



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и экспериментальной физики



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины **Б1.В.05. Кристаллофизика**

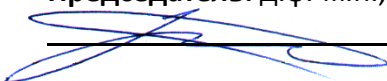
Направление подготовки **03.03.02 «Физика»**

Направленность (профиль) подготовки **Экспериментальная физика**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК:
физического факультета
Протокол № 49 от « 26 » марта 2025 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор
 Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:
общей и экспериментальной физики
Протокол № 5
от « 21 » февраля 2025 г.
Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор
 А.А. Гаврилюк

Иркутск 2025 г.

Содержание

I. Цели и задачи дисциплины(модуля).....	3
II. Место дисциплины (модуля)в структуре ОПОП ВО.....	4
III. Требования к результатам освоения дисциплины	4
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов ..	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	7
4.3 Содержание учебного материала	7
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....	8
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов.....	9
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	10
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии).....	12
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	12
а) перечень литературы	
б) периодические издания	
в) список авторских методических разработок г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).....	13
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:.....	13
6.2. Программное обеспечение:.....	13
6.3. Технические и электронные средства обучения:.....	13
VII. Образовательные технологии.....	14
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.	14
ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС	

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой ФГОС по направлению 03.03.02 Физика и предназначена для обеспечения курса «Кристаллофизика», изучаемого студентами в течение шестого семестра.

Основная **цель** курса – дать студентам базовые представления о фундаментальных законах кристаллографии, кристаллохимии и кристаллофизики для формирования картины мира в рамках современной естественнонаучной парадигмы; способствовать развитию их интеллектуальных, творческих способностей и критического мышления в ходе проведения исследований, анализа явлений, восприятия и интерпретации информации.

Данный курс должен решать следующие **задачи**:

- изучить основные понятия кристаллофизики, базовые природные закономерности физических явлений, связанных с симметрией кристаллов и атомной структурой веществ.
- развитие мышления студентов, формирование у них умений самостоятельно приобретать и применять знания, наблюдать и объяснять физические явления;
- овладение студентами знаниями об экспериментальных фактах, понятиях, законах, теориях, методах физической науки; о современной научной картине мира; о широких возможностях применения физических законов в технике и технологии;
- усвоение студентами идей единства строения материи и неисчерпаемости процесса ее познания, понимание роли практики в познании, диалектического характера физических явлений и законов.

Программа ориентирована на развитие у студентов интереса к познанию физических явлений, приобретение навыков самостоятельного изучения фундаментальных основ науки и их приложений.

В комплексе научных дисциплин, связанных с изучением строения вещества, кристаллофизика занимает ключевое место, представляя собой фундамент для таких дисциплин, как физика твердого тела, физика магнитных явлений и многих других. Кроме того, именно кристаллофизика наиболее ярко проявляются характерные для микромира закономерности, что привело в первой половине XX века к коренному изменению основных представлений в физике.

Изучение фундаментальных законов кристаллографии, кристаллохимии и кристаллофизики - как формирование основание понимания естественнонаучной картины мира - базы дальнейшего научного миропонимания. Изучения этого курса определяются требованиями, предъявляемыми выпускникам квалификационными характеристиками. В курсе "Кристаллофизика" излагаются фундаментальные свойства кристаллов, закономерности физических явлений, связанных с симметрией кристаллов и их атомной структурой. Этот курс является основополагающим разделом физики твердого тела, на котором базируется изучение курсов "Физика полупроводников и диэлектриков", "Физические основы технологии полупроводниковых материалов", «Физические основы микроэлектроники» и др., а также дисциплины специализаций «Физика твердого тела».

Программа ориентирована на развитие у студентов интереса к познанию физических явлений, приобретение навыков самостоятельного изучения фундаментальных основ науки и их приложений.

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Приоритетом современного образования является создание научно-образовательных центров (НОЦ), т.е. интеграция науки и образования. Такой подход обеспечивает будущему специалисту дополнительные знания и исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям после получения базового образования. Дисциплина основы кристаллофизики является базовой для изучения последующих дисциплин, связанных с теорией физики конденсированного состояния вещества. Организация учебного процесса при изучении курса «Кристаллофизика» соотносится с целями образования на современном этапе, а изучение некоторых разделов тесно связано с тематикой научных исследований базовых институтов кафедры – Института геохимии СО РАН и Института лазерной физики СО РАН. Методика преподавания направлена на *системный подход к обучению и интеграцию* дисциплин естественнонаучного цикла, находится в блоке дисциплин специализации.

