



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
И.Ю. Мезин  
29 октября 2018 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВЫ ФИЗИКИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Направление подготовки  
03.03.02 Физика

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
Очная

Институт	<i>Естествознания и стандартизации</i>
Кафедра	<i>Прикладной и теоретической физики</i>
Курс	3
Семестр	6

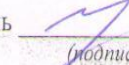
Магнитогорск  
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МОиН РФ от 07.08.2014 № 937.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры прикладной и теоретической физики 28 сентября 2018 г., протокол № 1.

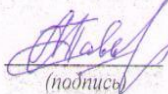
Зав. кафедрой  / А.Н. Бехтерев /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации 29 октября 2018 г., протокол № 2.

Председатель  / И.Ю. Мезин /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

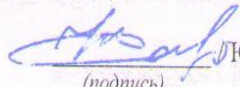
Рабочая программа составлена:

Доцент, канд. физ.-мат. наук, доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

 / А.П. Давыдов /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рецензент:

Зав. кафедрой, канд. физ.-мат. наук, доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)

 / Ю.И. Савченко /  
(подпись) (И.О. Фамилия)



### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Основы физики кристаллических структур», в соответствии с требованиями «Федерального государственного образовательного стандарта ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата)», утвержденного 07.08.2014 г. (приказ № 937), являются:

- 1) подготовка студентов по дисциплине в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.03.02 Физика;
- 2) формирование необходимых компетенций для анализа и решения современных научных и технических проблем, связанных с использованием свойств симметрии и физики кристаллических структур в науке и технике;
- 3) овладение необходимым и достаточным уровнем общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 «Физика».

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы физики кристаллических структур входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Исследование структуры и свойств углеродных наноструктур

Общая физика

Векторный и тензорный анализ

Дифференциальные уравнения

Математический анализ

Аналитическая геометрия

Линейная алгебра

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Поверхностные свойства конденсированных систем

Уравнения сплошной среды

Взаимодействие электромагнитных волн в магнитоупорядоченных и неоднородных средах

Спектроскопические методы исследования

Теплофизические задачи сплошной среды

Теория эффективной среды в физике конденсированного состояния

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы физики кристаллических структур» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-1	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы и методы научного исследования;</li> <li>– классификацию и основные свойства симметрии кристаллических структур;</li> <li>– основные физические свойства кристаллов, обусловленные их симметрией</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- решать типовые задачи физики твердого тела, связанные с их кристаллической структурой;</li> <li>- применять методы физической кристаллографии для анализа проблем современной физики;</li> <li>- использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью использования полученных знаний для изучения профильных дисциплин;</li> <li>- системным представлением о динамике развития избранной области научной и профессиональной деятельности;</li> <li>- современной научной картиной мира</li> </ul>
ПК-5 способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способы и средства хранения полученной в ходе исследования информации;</li> <li>- теоретические основы физики кристаллических структур</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять полученные знания для анализа современных проблем направлений в физике конденсированного состояния;</li> <li>- пользоваться новым теоретическим материалом по новым направлениям физики углеродных соединений;</li> <li>- описывать кристаллические системы с позиций общих принципов физики твердого тела</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью к анализу, обобщению информации, постановке целей и выбору путей их достижения;</li> <li>- способностью ориентироваться в динамике развития физики углеродных материалов</li> </ul>

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 32,1 акад. часов;
- аудиторная – 32 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 75,9 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Вводные занятия. Классификация и симметрия кристаллов. Обзор лабораторного оборудования								
1.1 Симметрия и типы кристаллических решеток	6		4		12	Проработка конспекта лекций, самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовка к лабораторной работе	Проверка конспектов. Опрос, обсуждение	ПК-1, ПК-5
1.2 Лабораторное оборудование и техника безопасности			2		12	Проработка конспекта лекций, самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовка к лабораторной работе	Проверка конспектов. Опрос, обсуждение	ПК-1, ПК-5
Итого по разделу			6		24			
2. Изучение процесса роста кристаллов								
2.1 Изучение процесса роста кристаллов	6		4		8	Проработка конспекта лекций, самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовка к лабораторной работе	Подготовка к лабораторной работе. Опрос, обсуждение	ПК-1, ПК-5

