



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра общей и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ
 Декан физического факультета
 _____ Н.М. Буднев
 «20» марта 2026 г.



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) 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 № 53 от «17» марта 2026 г.
 Председатель д.ф.-м.н., профессор
 _____ Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 7
 от «05» марта 2026 г.
 И.о. зав. кафедрой д.ф.-м.н.
 _____ В.П. Дресвянский

Иркутск 2026 г.

Содержание

	стр.
I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
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	6
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)	
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	12
а) перечень литературы	12
б) периодические издания	
в) список авторских методических разработок г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
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:	
VII. Образовательные технологии	13
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	14

I. Цели и задачи дисциплины (модуля):

Цель (цели):

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 седьмого семестра.

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.

Задачи:

изучить основные понятия кристаллофизики, базовые природные закономерности физических явлений, связанных с симметрией кристаллов и атомной структурой веществ.

показать взаимосвязь фундаментальных свойств кристаллов с симметрией их атомной структуры;

изучить физические методы исследования структуры кристаллических объектов; познакомиться с современными проблемами кристаллофизики, новейшими открытиями и достижениями в области кристаллофизики за последние годы.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина (модуль) «Кристаллофизика» входит в модуль Общая физика базовой части Б1.В.ДВ.4 профессионального цикла, относится к обязательной части программы по направлению 03.03.02 Физика. 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.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: общей и теоретической физикой; математическим анализом; физикой конденсированного состояния.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: выполнение курсовых и выпускных квалификационных работ

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций: «Способен использовать специализированные знания в области физики и физики конденсированного состояния для освоения профильных физических

дисциплин (ПК-1)» в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности) 03.03.02 «Физика»

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<p><i>ПК-1</i> Представление результатов профессиональной деятельности</p>	<p><i>ИДК ПК-1</i> способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</p>	<p>Знать: основные понятия, закономерности кристаллографии и кристаллофизики, основы геометрической кристаллографии, теории симметрии,</p> <p>Уметь: решать кристаллографические задачи, читать 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.</p>

		<p>Владеть:</p> <p>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.</p>
--	--	--

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов,

в том числе _____ часов на экзамен

в том числе 6 часов на зачет

Из них реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий часов

Из них 18 часов – практическая подготовка

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой _____

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

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Самостоятельно	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку (в часах)		
					Контактная работа преподавателя с обучающимися		
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Раздел 1. Основные понятия кристаллофизики.	6	4		1		
2	Раздел 2. Макро-микросимметрия кристаллов.	6	6		2		
3	Раздел 3. Симметрия кристаллических многогранников. Точечные группы симметрии. Предельные группы.	6	10	4	2	4	0,2
4	Раздел 4. Симметрия структуры. Решетки Бравэ. Пространственные группы симметрии	6	12	2	2	2	
5	Раздел 5. Матричное представление симметрических операций	6	16	4	2	4	0,2
6	Раздел 6. Принцип симметрии в кристаллофизике. Физические свойства идеальных кристаллов и симметрия.	6	18	4	2	4	0,2
7	Раздел 7. Физические свойства кристаллов, описываемые тензором первого ранга.	6	12	2	2	2	
8	Раздел 8. Физические свойства кристаллов, описываемые тензором второго ранга.	6	12	2	2	2	
9	Раздел 9. Основные методы исследования структуры кристаллов.	6	4		2		
10	Раздел 10. Основные несовершенства кристаллов	6	1		1		0,4

	зачет	6	6	18	18	18	1
	КСР	6	7				
ИТОГО:			10 8	18	18	18	1

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы (в том числе КСР) обучающихся по дисциплине

Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство
	Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Объем (час.)	
Раздел 1. Основные понятия кристаллофизики.	Работа с конспектом, литературой	2 неделя	3	Опрос
Раздел 2. Макро-микросимметрия кристаллов.	Работа с конспектом, литературой	4 неделя	4	Опрос
Раздел 3. Симметрия кристаллических многогранников. Точечные группы симметрии. Предельные группы.	Работа с конспектом, решение задач	6 неделя	8	Контрольное задание
Раздел 4. Симметрия структуры. Решетки Бравэ. Пространственные группы симметрии	Работа с конспектом, решение задач	8 неделя	8	Контрольное задание
Раздел 5. Матричное представление симметрических операций	Работа с конспектом, решение задач	10 неделя	10	Контрольное задание
Раздел 6. Принцип симметрии в кристаллофизике. Физические свойства идеальных кристаллов и симметрия.	Работа с конспектом, решение задач	12 неделя	10	Контрольное задание
Раздел 7. Физические свойства кристаллов, описываемые тензором первого ранга.	Работа с конспектом, литературой	16 неделя	8	
Раздел 8. Физические свойства кристаллов, описываемые тензором второго ранга.	Работа с конспектом, литературой	16 неделя	8	
Раздел 9. Основные методы исследования структуры кристаллов.	Работа с конспектом, литературой	18 неделя	2	
Раздел 10. Основные несовершенства кристаллов	Работа с конспектом, литературой	18 неделя		
Итого объем самостоятельной работы по дисциплине (час)			61	

4.3. Содержание учебного материала

Раздел 1. Основные понятия кристаллофизики. Кристаллография и кристаллофизика, их место в системе наук, изучающих твердые тела. Кристаллы, квазикристаллы и аморфные тела. Кристаллы и квазикристаллы и аморфные тела.

Раздел 2. Макро-микросимметрия кристаллов. Симметрия, периодичность и закономерность структуры - основные характеристики кристаллического состояния вещества.

Раздел 3. Симметрия кристаллических многогранников. Взаимодействие элементов симметрии. Точечные группы симметрии. Вывод 32 точечных групп. Предельные группы Кюри.

Раздел 4. Симметрия структуры. Решетки Бравэ. Кристаллографические категории, сингонии и системы осей координат. Пространственные группы симметрии.

Раздел 5. Матричное представление симметрических операций. Преобразование осей кристаллофизической системы координат, компонент вектора и координат точки.

Раздел 6. Принцип симметрии в кристаллофизике. Физические свойства идеальных кристаллов и симметрия. . Основной закон кристаллофизики (принцип Неймана).

Принцип суперпозиции симметрии (принцип Кюри).

Раздел 7. Физические свойства кристаллов, описываемые тензором первого ранга. Прямой пьезоэлектрический эффект в кристаллах. Ограничения, налагаемые симметрией кристалла.

Обратный пьезоэлектрический эффект. Применение прямого и обратного пьезоэффектов.

Раздел 8. Физические свойства кристаллов, описываемые тензором второго ранга. Симметрия полярных тензоров второго ранга. Характеристическая поверхность второго порядка для тензора второго ранга, ее геометрические образы и симметрия. Группы симметрии полярных тензоров второго ранга. Тензоры диэлектрической проницаемости и непроницаемости кристаллов. Описание распространения света в анизотропных кристаллах с помощью оптических индикатрис. Тензоры механических напряжений и деформаций как примеры полевых симметричных тензоров второго ранга

Раздел 9. Основные методы исследования структуры кристаллов. Дифракция рентгеновских (электронных) лучей в кристаллах. Интенсивность дифракционных максимумов. Правила погасаний (непогасаний). Основные методы рентгеноструктурного анализа. Другие методы исследования структуры кристаллов. Электронография. Электронная микроскопия.

Раздел 10. Основные несовершенства кристаллов. Дефекты кристаллической структуры. Основные типы несовершенств. Методы наблюдений. Квазикристаллы. Жидкие кристаллы.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Объем (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7

1	3	Взаимодействие элементов симметрии . Решение графических задач.	10	4	опрос, контрольное задание	ПК-1
2	4	Симметрия структуры. Решение задач	12	2	опрос, контрольное задание	ПК-1
3	5	Матричное представление симметрических операций Решение задач	16	4	опрос, контрольное задание	ПК-1
4 ...	6	Принцип суперпозиции симметрии (принцип Кюри) Решение задач	18	4	опрос, контрольное задание	ПК-1
6	7	Ограничения, налагаемые симметрией кристалла на их физические свойства	12	2	опрос, контрольное задание	ПК-1
7	8	.Симметрия полярных тензоров второго ранга. Группы симметрии полярных тензоров второго ранга.	12	2	опрос, контрольное задание	ПК-1