При изучении «Основы кристаллофизики» используются знания, приобретенные при изучении курсов: общей и теоретической физики; физики конденсированного состояния; высшей алгебры;

III. Требования к результатам освоения дисциплины

Курс «Кристаллофизика», согласно положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования при подготовке бакалавра по направлению 03.03.02 Физика, позволяет студенту приобрести следующие компетенции:

- Способен проводить научные исследования физических свойств объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ОПК-2)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
Представление результатов профессиональной деятельности	<i>ПК-1</i> способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Умеет: решать кристаллографические задачи, строить стереографические, проекции кристаллов, грамотно описывать внешнюю форму и внутреннее строение кристаллов, используя знания по точечной и пространственной симметрии, пользоваться современным знанием физических закономерностей для объяснения структурных характеристик и физических свойств объектов при различных физических воздействиях, необходимые для правильной интерпретации результатов самостоятельной научной деятельности и понимания специальной литературы, применять полученные знания при решении кристаллографических задач.

		Владеет: методами описания симметрии и простых форм кристаллов; знаниями по физическим характеристикам и свойствам кристаллов навыками работы с современным экспериментальным и математическим обеспечением для исследования структурных характеристик кристаллов.
--	--	---

IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 65 часа контактной работы.

Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭИОС факультета. Электронной и дистанционной форм обучения не предусматривается.

На практическую подготовку отводится 36 аудиторных часов (во время проведения практических занятий).

Форма промежуточной аттестации: зачет.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

	Раздел дисциплины/тема	Семестр	фВсего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа
					Лекции	Семинарские / практические/ лабораторные занятия	Консультации	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Введение. Основные понятия и представления кристаллофизики история развития».	6	4		2			2
2	Раздел 2. Макро-микросимметрия кристаллов. Понятие кристаллической структуры и пространственной решетки. Свойства кристаллических объектов.	6	10	4	2	4		4
3	Раздел 3. Операции и элементы симметрии конечных фигур. Взаимодействие элементов симметрии.		20,5	6	4	6	0,5	10
4	Раздел 4. Симметрия кристаллических многогранников. Точечные группы симметрии. Вывод 32 точечных групп	6	16	6	2	6		8
5	Раздел 5. Категории, сингонии, решетки Бравэ.		10	4	2	4		4
6	Раздел 6. Трансляционная симметрия. Взаимодействие элементов трансляционной симметрии. Предельные группы симметрии пространственных фигур. 230 пространственных групп симметрии (федоровских групп)		20	8	4	8		8
7	Раздел 7. Индицирование. Закон целых чисел. Индексы Миллера. Квадратичные формулы.		17,5	8	2	8	0,5	7
зачет		6	36					
К0		6	10					
Итого часов			108	36	18	36	1	43

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	Разделы,3,4,6,7	Решение домашних задач	В течение семестра	30	Задачи и упражнения	[1,2,4,5]
6	Разделы 1, 2,5	Подготовка к опросу, домашний конспект	В течение семестра	8	Опрос	[1,2,4,5]
6	Раздел 1-7	Подготовка к тестированию	В конце семестра	2	Тестирование	[1-5]
6	Подготовка к зачету	Работа с учебной литературой	К концу семестра	3	Зачет	[1-5]
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				43		

4.3. Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

Блок 1. Элементы кристаллографии

Тема 1.Введение. Основные понятия и представления кристаллофизики, история развития».

Кристаллография и кристаллофизика, их место в системе наук, изучающих твердые тела. Кристаллы и квазикристаллы и аморфные тела.

Тема 2 Симметрия кристаллических многогранников. Понятие кристаллической структуры и пространственной решетки. Свойства кристаллических объектов.

Симметрия, периодичность и закономерность структуры - основные характеристики кристаллического состояния вещества.

Тема 3. Операции и элементы симметрии конечных фигур. Взаимодействие элементов симметрии. Теоремы.

