллах	2	1

2	Структура кристаллов и пространственная решётка	4	2
3	Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений	6	2
4	Элементы симметрии конечных фигур	4	
5	Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции	6	1
6	Симметрия структуры кристаллических веществ	6	1
7	Задачи, решаемые кристаллохимией	6	1
<b>Итого:</b>		<b>34</b>	<b>6</b>

#### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Понятие о кристаллическом строении кристаллографическая символика	2	1
2	Кристаллографическое индентирование элементов кристаллической решетки	2	
3	Элементы симметрии конечных фигур. Симметрия структуры кристаллов	4	1
4	Простые формы и комбинации кристаллов	2	0,5
5	Построение стереографических проекций кристаллов	4	0,5
6	Основные типы структур	2	1
<b>Итого:</b>		<b>16</b>	<b>4</b>

#### 4.5. Лабораторные работы не предполагаются учебным планом

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Практические занятия № 1-6	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников информации, оформление отчетов	22	30
2	Основные понятия о кристаллах	Самостоятельный поиск источников информации, анализ, структурирование, изучение информации, напи-	2	8
3	Структура кристаллов и пространственная решётка		6	10
4	Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений		6	10

5	Элементы симметрии конечных фигур	сание отчетов по практическим занятиям	6	10
6	Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции		6	10
7	Симметрия структуры кристаллических веществ		4	10
8	Задачи, решаемые кристаллохимией		6	10
<b>Итого:</b>			<b>58</b>	<b>98</b>

**4.7. Курсовые работы/проекты** по дисциплине «Кристаллография и дефекты кристаллической решетки» не предполагаются учебным планом.

### **5.Образовательные технологии**

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;
- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов;
- технология адаптивного обучения, в том числе проведение консультаций преподавателя.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: самостоятельная работа; проблемное обучение.

### **6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:**

#### **а) основная литература:**

1. Косенко Н.Ф., Кристаллография и кристаллохимия: учеб. пособие / Косенко Н.Ф. - Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2017. - 240 с. - ISBN - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: [http://www.studentlibrary.ru/book/ghu\\_038.html](http://www.studentlibrary.ru/book/ghu_038.html)
2. Сергеев Н.А., Кристаллофизика / Н.А. Сергеев, Д.С. Рябушкин - М.: Логос, 2017. - 160 с. - ISBN 978-5-98699-182-5 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента":[сайт].-URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986991825.html>



**б) дополнительная литература:**

1. Лыгина Т.З., Избранные главы кристаллохимии и методы изучения наноструктурированных материалов: учебное пособие / Т.З. Лыгина - Казань: Издательство КНИГУ, 2018. - 168 с. - ISBN 978-5-7882-2411-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788224114.html>

2. Батаев И.А., Кристаллография. Методы проецирования кристаллов: учебное пособие / Батаев И.А. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. - 72 с. - ISBN 978-5-7782-3286-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232860.html>

3. Батаев И.А., Кристаллография. Формы кристаллических многогранников: учебное пособие / Батаев И.А. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. - 67 с. - ISBN 978-5-7782-2888-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778228887.html>

4. Переломова Н.В., Кристаллофизика: сборник задач с решениями / Н.В. Переломова, М.М. Тагиева; под ред. Ю.Н. Пархоменко - М.: МИСиС, 2013. - 408 с. - ISBN 978-5-87623-701-9 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876237019.html>

5. Урусов В.С., Кристаллохимия. Краткий курс: учебник / Урусов В.С., Ерёмин Н.Н. - М.: Издательство Московского государственного университета, 2010. - 256 с. - ISBN 978-5-211-05497-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211054974.html>

6. Николаев А.А., Кристаллофизика минералов / Николаев А.А. - М.: МИСиС, 2009. - 46 с. - ISBN 978-5-87623-255-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876232557.html>

**в) методические рекомендации:**

Методические рекомендации к практическим занятиям по дисциплине «Кристаллография» (для студентов направления подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов) / сост.: Д.В. Решетняк – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 48 с.

**г) Интернет-ресурсы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

ГОСТы и стандарты – <https://standartgost.ru/>

**Электронные библиотечные системы и ресурсы**

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

**Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**  
Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

### Электронные библиотечные системы и ресурсы

– Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

– Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

### Научные журналы

– Университетская библиотека On-line – <http://www.biblioclub.ru>

– Научная электронная библиотека eLIBRARY – <http://elibrary.ru>

– Навигатор по профессиональным электронным ресурсам – [http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav\\_ei.htm](http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav_ei.htm)

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Кристаллография» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет. На лекционных занятиях используются раздаточный материал, наглядные пособия, мультимедийный проектор для показа фильмов, набор заимствованных кинофильмов по кристаллическому строению материалов, экран; рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет и установленным необходимым ПО, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>

Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>
------------	-----	---

## 8. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине «Кристаллография»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	<b>ОПК-4</b>	Способен проводить измерения и наблюдения профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	<b>ОПК-4.1.</b> Понимает способы оценки измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности	Тема 2. Структура кристаллов и пространственная решётка. Тема 4. Элементы симметрии конечных фигур	2
			<b>ОПК-4.2.</b> На основе анализа и обработки информации предлагает экономически обоснованные решения в сфере профессиональной деятельности	Тема 1. Основные понятия о кристаллах Тема 2. Структура кристаллов и пространственная решётка. Тема 4. Элементы симметрии конечных фигур	2
			<b>ОПК-4.3.</b> Представляет статистически обработанные экспериментальные данные	Тема 5. Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции Тема 6. Симметрия структуры кристаллических веществ Тема 7.	2

				Задачи, решаемые кристаллохимией	
2.	<b>ПК-5</b>	Способен участвовать во внедрении несложных и сложных новых видов техники и технологий термической обработки	<b>ПК-5.1.</b> Участствует в сборе и обобщении информации о новых видах оборудовании и технологиях в термическом производстве	Тема 1. Основные понятия о кристаллах Тема 2. Структура кристаллов и пространственная решётка.	2
	<b>ПК-5.2.</b> Участствует в разработке предложений по внедрению в производство несложных и сложных новых видов оборудования и технологий термического производства		Тема 1. Основные понятия о кристаллах Тема 2. Структура кристаллов и пространственная решётка.	2	
	<b>ПК-5.3.</b> Участствует в разработке методик испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий термической обработки		Тема 3. Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений Тема 5. Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции Тема 7. Задачи, решаемые кристаллохимией	2	

## Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	<b>ОПК-4.</b> Способен проводить измерения и наблюдения профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	<b>ОПК-4.1</b> Понимает способы оценки измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности	<p>знать: способы оценки измерений и наблюдений в кристаллографии</p> <p>уметь: оценивать параметры и характеристики кристаллических решеток</p> <p>владеть: способами оценки измерения и наблюдения в кристаллографии</p>	<p>Тема 2.</p> <p>Структура кристаллов и пространственная решётка.</p> <p>Тема 4.</p> <p>Элементы симметрии конечных фигур</p>	Вопросы для сдачи практических занятий, зачета
		<b>ОПК-4.2.</b> На основе анализа и обработки информации предлагает экономически обоснованные решения в сфере профессиональной деятельности	<p>знать: методы анализа и обработки информации в кристаллографии</p> <p>уметь: использовать методы анализа и обработки информации в кристаллографии</p> <p>владеть: методами анализа и обработки информации в кристаллографии для выборов режима термообработки</p>	<p>Тема 1.</p> <p>Основные понятия о кристаллах</p> <p>Тема 2.</p> <p>Структура кристаллов и пространственная решётка.</p> <p>Тема 4.</p> <p>Элементы симметрии конечных фигур</p>	
		<b>ОПК-4.3.</b> Представляет статистически обработанные экспериментальные данные	<p>знать: методы статистической обработанные экспериментальные данные</p>	<p>Тема 5.</p> <p>Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции</p>	

			<p>уметь: использовать статистически обработанные экспериментальные данные</p> <p>владеть: навыками статистически обработанными экспериментальными данными</p>	<p>Тема 6. Симметрия структуры кристаллических веществ</p> <p>Тема 7. Задачи, решаемые кристаллохимией</p>	
2	<p><b>ПК-5.</b> Способен участвовать во внедрении несложных и сложных новых видов техники и технологий термической обработки</p>	<p><b>ПК-5.1.</b> Участвует в сборе и обобщении информации о новых видах оборудования и технологиях в термическом производстве</p>	<p>знать: методы сбора и обобщения информации о новых видах технологий в термическом производстве</p> <p>уметь: выполнять сбор и обобщение информации о новых видах технологиях в термическом производстве</p> <p>владеть: навыками сбора и обобщения информации о новых видах технологий в термическом производстве</p>	<p>Тема 1. Основные понятия о кристаллах</p> <p>Тема 2. Структура кристаллов и пространственная решётка.</p>	<p>Вопросы для сдачи практических занятий, зачета</p>
		<p><b>ПК-5.2.</b> Участвует в разработке предложений по внедрению в производство несложных и сложных новых видов оборудования и технологий термического производства</p>	<p>знать: разработки предложений по внедрению в производство несложных и сложных новых видов оборудования и технологий термического производства</p> <p>уметь: разрабатывать предложения по внедрению в производство несложных и сложных новых технологий термического производства</p>	<p>Тема 1. Основные понятия о кристаллах</p> <p>Тема 2. Структура кристаллов и пространственная решётка.</p>	