Итого по разделу			4		8			
3. Изучение симметрии кристаллических многогранников								
3.1 Изучение симметрии кристаллических многогранников	6		4		8	Проработка конспекта лекций, самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовка к лабораторной работе	Подготовка к лабораторной работе. Опрос, обсуждение	ПК-1, ПК-5
Итого по разделу			4		8			
4. Определение кристаллографических индексов плоскостей								
4.1 Определение кристаллографических индексов плоскостей	6		4		8	Проработка конспекта лекций, самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовка к лабораторной работе	Подготовка к лабораторной работе. Опрос, обсуждение	ПК-1, ПК-5
Итого по разделу			4		8			
5. Пространственные группы								
5.1 Пространственные группы	6		4		8	Проработка конспекта лекций, самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовка к лабораторной работе	Подготовка к лабораторной работе. Опрос, обсуждение	ПК-1, ПК-5
Итого по разделу			4		8			
6. Изучение типов изоморфных замещений								
6.1 Изучение типов изоморфных замещений	6		4		8	Проработка конспекта лекций, самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовка к лабораторной работе	Подготовка к лабораторной работе. Опрос, обсуждение	ПК-1, ПК-5
Итого по разделу			4		8			
7. Изучение строения и свойств минералов								

7.1 Изучение строения и свойств минералов	6		4		8	Проработка конспекта лекций, самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовка к лабораторной работе	Подготовка к лабораторной работе. Опрос, обсуждение	ПК-1, ПК-5
Итого по разделу			4		8			
8. Заключительное занятие								
8.1 Заключительное занятие	6		2		3,9	Проработка конспекта лекций, самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовка к контрольной работе	Подготовка к лабораторной работе. Опрос, обсуждение. Контрольная работа	ПК-1, ПК-5
Итого по разделу			2		3,9			
Итого за семестр			32		75,9		зао	
Итого по дисциплине			32		75,9		зачет с оценкой	ПК-1,ПК-5



## **5 Образовательные технологии**

В ходе изучения дисциплины рекомендуется использовать образовательные и информационные технологии:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: лекция-изложение, лекция-объяснение, лабораторные работы.

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к определению сущности, содержания, методов, форм развития и саморазвития личности; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Лабораторные занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков определения целей и задач саморазвития, а также принятия наиболее эффективных решений по их реализации.

2. При проведении лабораторных занятий используются групповая работа, технология коллективной творческой деятельности, технология сотрудничества, ролевая игра, обсуждение проблемы в форме дискуссии, дебаты, круглый стол. Данные технологии обеспечивают высокий уровень усвоения студентами знаний, эффективное и успешное овладение умениями и навыками в предметной области, формируют познавательную потребность и необходимость дальнейшего самообразования, позволяют активизировать исследовательскую деятельность, обеспечивают эффективный контроль усвоения знаний.

3. Возможности образовательного портала ФГБОУ ВО «МГТУ» для предоставления студентам графика самостоятельной работы, расписания консультаций, заданий для самостоятельного выполнения и рекомендуемых тем для самостоятельного изучения.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Картонова Л. В. Основы кристаллографии : учеб. пособие / Л. В. Картонова; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2016. – 84 с. Издание на др. носителе: Основы кристаллографии [Электронный ресурс], ISBN 978-5-9984-0672-0. <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/5108/1/01545.pdf>

2. Кристаллография и минералогия. Основные понятия / Бойко С.В. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 212 с.: ISBN 978-5-7638-3223-5. <http://znanium.com/bookread2.php?book=550292>. (дата обращения: 22.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Аникина В. И. Основы кристаллографии и дефекты кристаллического строения [Электронный ресурс]: Практикум / В. И. Аникина, А. С. Сапарова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 148 с. - ISBN 978-5-7638-2195-6. <http://znanium.com/bookread2.php?book=441367>. (дата обращения: 22.10.2020). - Режим доступа: по подписке.

2. Брагина В. И. Кристаллография, минералогия и обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. И. Брагина. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 152 с. - ISBN 978-5-7638-2647-0. <http://znanium.com/bookread2.php?book=492236> (дата обращения: 22.10.2020). - Режим доступа: по подписке.