Тема 4. Симметрия кристаллических многогранников. Точечные группы симметрии. Вывод 32 точечных групп

Тема 5. Категории, сингонии, решетки Бравэ.

Тема 6. Трансляционная симметрия. Взаимодействие элементов трансляционной симметрии. Предельные группы симметрии пространственных фигур - группы симметрии Кюри. 230 пространственных групп симметрии (федоровских групп).

Тема 7. Индицирование. Закон целых чисел. Индексы Миллера. Символы узлов (точек), рядов (направлений) и граней (плоскостей) в кристаллическом многограннике. Индексы Миллера плоскости и направлений. Обратная решетка. Основные свойства обратной решетки. Основные формулы структурной кристаллографии-квадратичные формулы.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1.	1	Кристаллография и кристаллофизика, их место в системе наук, изучающих твердые тела.	4		оценка домашнего конспект	ПК-.1
2.	2.	Макросимметрия кристаллов. Микросимметрия кристаллов. Кристаллическая структура. Кристаллическая решетка. Физические свойства кристаллических объектов.	10	4	оценка домашнего конспект	
3.	3	Решение задач по темам «Взаимодействие	20,5	6	опрос, контрольное	

		элементов симметрии» .			задание	
4.	4	Решение задач по теме Вывод 32 точечных групп	16	6	опрос, контрольное задание	
5.	5	Решение задач по теме Категории, сингонии, решетки Бравэ.	10	4	опрос, контрольное задание	
6	6	Решение задач по теме Взаимодействие элементов трансляционной симметрии.	20	8	опрос, контрольное задание	
7	7	Решение задач по теме Индицирование. Закон целых чисел. Индексы Миллера. Квадратичные формулы.	17,5	8	опрос, контрольное задание	

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ нед.	Тема	Вид самостоятельно й работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Введение. Основные понятия и представления кристаллофизи ки, история развития».	Работа с литературой	Домашний конспект	[1,2,4,5]	2
2.	Макро- микросимметрия кристаллов. Понятие кристаллической структуры и пространственно й решетки. Свойства кристаллических объектов.	Работа с литературой	Домашний конспект	[1,2,4,5]	4
3.	Операции и элементы симметрии	Работа с литературой	Решение задач по данной теме	[1,2,4,5]	10

	конечных фигур. Взаимодействие элементов симметрии.				
4.	Симметрия кристаллических многогранников. Точечные группы симметрии. Вывод 32 точечных групп	Работа с литературой	Решение задач по данной теме	[1,2,4,5]	8
5.	Категории, сингонии, решетки Бравэ.	Работа с литературой	Решение задач по данной теме	[1,2,4,5]	4
6	Трансляционная симметрия. Взаимодействие элементов трансляционной симметрии. Предельные группы симметрии пространственных фигур. 230 пространственных групп симметрии (федоровских групп)	Работа с литературой	Решение задач по данной теме	[1,2,4,5]	8
7	Индексирование. Закон целых чисел. Индексы Миллера. Квадратичные формулы.	Работа с литературой	Решение задач по данной теме	[1,2,4,5]	7
11.	Текущие консультации				
12.	Подготовка к зачету			Вся рекомендуемая литература	43

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной

финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Теоретические знания, полученные студентами на практических занятиях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при выполнении практических заданий.

При выполнении практических заданий обращается особое внимание на выработку у студентов умения грамотно выполнять и оформлять документацию, умения находить и пользоваться научно-технической справочной литературой. Каждый студент должен подготовиться к защите своего отчета, разобравшись с теорией исследуемого явления.

Текущая работа над учебными материалами включает в себя систематизацию теоретического материала каждой практической работы, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных мыслей основного содержания работы. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

Самостоятельная работа реализуется:

- 1) Непосредственно в процессе аудиторных занятий - практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ.
- 2) В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- 3) В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных задач.

Границы между разными видами самостоятельных работ достаточно размыты, а сами виды работы пересекаются. Таким образом, самостоятельная работа студентов может осуществляться как в аудитории, так и вне ее.