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

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Основные понятия кристаллофизики.	Домашний конспект	ПК-1	ИДК _{ПК-1}
2	Макро-микросимметрия кристаллов.	Домашний конспект	ПК-1	ИДК _{ПК-1}
3	Симметрия кристаллических	Решение задач по данной	ПК-1	ИДК _{ПК-1}

	многогранников. Точечные группы симметрии. Предельные группы.	теме.		
4	Симметрия структуры. Решетки Бравэ. Пространственные группы симметрии	Решение задач по данной теме.	ПК-1	ИДК _{ПК-1}
5	Матричное представление симметрических операций	Решение задач по данной теме.	ПК-1	ИДК _{ПК-1}
6	Принцип симметрии в кристаллофизике. Физические свойства идеальных кристаллов и симметрия.	Решение задач по данной теме.	ПК-1	ИДК _{ПК-1}
7	Физические свойства кристаллов, описываемые тензором первого ранга.	Домашний конспект	ПК-1	ИДК _{ПК-1}
8	Физические свойства кристаллов, описываемые тензором второго ранга.	Решение задач по данной теме.	ПК-1	ИДК _{ПК-1}
9	<i>Раздел 9.</i> Основные методы исследования структуры кристаллов.	Работа с литературой. Подготовка отчета по теме	ПК-1	ИДК _{ПК-1}
10	<i>Раздел 10.</i> Основные несовершенства кристаллов	Работа с литературой. Подготовка отчета по теме	ПК-1	ИДК _{ПК-1}

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, самостоятельной 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. Элементы симметрии кристаллических многогранников. Точечные группы симметрии. Предельные группы Кюри.
2. Символы узлов (точек), рядов (направлений) и граней (плоскостей) в кристаллическом многограннике. Индексы Миллера для плоскости.
3. Структура кристаллов и кристаллическая решетка. Типы ячеек Бравэ.
4. Элементы симметрии кристаллических структур. Пространственные группы симметрии.
5. Обратная решетка, её значение для кристаллографии и физики твердого тела.
6. Физические свойства идеальных кристаллов и их симметрия. Принцип Неймана.
7. Физические свойства кристаллов и их симметрия. Принцип суперпозиции симметрии (принцип Кюри).
8. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты в кристаллах.
9. Типы связей в кристаллах.
10. Механические свойства кристаллов.
11. Оптические свойства кристаллов
12. Электрические и диэлектрические свойства кристаллов.
13. Дифракционные эффекты в кристаллах.
14. Основные методы структурного анализа.
15. Элементы макро- и микросимметрии кристаллов.

16. ТЕРМОВЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) перечень литературы

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. *Сверено с ГИБ ИГУ* Задачник по кристаллофизике. Учебное пособие. Наука, Главная редакция физ-мат литературы,1982.-287 с. (2экз.)

б) дополнительная литература:

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

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы _____

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.

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.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации компетентного 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 «Кристаллофизика» 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

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

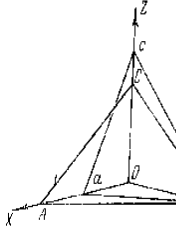
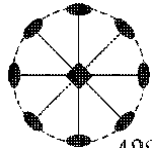
№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	2	3	4
1	тест	1-10	ПК-1
2	Контрольные задачи	1,4,,5,6,8	ПК-1
3	зачет	Все темы	ПК-1

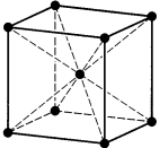
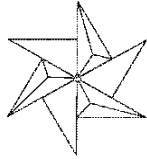
Варианты тестов

Вариант 1-1

04 №	Вопрос	Варианты ответов		
	Какое утверждение ошибочно		Кристаллография изучает многообразие кристаллов,	
			Кристаллография выявляет признаки единства (законы) в многообразии кристаллов	
			Кристаллография изучает протекающие в кристаллах явления	
			Кристаллография изучает законы движения частиц кристалла	
			Кристаллография изучает взаимодействие кристалла со средой	
1	Какие утверждения верны?	1	Кристалл вырастает в форме симметричного правильного многогранника вследствие анизотропии скорости роста кристалла.	2
		2	Кристалл вырастает в форме симметричного правильного многогранника вследствие того, что грани кристаллического многогранника соответствуют атомным плоским сеткам в структуре кристалла.	