**в) Методические указания:**

1. Картонова Л. В. Основы материаловедения металлических и неметаллических веществ/ Л. В. Картонова, В. А. Кечин. – Владимир: Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых (ВлГУ), 2014. – 176 с. Издание на др. носителе: Основы материаловедения металлических и неметаллических веществ [Электронный ресурс], ISBN 978-5-9984-0503-7. <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4028/1/01404.pdf>.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:****Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный	Д-300-18 от 21.03.2018	28.01.2020
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Международная справочная система «Полпред» отрасль «Образование, наука»	URL: <a href="http://education.polpred.com/">http://education.polpred.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения лекционного обзора, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения лабораторного типа на персональном компьютере. Оснащение: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом в электронную образовательную среду университета

Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом в электронную образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

## Приложение 1

### «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»

#### **Примерные аудиторские контрольные работы (АКР):**

##### **АКР №1 «Классификация и симметрия кристаллов».**

ОЦК решетка состоит из атомов одного сорта, имеющих радиусы  $R$ . Пусть атомы, расположенные по диагонали куба, касаются друг друга. Определить плотность упаковки этой структуры.

##### **АКР №2 «Изучение процесса роста кристаллов».**

Определить координационные числа и радиусы первой координационной сферы для решеток: простой кубической, ОЦК, ГЦК, ГПУ, типа алмаза

##### **АКР №3 «Изучение симметрии кристаллических многогранников».**

Определить радиус атомов, которые могут быть размещены в октаэдрических пустотах при плотной упаковке равновеликих шаров радиусом  $R$ .

##### **АКР №4 «Определение кристаллографических индексов плоскостей».**

Построить кристаллическую плоскость простой кубической решетке с постоянной  $a$ , которой соответствуют индексы Миллера (310), и найти расстояние между плоскостями этого типа.

##### **АКР №5 «Пространственные группы».**

Выразить объемы элементарных ячеек через радиусы  $R$  равновеликих шаров (атомов), образующих плотные упаковки для: ОЦК, ГЦК и гексагональной решеток.

##### **АКР №6 «Изучение типов изоморфных замещений».**

Показать, что отношение  $c/a$  для идеальной гексагональной структуры с плотной упаковкой равно 1,633.

##### **АКР №7 «Изучение строения и свойств минералов».**

Получить формулы для вычисления объемов элементарных ячеек: моноклинной (а), гексагональной (б), ромбоэдрической (в) систем.

*Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала и выполнения домашних заданий.*

#### **Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):**

##### **ИДЗ №1 «Классификация и симметрия кристаллов».**

Записать с помощью индексов Миллера плоскости, характеризующиеся наибольшей плотностью упаковки атомов, в структурах: а) ГЦК; б) ОЦК. Отметить также в этих плоскостях направления с максимальной линейной плотностью расположения атомов.

##### **ИДЗ №2 «Изучение процесса роста кристаллов».**

Вычислить объем первой зоны Бриллюэна и плотность квантовых состояний для электронов в простой энергетической зоне кристалла, имеющего а) ОЦК решетку; б) ГЦК решетку. Длина ребра элементарного куба равна  $a$ .

##### **ИДЗ №3 «Изучение симметрии кристаллических многогранников».**

#### **Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

В ходе выполнения самостоятельной работы по данному курсу, студенты должны научиться воспринимать сведения на слух, фиксировать информацию в виде записей в тетрадях, работать с письменными текстами, самостоятельно извлекая из них полезные сведения и оформляя их в виде тезисов, конспектов, систематизировать информацию в виде заполнения таблиц, составления схем. Важно научиться выделять

главные мысли в лекции преподавателя либо в письменном тексте; анализировать явления; определять свою позицию к полученным на занятиях сведениям, четко формулировать ее; аргументировать свою точку зрения: высказывать оценочные суждения; осуществлять самоанализ. Необходимо учиться владеть устной и письменной речью; вести диалог; участвовать в дискуссии; раскрывать содержание изучаемой проблемы в монологической речи; выступать с сообщениями и докладами.

**Конспект лекции.** Смысл присутствия студента на лекции заключается во включении его в активный процесс слушания, понимания и осмысления материала, подготовленного преподавателем. Этому способствует конспективная запись полученной информации, с помощью которой в дальнейшем можно восстановить основное содержание прослушанной лекции.