Закрепление всего изученного материала осуществляется на контрольной работе. Также может быть проведен опрос по всем темам курса. Преподаватель помогает разобраться с проблемными вопросами и задачами (по мере их поступления) в ходе текущих консультаций.

Перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы студентов.

- 1.Определение симметрии. Пространственная симметрия. Морфологическая (точечная) симметрия. Операции симметрии. Операции симметрии первого и второго рода. Типы операций симметрии: конечные и бесконечные (пространственные). Простые операции симметрии (плоскость симметрии, ось симметрии, центр симметрии)
- 2.Взаимодействие (сложение) элементов симметрии. Взаимодействие двух плоскостей симметрии под углом α . Пересечении двух осей второго порядка. Пересечении четной оси симметрии и перпендикулярной ей плоскости. Равнодействующей двух пересекающихся осей симметрии.
- 3.Вывод точечных групп симметрии. (Группы с одной осью симметрии. Группы с осью симметрии и перпендикулярной ей осью второго порядка. Группы, у которых вдоль оси проекции расположим инверсионные оси симметрии..Группы симметрии с поворотной осью и перпендикулярной ей плоскостью симметрии. Группы симметрии с поворотной осью и параллельной ей плоскостью симметрии. Группы симметрии с инверсионной осью и параллельной ей плоскостью симметрии. Группы симметрии с поворотной осью и перпендикулярными и параллельными ей плоскостями. Предельные группы симметрии пространственных фигур (Группы Кюри). Их реализация в материальных пространственных фигурах. Полярные, аксиальные и энантиоморфные группы. Соподчинение предельных групп симметрии.
- 4.Симметрия структуры кристаллов. Сочетание трансляций с элементами симметрии. (Последовательное отражение в двух параллельных плоскостях симметрии.. Плоскость симметрии и перпендикулярная к ней трансляция с параметром t . Плоскость симметрии и трансляция t , составляющая с плоскостью угол α . Ось симметрии с углом поворота α и перпендикулярная к ней трансляция t .)
- 5.Пространственные группы симметрии. 230 пространственных групп симметрии (федоровских групп). Эквивалентные позиции. Правильные системы точек. Общая правильная система точек. Частная правильная система точек.
- 6.Трансляционная симметрия кристаллов. Понятие пространственной решетки. Трансляционная группа. Кристаллографические категории, системы и сингонии. Особенные направления в кристалле. Симметрически эквивалентные элементы симметрии. Высшая, средняя и низшая категории симметрии кристаллов. Системы высшей, средней и низшей категорий симметрии кристаллов. Сингонии кристаллов высшей категории. Параметры элементарной ячейки. Элементы симметрии. Сингонии кристаллов средней категории. Параметры элементарной ячейки. Элементы симметрии. Сингонии кристаллов низшей категории. Параметры элементарной ячейки.
- 7.Определение текстуры. Симметрия текстур. Предельные непрерывные точечные группы. Энантиоморфные модификации текстур. Типы текстур. Пластинчатые и игольчатые текстуры. Текстуры первого рода. Текстуры второго рода.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Г.И.Епифанов. Физика твёрдого тела: Учебное пособие. СПб.,2010.-288с.(11экз.)
2. М.П.Шаскольская. Кристаллография. М. Издательство Высшая школа, 2006, 390 с. (10экз.)
3. Практическая рентгеновская дифрактометрия: Учебное пособие/ В.А.Лиопо, Г.А.Кузнецова, В.М.Калихман, В.В.Война. - Иркутск. Изд-во Иркутский гос.ун-та,2010,159с. (20экз.)
4. И.Ф.Гинзбург. Введение в физику твёрдого тела: Учебное пособие. СПб.,2007.-544с. (11экз.)
5. Н.В. Перемолова,М.М. Тагиева.Задачник по кристаллофизике. Учебное пособие. Наука, Главная редакция физ-мат литературы,1982.-287 с. (2экз.)

б) дополнительная литература:

1. Е.В. Чупрунов и др. Основы кристаллографии. М. Издательство Физико-математической литературы. 2004, 498с. (17экз.)
2. Лиопо В.А. Калихман В.М. Математические основы оптической и рентгеновской гониометрии.. Учебное пособие. Иркутск. 1999 г. (20экз.)
3. Современная кристаллография. Под редакцией Б.К. Вайнштейна. Т.1 - Наука, М., 1980.
4. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Интернет-ресурсы в свободном доступе и на сайте ИГУ www.isu.ru и физического факультета ИГУ.
5. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: Интернет-ресурсы в свободном доступе и на сайте ИГУ www.isu.ru и физического факультета ИГУ.

VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в учебной аудитории по расписанию.

На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу.

Лабораторный практикум по дифракционным методам.

В качестве методического обеспечения имеется ряд учебных пособий, находящихся в библиотеке физического факультета.

Оборудования и пособия для практического изучения кристаллической структуры имеется в лаборатории рентгеноструктурного анализа физического факультета.

6.2. Программное обеспечение:

Стандартные сервисы сети Интернет, стандартные средствами просмотра презентаций и других материалов по курсу

6.3. Технические и электронные средства:

Для проведения практических и лекционных занятий в качестве демонстрационного оборудования используются проектор, экран и меловая доска. Используются современные образовательные технологии: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедиа, видео, документальные фильмы). Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор (CASIO

XJ-A241), переносной экран (Classic Solution, T195x195/1MW-LU/B), ноутбук Lenovo B590. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы, с неограниченным доступом в Интернет.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные походы и исследования в области кристаллофизики.

VII. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации компетентностного подхода, в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Интерактивные формы работы на учебных занятиях предусматривают активную позицию студентов при изучении материала, например, самостоятельно подготовить дополнение к теме и вынести его на обсуждение, провести дискуссию, включить элементы собственных научных исследований и сделать краткую презентацию своих выступлений на научных конференциях. Все это формирует способности применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в области исследований космоса.

Изучение курса «**Основы кристаллофизики**» идет в плане накопительной системы, т.е. содержательная часть каждого раздела, как правило, завершается тестовым контролем оценки знаний. Студент в течение каждого семестра должен выполнить определённое количество практических заданий. Контроль самостоятельной работы осуществляется при проверке представленных студентами *заданий* (СР) по теме соответствующего раздела.

На практических занятиях студенты используют результаты рентгенографических экспериментов для установления взаимосвязи кристаллофизических особенностей и комплекса физических свойств исследуемых объектов. По материалам наблюдений они приобретают исследовательские навыки, необходимые для работы по междисциплинарным направлениям после получения базового образования и формируют компетенцию готовности выявить естественнонаучную сущность проблем, компетенцию готовности использовать методы теоретической и экспериментальной физики в профессиональной деятельности и способности самостоятельно работать.

Программа основана на использовании современных образовательных технологий: информационных (презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео), дистанционные, научно-исследовательской направленности и т. п.

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

8.1.1. Оценочные средства для входного контроля

Проводится опрос на первом занятии.

8.1.2. Оценочные средства текущего контроля

Содержание учебного материала разделено на дидактические единицы (ДЕ) – предметные темы, подлежащие обязательному изучению и усвоению в процессе обучения.. Контроль заданий осуществляется в виде тестирования, решения задач и выполнения практических заданий по темам курса. Учитывается промежуточная аттестация по итогам самостоятельной работы, предусмотренной программой курса.

Примерные тестовые задания по основам кристаллофизики приведены в фондах оценочных средств (в приложении).

Примерные варианты задач для практических занятий:

1. Какие повороты кристалла, имеющего ось шестого порядка, возможны,
2. Какие повороты разрешены для кристалла, имеющего ось третьего порядка
3. Какой элемент симметрии возникает в кристалле, имеющем две плоскости симметрии, пересекающихся под углом 90°
4. Показать, что наличие оси 2, проходящей перпендикулярно зеркальной плоскости симметрии, приводит к тому, что среди элементов симметрии группы обязательно есть центр инверсии.
5. Определить набор элементов симметрии кристалла, если известно, что в нем имеются три взаимно перпендикулярные плоскости симметрии.
6. Определить, какими элементами симметрии обладает фигура, состоящая из восьми одинаковых шаров, расположенных в вершинах куба