		3	Кристалл вырастает в форме симметричного правильного многогранника вследствие симметрии окружающей среды.	
1	Элементы симметрии второго рода – это ... ?..		Поворотная ось третьего порядка Поворотная ось четвертого порядка Поворотная ось шестого порядка Зеркальная плоскость Центр инверсии	5
1	Какие утверждения верны?		В кристалле вследствие их трехмерно-периодического строения возможны поворотные или инверсионные оси лишь первого, второго, третьего, четвертого и шестого порядков Единичными направлениями в кристалле называются направления, которое невозможно воспроизвести никакой операцией симметрии Во всех кристаллах, принадлежащих к одной полиморфной модификации данного вещества, при одинаковых условиях углы между соответствующими гранями (и ребрами) постоянны Плоскость симметрии (m) делит фигуру на две зеркально равные части, Симметрическое преобразование в центре симметрии — это отражение в точке.	2 3 4 5
1	Число единичных направлений равно 0 только в кристаллах .. ?.. сингонии		триклинной моноклинной Ромбической Тригональной Тетрагональной Гексагональной кубической	
1	Из указанных точечных групп к моноклинной сингонии относятся		$mm2$ $2/m$ 2 222 32	3
1	Какими элементами симметрии обладает фигура, состоящая из восьми одинаковых шаров, расположенных в вершинах тетрагональной призмы		$4,2,2,2,2, m, m, m, m, C$ $4,2,2,2,2, m, m, m, m, m,$ $4, m, m, m, m, m, C$ $4,2,2,2,2, m, m, m, m, m, C$ $4,2,2, m, m, m, m, m, C$	
1	В примитивную ячейку Бравэ входят...?.. атомов		один Два Три Четыре	
1			триклинной моноклинной Ромбической	

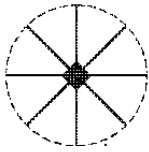
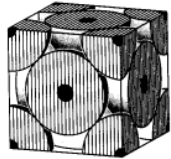
	<p>Параметры элементарной ячейки</p> <p>$a = b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$</p> <p>имеют кристаллы..</p> <p>?...сингонии</p>		<p>Тригональной</p> <p>Тетрагональной</p> <p>Гексагональной</p> <p>кубической</p>
1	<p>Какое утверждение ошибочно?</p> 	<p>В кристаллографии для определения положения грани в пространстве берется отношение целых чисел $\frac{OA}{Oa} : \frac{OB}{Ob} : \frac{OC}{Oc} = 8 : 4 : 3$</p> <p>В кристаллографии для определения положения грани в пространстве берется не прямое отношение целых чисел, а обратных им величин</p> <p>$\frac{1}{OA/Oa} : \frac{1}{OB/Ob} : \frac{1}{OC/Oc} = \frac{1}{8} : \frac{1}{4} : \frac{1}{3} = \frac{1}{8} : \frac{1}{4} : \frac{1}{3} =$</p> <p>$h:k:l=3:6:8$</p> <p>Чем больше отрезок, отсекаемый гранью на оси по сравнению с единичным, тем меньше индекс;</p> <p>Грань, параллельная одной из координатных осей, имеет в символе по этой оси ноль</p>	
01	<p>Какое утверждение верно?</p> 	<p>На рисунке изображена стереографическая проекция группы 422</p> <p>На рисунке изображена стереографическая проекция группы 4/mmm</p> <p>На рисунке изображена стереографическая проекция группы 32</p> <p>На рисунке изображена стереографическая проекция группы 4mm</p> <p>На рисунке изображена стереографическая проекция группы mmm</p>	
11	<p>Квадратичная формула для кристаллов ?...сингонии.имеет вид</p> $\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2 + k^2 + l^2}{a^2}$	<p>триклинной</p> <p>моноклинной</p> <p>Ромбической</p> <p>Тригональной</p> <p>Тетрагональной</p> <p>Гексагональной</p> <p>кубической</p>	
21			<p>объемноцентрированная</p>