Для успешного выполнения этой работы советуем:

- подготовить отдельные тетради для каждого предмета. Запись в них лучше вести на одной стороне листа, чтобы позднее на чистой странице записать дополнения, уточнения, замечания, а также собственные мысли. С помощью разноцветных ручек или фломастеров можно будет выделить заголовки, разделы, термины и т.д.

- не записывать подряд все, что говорит лектор. Старайтесь вначале выслушать и понять материал, а затем уже зафиксировать его, не упуская основных положений и выводов. Сохраняйте логику изложения. Обратите внимание на необходимость точной записи определений и понятий.

- оставить место на странице свободным, если не успели осмыслить и записать часть информации. По окончании занятия с помощью однокурсников, преподавателя или учебника вы сможете восстановить упущенное.

- уделять внимание грамотному оформлению записей. Научитесь графически ясно и удобно располагать текст: вычленять абзацы, подчеркивать главные мысли, ключевые слова, помещать выводы в рамки и т.д. Немаловажное значение имеет и четкая структура лекции, в которую входит план, логически выстроенная конструкция освещения каждого пункта плана с аргументами и доказательствами, разъяснениями и примерами, а также список литературы по теме.

- научиться писать разборчиво и быстро. Чтобы в дальнейшем не тратить время на расшифровку собственных записей, следите за аккуратностью почерка, не экономьте бумагу за счет уплотнения текста. Конспектируя, пользуйтесь общепринятыми сокращениями слов и условными знаками, если есть необходимость, то придумайте собственные сокращения.

- уметь быстро и четко переносить в тетрадь графические рисунки и таблицы. Для этих целей приготовьте прозрачную линейку, карандаш и резинку. Старайтесь как можно точнее скопировать изображение с доски. Если наглядный материал трудно воспроизводим в условиях лекции, то сделайте его словесное описание с обобщающими выводами.

- просмотреть свои записи после окончания лекции. Подчеркните и отметьте разными цветами фломастера важные моменты в записях. Исправьте неточности, внесите необходимые дополнения. Не тратьте время на переписывание конспекта, если он оказался не совсем удачным. Совершенствуйтесь, записывая последующие лекции.

### **Подготовка к контрольной работе**

Контрольная работа – это обязательная форма организации процесса обучения. Она подразумевает контроль и проверку знаний, полученных учащимся в ходе изучения предмета.

Оставьте полный список вопросов касательно теории темы, по которой будет проведена контрольная работа. Лучше всего вынести их на отдельный лист бумаги. Так будет намного удобнее, чем постоянно работать с книгой.

Приведите информацию к определенной структуре. Подпишите около каждого вопроса страницы, на которых описывается ответ или пояснение

Начните изучение заготовленного материала. Для начала можете просто бегло прочитать всю необходимую информацию и отметить ту, что вы уже знаете. После беглого прочтения начните заучивать те понятия, которые даются вам труднее всего и заканчивайте легкими.

После того как вы более-менее знаете теорию, ее следует закрепить практикой – задачами по теме.

### **Подготовка к тестированию**

По типу все задания теста делятся на закрытые и открытые. Закрытый вопрос подразумевает выбор правильного варианта ответа из нескольких предложенных (как правило, таких вариантов четыре). Открытый вопрос не имеет вариантов ответа, напоминая, таким образом, обычный вопрос из письменной контрольной работы. Большая часть тестовых заданий чаще всего относится именно к закрытому типу. Времени на их выполнение, как нетрудно догадаться, требуется меньше, чем на задания открытого типа (ничего не надо писать, нужно лишь отметить условным знаком выбранный ответ), но и оцениваются ответы на эти вопросы не так высоко, как ответы на вопросы открытого типа.

Всю подготовительную работу к прохождению теста можно условно разбить на два основных направления. Первое – это изучение учебного материала как такового.

Необходимо изучать теорию и тренироваться в решении задач и выполнении упражнений.

Для этого понадобятся специальные тренировочные пособия – учебные тесты с указанием правильных ответов.