8.1.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Проверка домашнего конспекта	Кристаллография и кристаллофизика, их место в системе наук, изучающих твердые тела.	ПК1
2	Проверка домашнего конспекта	Макросимметрия кристаллов. Микросимметрия кристаллов. Кристаллическая структура. Кристаллическая решетка. Физические свойства кристаллических объектов.	ПК1
3.	Проверка решения домашних задач	Операции и элементы симметрии конечных фигур. Взаимодействие элементов симметрии	ПК1

4.	Проверка решения домашних задач	Операции и элементы симметрии конечных фигур. Взаимодействие элементов симметрии	ПК1
5.	Проверка решения домашних задач	Категории, сингонии, решетки Бравэ.	ПК1
6	Проверка решения домашних задач	Трансляционная симметрия. Взаимодействие элементов трансляционной симметрии. Предельные группы симметрии пространственных фигур. 230 пространственных групп симметрии (федоровских групп)	ПК1
7	Проверка решения домашних задач	Индексирование. Закон целых чисел. Индексы Миллера. Квадратичные формулы.	ПК1
11	Зачет, тест, контрольная работа	Все темы	ПК1

Примерный список вопросов и упражнений к зачету

1. Определение симметрии. Пространственная симметрия. Морфологическая (точечная) симметрия.
2. Операции симметрии. Операции симметрии первого и второго рода. Типы операций симметрии: конечные и бесконечные (пространственные). Простые операции симметрии (плоскость симметрии, ось симметрии, центр симметрии)
3. Взаимодействие (сложение) элементов симметрии. Взаимодействие двух плоскостей симметрии под углом α .
4. Пересечении двух осей второго порядка.
5. Пересечении четной оси симметрии и перпендикулярной ей плоскости.
6. Равнодействующей двух пересекающихся осей симметрии.
7. Вывод точечных групп симметрии. (Группы с одной осью симметрии.
8. Группы с осью симметрии и перпендикулярной ей осью второго порядка.
9. Группы, у которых вдоль оси проекции расположим инверсионные оси симметрии.
10. Группы симметрии с поворотной осью и перпендикулярной ей плоскостью симметрии.
11. Группы симметрии с поворотной осью и параллельной ей плоскостью симметрии.
12. Группы симметрии с инверсионной осью и параллельной ей плоскостью симметрии. Группы симметрии с поворотной осью и перпендикулярными и параллельными ей плоскостями
13. Предельные группы симметрии пространственных фигур (Группы Кюри). Их реализация в материальных пространственных фигурах. Полярные, аксиальные и энантиоморфные группы. Соподчинение предельных групп симметрии.
14. Симметрия структуры кристаллов. Сочетание трансляций с элементами симметрии. (Последовательное отражение в двух параллельных плоскостях симметрии..
15. Плоскость симметрии и перпендикулярная к ней трансляция с параметром t ..
16. Плоскость симметрии и трансляция t , составляющая с плоскостью угол α . Ось симметрии с углом поворота α и перпендикулярная к ней трансляция t .)
17. Пространственные группы симметрии. 230 пространственных групп симметрии (федоровских групп).
18. Эквивалентные позиции. Правильные системы точек. Общая правильная система точек. Частная правильная система точек.
19. Трансляционная симметрия кристаллов. Понятие пространственной решетки. Трансляционная группа.

20. Кристаллографические категории, системы и сингонии. Особенные направления в кристалле. Симметрически эквивалентные элементы симметрии. Высшая, средняя и низшая категории симметрии кристаллов.
21. Системы высшей, средней и низшей категорий симметрии кристаллов. Сингонии кристаллов высшей категории.
22. Параметры элементарной ячейки. Элементы симметрии. Сингонии кристаллов средней категории. Параметры элементарной ячейки. Элементы симметрии. Сингонии кристаллов низшей категории. Параметры элементарной ячейки.
23. Определение текстуры. Симметрия текстур. Предельные непрерывные точечные группы. Энантиоморфные модификации текстур. Типы текстур. Пластинчатые и игольчатые текстуры. Текстуры первого рода. Текстуры второго рода.

Разработчики:



доцент, к.ф.-м.н,
(занимаемая должность)

Г.А.Кузнецова
(инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики

Протокол № 5 от 21.02.2025 г.

Зав. кафедрой д.ф.-м.н.,



профессор

А.А. Гаврилюк

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.