		На рисунку изображена элементарная ..?..ячейка	гранецентрированная
31	Какое утверждение верно? 	Фигура на рисунке обладает осью третьего порядка	
		Фигура на рисунке обладает центром симметрии	
		Фигура на рисунке обладает инверсионной осью третьего порядка	
		Фигура на рисунке обладает инверсионной осью шестого порядка	

Вариант 1-2

04 №	ос	Вопр	Варианты ответов
		Какое утверждение ошибочно	Кристаллография исследует свойства и строение (структуру) кристаллов, и кристаллических агрегатов,
			Кристаллография изучает взаимодействие кристалла со средой
			Кристаллография не изучает протекающие в кристаллах явления
			Кристаллография изучает изменения, происходящие в кристаллах под воздействием различных физических факторов
			Кристаллография изучает протекающие в кристаллах явления
2		Плоскостям, составленным из материальных частиц соответствуют...?..	Ребра кристалла
			Грани кристалла
			Узловые ряды
2		Какое утверждение ошибочно?	Преобразования первого рода сохраняют выбор осей системы координат
			К операциям симметрии первого рода относятся вращения вокруг осей симметрии 1, 2, 3, 4 и 6
			При преобразованиях первого рода правая система координат после преобразования остается правой, левая - левой.
			При преобразованиях первого рода правая система координат переходит в левую систему координат, а левая - в правую.
			При преобразованиях второго рода правая система координат переходит в левую систему координат, а левая - в правую

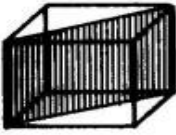
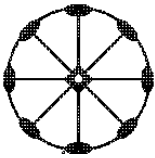
2	Какое утверждение ошибочно?		В кристалле вследствие их трехмерно-периодического строения невозможны поворотные или инверсионные оси пятого, седьмого или более высокого порядка	
			$\bar{2} = m$	
			Единичными направлениями в кристалле называются направления, не имеющие аналогов	
			Результатом пересечения поворотной оси четного порядка и перпендикулярной ей зеркальной плоскости симметрии является ось 2	
			В кристаллах тетрагональной сингонии единственное единичное направление совпадает с поворотной осью четвертого порядка	
2	Кристалл, имеющий форму куба, принадлежит к точечной группе		23	
			$m\bar{3}$	
			$\bar{4}3m$	
			432	
			$m\bar{3}m$	
2	Какой будет координация атомов А атомами В, если базис структуры: А: 000, $\frac{1}{2} \frac{1}{2} 0$; $0 \frac{1}{2} \frac{1}{2}$; $\frac{1}{2} 0 \frac{1}{2}$; В: $0 \frac{1}{2} 0$; $0 0 \frac{1}{2}$; $\frac{1}{2} 0 0$; $\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}$.		3	
			4	
			6	
			8	
			12	
2	Каков тип решетки Бравэ структуры с базисом: $0 \frac{1}{2} 0$; $\frac{1}{2} 0 \frac{1}{2}$		примитивная	
			базоцентрированная	
			гранцентрированная	
			объемноцентрированная	
2	Какие утверждения верны?		Точечные группы симметрии, в которые входят бесконечные оси симметрии, называются предельными группами симметрии или группами Кюри.	2
			Предельная группа ∞ является полярной и энантиоморфна.	3
			Предельная группа ∞t является полярной но не энантиоморфна.	4
			Предельная группа ∞/m является неполярной но энантиоморфна.	5
			Предельная группа ∞/m является аксиальной но энантиоморфна.	
2	Параметры элементарной ячейки $a \neq b \neq c, \alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$ имеют кристаллы.. ?...сингонии		триклинной	
			моноклинной	
			Ромбической	
			Тригональной	
			Тетрагональной	
			Гексагональной	
	кубической			