Закончив прохождение одного тренировочного теста, обязательно отметить вопросы, на которые даны неправильные ответы. Нужно выписать на отдельный листок темы, которые вызвали затруднение. Это – слабые места. Открыв учебник, внимательно проштудировать соответствующий раздел, прорешать все предлагаемые задачи, ответить на все вопросы в конце каждого параграфа. Только после этого нужно приниматься за выполнение следующего тренировочного теста.

Учащиеся сами заметят положительную динамику. Каждый последующий тест должен приносить больше очков, чем предыдущий.

Вначале необходимо внимательно прочитать вопросы. Польза от этого двойная: во-первых, будет настройка на предмет, во-вторых, можно определить, в каких заданиях вопросы «пересекаются» (иногда бывает, что один вопрос в скрытой форме содержит ответ на другой).

Необходимо мысленно отметить вопросы, которые показались трудными или вызывают сомнения. Можно записать их номера на листке для черновика.

Теперь следует приступить к ответам, отвечая на те вопросы, в которых уверены, не тратя на обдумывание каждого из них больше 1 минуты. Если этого времени покажется недостаточно, чтобы найти правильный ответ, нужно пропустить вопрос и двигаться дальше.

Пройдя весь тест до конца, пропуская трудные задания, затем необходимо вернуться к пропущенным заданиям. Теперь уже не торопясь, не подгоняя себя, а спокойно и внимательно вдуматься в заданный вопрос. Возможно, другие выполненные задания подскажут правильный ответ. Если время позволяет, нужно продолжать работать над тестовыми заданиями.

### **Подготовка к выполнению лабораторной работы**

Лабораторные работы являются одним из видов практического обучения. Их цель – закрепление теоретических знаний, проверка на опыте некоторых положений теории и законов, приобретение практических навыков, проведении эксперимента, использовании простейших приборов и аппаратов. Задание на работу выдается за несколько дней до ее выполнения. Для качественного выполнения лабораторных работ студентам необходимо:

- 1) повторить теоретический материал по конспекту и учебнику (согласно списку литературы)
- 2) ознакомиться с описанием лабораторной работы:
- 3) в специальной рабочей тетради записать название и номер работы, вычертить таблицы для записи показаний приборов и результатов расчета, подготовить миллиметровую бумагу, если требуются графические построения и т.д.
- 3) выяснив цель работы, четко представить себе поставленную задачу и способы ее достижения, продумать ожидаемые результатов опытов

- 4) сделать предварительный домашний расчет, если требуется в задании
- 5) ответить устно и письменно на контрольные вопросы.
- 6) Соблюдать основные правила безопасности при работе в лаборатории.

### **Правила выполнения лабораторных работ**

1. За каждой лабораторной установкой работает не более 2х студентов. Группа разбивается на подгруппы из 2х человек обычно по желанию студентов. Подгруппы фиксируются в журнале преподавателем.
2. При опоздании студента на ЛР:
  - менее 15 мин: студент допускается в лабораторию;
  - более 15 мин: студент допускается в лабораторию с соответствующей отметкой в журнале группы. К следующей ЛР студент допускается при наличии допуска из деканата с указанием причины получения допуска;
3. Во время ЛР в лаборатории могут находиться только сотрудники кафедры и студенты из соответствующей группы по расписанию. Обязательно присутствие хотя бы одного преподавателя или сотрудника кафедры.
4. Студент допускается преподавателем к выполнению лабораторной работы только после:
  - проведения инструктажа по технике безопасности и подписи получившего и проводившего инструктаж в журнале группы;
  - при наличии оформленного журнала - проставляется соответствующая отметка в журнале группы;
  - студент готовит журнал в лаборатории;
  - при наличии времени студент допускается к выполнению ЛР (время начала выполнения ЛР в этом случае проставляется в журнале).

Готовый журнал подписывается преподавателем, также делается соответствующая отметка в журнале группы.
5. Студенты выполняют опыты в соответствии с инструкцией по технике безопасности.
6. В ходе выполнения ЛР преподаватель отвечает на все вопросы студентов по теме ЛР.
7. В ходе ЛР в журнал заносятся:
  - исходные параметры (характеристики опытной установки, атмосферные данные, точность измерительного оборудования и т.п.);
  - измеряемые параметры;
  - условия опытов;
  - результаты вычислений (в том числе промежуточные и черновые).
8. После снятия замеров, проведения необходимых расчетов и построения графиков, студент должен представить полученные результаты преподавателю на подпись. Также делается соответствующая отметка в журнале группы.