			<p>владеть: навыками разработки предложений по внедрению в производство несложных и сложных новых видов оборудования и технологий термического производства</p>	
		<p><b>ПК-5.3.</b> Участвует в разработке методик испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий термической обработки</p>	<p>знать: методы разработки методик испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий термической обработки</p> <p>уметь: выполнять разработки методики испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий термической обработки</p> <p>владеть: навыками разработки методики испытаний и исследования изделий новых видов техники и технологий термической обработки</p>	<p>Тема 3. Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений Тема 5. Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции Тема 7. Задачи, решаемые кристаллохимией</p>

### Задания для практических занятий

#### Занятие 1. Основные понятия о кристаллах

Задание. Выберите в таблице Д.И. Менделеева химические элементы с металлическими свойствами. Объясните их кристаллическое строение.

#### Занятие 2. Кристаллографическая символика. Связь между символами плоскостей и направлений

Укажите, какие индексы можно менять в семействе структурно-эквивалентных плоскостей в гексагональной ячейке. Объясните записи  $(110)$ ,  $\{110\}$ . Дайте определение оси зоны. Объясните записи:  $[110]$ ,  $\langle 110 \rangle$ .

### **Занятие 3. Структура кристаллов и пространственная решётка**

Построить решетки Браве для кристаллов различных сингоний.

Освоить методы вычисления параметров кристаллической решетки и кристаллографического индексирования:

- 1) изучить правила выбора элементарной ячейки в кристалле и способы вычисления параметров решетки;
- 2) изучить методику определения индексов узлов решетки, направлений узловых рядов, атомных плоскостей и соотношения их связывающие;
- 3) освоить методику определения углов между атомными плоскостями.

### **Занятие 4. Элементы симметрии конечных фигур**

Найти простые и инверсионные оси симметрии в кубических кристаллах.

Освоить определение элементов симметрии кристаллических многогранников и операций над ними:

- 1) освоить нахождение элементов симметрии на моделях кристаллических многогранников;
- 2) научиться записывать формулу симметрии многогранника в символике Бравэ;
- 3) изучить соотношения, связывающие между собой действие различных элементов симметрии.

### **Занятие 5. Кристаллографические категории и сингонии. Кристаллографические проекции**

Построить стереографическую проекцию направления, заданного сферическими координатами  $\rho$  и  $\varphi$ . Определить сферические координаты направления, заданного стереографической проекцией.

### **Занятие 6. Симметрия структуры кристаллических веществ**

Изобразить элементы симметрии на плоскости стереографической проекции

### **Занятие 7. Задачи, решаемые кристаллохимией**

Определить координационное число и построить координационный многогранник

### **Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – «практических занятий»**

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)



## Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

1. Структура кристаллов и пространственная решетка.
2. Элементарная ячейка, ее выбор, метрика.
3. Кристаллографические индексы узлов, узловых рядов и узловых плоскостей.
4. Определение межплоскостных расстояний и углов между направлениями.
5. Индексирование направлений и плоскостей в гексагональных кристаллах.
6. Характеристика решёток Бравэ. Трансляционная группа, базис ячейки.
7. Элементы симметрии кристаллических многогранников.
8. Классы симметрии, сингонии и категории кристаллов.
9. Теоремы сочетания элементов симметрии.
10. Международная система обозначений элементов симметрии.
11. Построение стандартных стереографических проекций. Сетка Вульфа.
12. Определение атомных, ионных и ковалентных радиусов.
13. Модель твердых шаров для описания кристаллической структуры
14. Типы связей в кристаллах.
15. Рентгеновский метод исследования структуры кристаллов. Формула Вульфа-Брэгга.
16. Классификация дефектов строения реальных кристаллов.
17. Энергия образования вакансий. Концентрация вакансий.
18. Движение вакансий, межузельных атомов и атомов примеси.
19. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Понятие дислокации.
20. Понятие дислокации. Краевые, винтовые и смешанные дислокации.
21. Контур и вектор Бюргерса дислокаций.
22. Движение и пересечение дислокаций.
23. Размножение дислокаций при пластической деформации. Источник Франка-Рида.
24. Возникновение дислокаций при кристаллизации.
25. Атмосферы на дислокациях.
26. Механизмы упрочнения кристаллических материалов.
27. Механизмы преодоления дислокациями дисперсных частиц.
28. Торможение дислокаций атомами примесей и легирующих элементов.
29. Торможение дислокаций границами зёрен, субзёрен и дисперсными частицами.
30. Зёрненное строение материалов. Типы границ зёрен и субзёрен.
31. Границы зерен и субзерен как плоские дефекты кристаллической решетки.
32. Объемные дефекты кристаллического строения.

### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – «зачет»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
зачтено	<p>Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.</p> <p>Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или не-</p>

	<p>значительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.</p> <p>Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.</p>
не зачтено	<p>Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.</p>

## Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)