2	Какие утверждения верны?	Если грань пересекает только одну координатную ось (например Z) и параллельна двум другим - X и Y, ее символ имеет вид (001);	2 3 4 5	
		Грань, пересекающая только ось Y, имеет символ (010),		
		Грань, пересекающая только ось X –имеет символ (100);		
		$h:k:l = \frac{1}{p} : \frac{1}{q} : \frac{1}{r} = \frac{a_c}{a} : \frac{b_c}{b} : \frac{c_c}{c}$		
		Для произвольной грани (pqr)=(136), символы Миллера (hkl)=(621),		
02	Какое утверждение верно?		На рисунке изображена стереографическая проекция группы 422	
			На рисунке изображена стереографическая проекция группы 4/mmm	
			На рисунке изображена стереографическая проекция группы 32	
			На рисунке изображена стереографическая проекция группы 4mm	
			На рисунке изображена стереографическая проекция группы mmm	
12	Квадратичная формула для кристаллов ?...сингонии.имеет вид	$\frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2}{a^2 \sin^2 \beta} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2 \sin^2 \beta} + \frac{2hl \cdot \cos \beta}{ac \sin^2 \beta}$	триклинной	
			моноклинной	
			Ромбической	
			Тригональной	
			Тетрагональной	
			Гексагональной	
			кубической	
22		На рисунку изображена элементарная ..?.ячейка	объемноцентрированная	
			гранцентрированная	

Вариант 1-3

04 №	ос	Вопр	Варианты ответов	
------	----	------	------------------	--

	Какое утверждение ошибочно		Расстояния между частицами в пространственной решетке по разным направлениям различны
			Физические константы кристаллов по различным направлениям имеют разные значения.
			Силы, связывающие частицы, по разным направлениям, имеют различную энергию
			Два участка кристалла одинаковой формы и одинаковой ориентировки одинаковы по своим свойствам.
			Физические константы кристаллов по различным направлениям имеют разные значения.
3	Рядом материальных частиц соответствуют...?..		Ребра кристалла
			Грани кристалла
			Узловые ряды
3	Какие повороты кристалла, имеющего ось шестого порядка, возможны,		На $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 150^\circ, 270^\circ, 330^\circ$
			На $60^\circ, 120^\circ, 180^\circ, 240^\circ, 300^\circ, 360^\circ$
			На $90^\circ, 180^\circ, 270^\circ, 360^\circ$
			На $180^\circ, 360^\circ$
			На $120^\circ, 240^\circ, 360^\circ$
3	Какое утверждение не верно?		Независимые элементы симметрии: $1, 2, 3, 4, 6, \bar{1}, \bar{2}(m), \bar{3}, \bar{4}, \bar{6}$.
			При наличии в кристалле оси симметрии первого порядка совершается операция отождествления
			Самой симметричной геометрической фигурой является куб:
			Самой симметричной геометрической фигурой является шар.
			Через каждый диаметр шара проходит ось бесконечного порядка
3	Кристалл, имеющий форму квадратной призмы, принадлежит к точечной группе		4
			$4/m$
			$4mm$
			422
			$4/mmm$
3	Какой будет координация атомов А атомами В, если базис структуры: А: $000, \frac{1}{2} \frac{1}{2} 0; 0 \frac{1}{2} \frac{1}{2}; \frac{1}{2} 0 \frac{1}{2}$; В: $0 \frac{1}{2} 0; 0 0 \frac{1}{2}; \frac{1}{2} 0 0; \frac{1}{2} \frac{1}{2}$.		3
			4
			6
			8
			12
3	Каков тип решетки Бравэ структуры с базисом: $\frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{3}{4}; \frac{1}{4} \frac{3}{4} \frac{1}{4}; \frac{3}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4}; \frac{3}{4} \frac{3}{4} \frac{3}{4}$.		примитивная
			базоцентрированная
			гранецентрированная
			объемноцентрированная
3	Какое утверждение ошибочно?		Предельная группа $\infty/2$ является аксиальной.
			Предельная группа ∞/m не имеет центра симметрии.