### **Подготовка к сдаче лабораторной работы**

Для защиты лабораторной работы необходимо заполнить отчет о ЛР

2. Защита выполненной лабораторной работы проводится:



- для 4хчасовых ЛР: в часы данной ЛР в соответствии с расписанием;
- для 2хчасовых ЛР: в этот или другие дни в часы в соответствии с расписанием.

3. Защита выполненной лабораторной работы проводится тому же преподавателю, с кем проходило её выполнение. Допускается сдача ЛР лектору кафедры

4. Требования при защите ЛР:

4.1. Преподаватель оценивает ЛР в соответствии с программой курса и проставляет оценку в журнале ЛР и в журнале группы.

4.2. Преподаватель вправе отказать в приеме ЛР по личным причинам.

4.3. Преподаватель обязан принять ЛР при:

- наличии журнала ЛР, оформленного в соответствии с «Требования к оформлению журнала для ЛР»;
- личном выполнении студентом ЛР;
- совпадении результатов опытов с контрольными замерами с точностью до 20 % или до отдельно указанной в конкретной ЛР точности.
- письменном верном ответе на контрольные (тестовые) вопросы из утвержденного кафедрой списка, написанном в присутствии преподавателя.

**Подготовка к зачёту.** Готовиться к зачёту нужно заранее и в несколько этапов. Для этого:

- Просматривайте конспекты лекций сразу после занятий. Бегло просматривайте конспекты до начала следующего занятия. Это позволит «освежить» предыдущую лекцию и подготовиться к восприятию нового материала.

- Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала.

Непосредственно при подготовке:

- Упорядочьте свои конспекты, записи, задания.
- Прикиньте время, необходимое вам для повторения каждой части (блока) материала, выносимого на зачет.
- Составьте расписание с учетом скорости повторения материала, для чего
- Разделите вопросы для зачёта на знакомые (по лекционному курсу, семинарам, конспектированию), которые потребуют лишь повторения и новые, которые придется осваивать самостоятельно. Начните с тем хорошо вам известных и закрепите их с помощью конспекта и учебника. Затем пополните свой теоретический багаж новыми знаниями, обязательно воспользовавшись рекомендованной литературой.

Правильно используйте консультации, которые проводит преподаватель. Приходите на них с заранее проработанными самостоятельно вопросами. Вы можете получить разъяснение по поводу сложных, не до конца понятых тем, но не рассчитывайте во время консультации на исчерпывающую информации по содержанию всего курса.

## Приложение 2

### «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-1 – способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы и методы научного принципов и методов научного исследования;</li> <li>– классификацию и основные свойства симметрии кристаллических структур;</li> <li>– основные физические свойства кристаллов, обусловленные их симметрией;</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Симметрия и типы кристаллических решеток. Решетки Браве</li> <li>2. Уравнение Шредингера для кристалла.</li> <li>3. Теория и классификация энергетических зон в кристаллах. Зоны Бриллюэна. Элементарная теория локальных уровней.</li> <li>4. Основные представления о квантово-механических расчетах в теории твердого тела.</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– решать типовые задачи физики твердого тела, связанные с их кристаллической структурой;</li> <li>– применять методы физической кристаллографии для анализа проблем современной физики;</li> <li>– использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;</li> </ul>	<p><b>Выполнить следующие лабораторные работы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Изучение процесса роста кристаллов.</b> <i>Цель работы:</i> изучить процесс образования кристаллов из жидкого состояния.</li> <li><b>2. Изучение симметрии кристаллических многогранников.</b> <i>Цель работы:</i> изучение простых форм кристаллических многогранников.</li> <li><b>3. Определение кристаллографических индексов плоскостей.</b> <i>Цель работы:</i> изучение и анализ кристаллического строения металлов.</li> </ol>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью использования полученных знаний для изучения профильных дисциплин;</li> <li>– системным представлением о динамике развития избранной области научной и профессиональной деятельности;</li> <li>– современной научной картиной мира;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ОЦК решетка состоит из атомов одного сорта, имеющих радиусы <math>R</math>. Пусть атомы, расположенные по диагонали куба, касаются друг друга. Определить плотность упаковки этой структуры.</li> <li>2. Определить координационные числа и радиусы первой координационной сферы для решеток: простой кубической, ОЦК, ГЦК, ГПУ, типа алмаза.</li> <li>3. Определить радиус атомов, которые могут быть размещены в октаэдрических пустотах при плотной упаковке равновеликих шаров радиусом <math>R</math>.</li> <li>4. Построить кристаллическую плоскость простой кубической решетки с постоянной <math>a</math>, которой соответствуют индексы Миллера (310), и найти расстояние между</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>плоскостями этого типа.</p> <p>5. Выразить объемы элементарных ячеек через радиусы <math>R</math> равновеликих шаров (атомов), образующих плотные упаковки для: ОЦК, ГЦК и гексагональной решеток.</p> <p>6. Показать, что отношение <math>c/a</math> для идеальной гексагональной структуры с плотной упаковкой равно 1,633.</p> <p>7. Получить формулы для вычисления объемов элементарных ячеек: моноклинной (а), гексагональной (б), ромбоэдрической (в) систем.</p>
<b>ПК-5 – способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способы и средства хранения полученной в ходе исследования информации;</li> <li>– теоретические основы физики кристаллических структур;</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пространственные группы и симметрия кристаллов.</li> <li>2. Основные типы изоморфных замещений.</li> <li>3. Определение кристаллографических индексов плоскостей.</li> <li>4. Основные физические свойства минералов.</li> <li>5. Основные способы получения кристаллов.</li> </ol>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– применять полученные знания для анализа современных проблем направлений в физике конденсированного состояния;</li> <li>– пользоваться новым теоретическим материалом по новым направления физики углеродных соединений;</li> <li>– описывать кристаллические системы с позиций общих принципов физики твёрдого тела;</li> </ul>	<p><b>Выполнить следующие лабораторные работы:</b></p> <p><b>1. Пространственные группы.</b>  <i>Цель работы:</i> Ознакомиться с описанием элементов симметрии, возникающих при рассмотрении периодически расположенных частиц. Освоить принципы образования пространственных групп симметрии. Изучить двумерные пространственные группы.</p> <p><b>2. Изучение типов изоморфных замещений.</b>  <i>Цель работы:</i> изучить типы изоморфных замещений.</p> <p><b>3. Изучение строения и свойств минералов.</b>  <i>Цель работы:</i> изучить строение и основные свойства минералов.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью к анализу, обобщению информации, постановке целей и выбору путей их достижения;</li> <li>– способностью ориентироваться в динамике развития физики углеродных материалов.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Записать с помощью индексов Миллера плоскости, характеризующиеся наибольшей плотностью упаковки атомов, в структурах: а) ГЦК; б) ОЦК. Отметить также в этих плоскостях направления с максимальной линейной плотностью расположения атомов.</li> <li>2. Вычислить объем первой зоны Бриллюэна и плотность квантовых состояний для электронов в простой энергетической зоне кристалла, имеющего а) ОЦК решетку; б) ГЦК решетку. Длина ребра элементарного куба равна <math>a</math>.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>3. Выразить углы между векторами обратной решетки через углы прямой решетки.</p> <p>4. Вычислить угол между направлениями [101] и [012] ромбической решетки с параметрами: <math>a = 4,88 \text{ \AA}</math>, <math>b = 6,66 \text{ \AA}</math>, <math>c = 3,82 \text{ \AA}</math>.</p> <p>5. Получить формулы для вычисления межплоскостных расстояний кристаллов: ромбической (а), гексагональной (б), тетрагональной (в), кубической (г) систем.</p> <p>6. Показать для случая простой кубической решетки, что формула Вульфа–Брэгга является следствием условий Лауэ.</p> <p>7. Оценить энергию нейтронов, с помощью которых можно исследовать магнитную структуру твердых тел. Каким способом можно получить монохроматический пучок нейтронов такой энергии из исследовательского атомного реактора?</p>

**Б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы физики кристаллических структур» включает теоретический вопрос, позволяющий оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и отчеты о выполнении всех лабораторных работ.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 1 теоретический вопрос.

**Показатели и критерии оценивания:**

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет лабораторные работы, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Оценка «неудовлетворительно» (1 балл) – не предусмотрена.