			В предельной группе ∞/∞ все оси закручены как винты.
			В предельной группе $\infty/\infty m$ бесконечное количество осей ∞ , пересекающихся в центре шара
			Самой высокой симметрией обладает изотропный шар
3	<p>Параметры элементарной ячейки $a = b = c, \alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$ имеют кристаллы.. ?...сингонии</p>		<p>триклинной</p> <p>моноклинной</p> <p>Ромбической</p> <p>Тригональной</p> <p>Тетрагональной</p> <p>Гексагональной</p> <p>кубической</p>
3	<p>Какое утверждение верно?</p> 		<p>Индексы изображенной плоскости (111)</p> <p>Индексы изображенной плоскости (101)</p> <p>Индексы изображенной плоскости (111)</p> <p>Индексы изображенной плоскости (011)</p> <p>Индексы изображенной плоскости (110)</p>
03	<p>Какое утверждение верно?</p> 		<p>На рисунке изображена стереографическая проекция группы 422</p> <p>На рисунке изображена стереографическая проекция группы $4/m\bar{3}m$</p> <p>На рисунке изображена стереографическая проекция группы 32</p> <p>На рисунке изображена стереографическая проекция группы $4mm$</p> <p>На рисунке изображена стереографическая проекция группы $m\bar{3}m$</p>
13	<p>Какое утверждение ошибочно?</p>		<p>Чередование слоев для кубической плотной упаковки можно записать так : ABCABC,</p> <p>Чередование слоев для кубической плотной упаковки можно записать так : ABABAB...,</p> <p>Коэффициент компактности равен $k = n \cdot v_w / V_{яч}$,</p>
23	<p>Какое утверждение верно?</p>		<p>Фигура на рисунке обладает плоскостью симметрии</p> <p>Фигура на рисунке обладает центром симметрии</p>

	Фигура на рисунке обладает инверсионной осью первого порядка
	Фигура на рисунке обладает инверсионной осью второго порядка

Примерный список вопросов и упражнений к зачету

1. Элементы макро- и микросимметрии кристаллов.
2. Элементы симметрии кристаллических многогранников и их взаимодействие.
3. 32 точечные группы симметрии. Вывод.
4. Структура кристаллов и кристаллическая решетка. Типы ячеек Бравэ. Категории, системы, сингонии.
5. Элементы симметрии кристаллических структур. Пространственные группы симметрии.
6. Трансляция. 230 пространственных групп симметрии
7. Основные типы кристаллических структур.
8. Символы узлов (точек), рядов (направлений) и граней (плоскостей) в кристаллическом многограннике. Индексы Миллера для плоскости.
9. Обратная решетка, её значение для кристаллографии и физики твердого тела.
10. Матричные представления симметричных преобразований.
11. Физические свойства идеальных кристаллов и их симметрия. Принцип Неймана.
12. Физические свойства кристаллов и их симметрия. Принцип суперпозиции симметрии (принцип Кюри).
13. Симметрия физических явлений.
14. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты в кристаллах.
15. Типы связей в кристаллах.
16. Механические свойства кристаллов.
17. Оптические свойства кристаллов
18. Электрические и диэлектрические свойства кристаллов.
19. Дифракционные эффекты в кристаллах.
20. Основные методы структурного анализа.
21. Тепловые свойства кристаллов.
22. Жидкие кристаллы.

Разработчики:

(подпись)

доцент
(занимаемая должность)

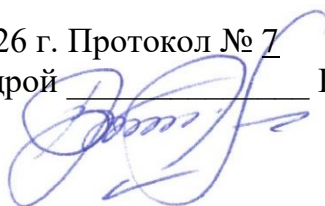
Г.А. Кузнецова
(Ф.И.О.)

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

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики ИГУ

«05» марта 2026 г. Протокол № 7

И.о. зав. кафедрой _____ В.П. Дресвянский



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