

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор



Т.А. Хагуров

2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.03 СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ И АМОРФНЫХ СТРУКТУР

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность (профиль) Физика конденсированного состояния (теория,  
эксперимент и дидактика)

Программа подготовки академическая магистратура

Форма обучения очная

Квалификация выпускника магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 Строение и свойства кристаллических и аморфных структур составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.04.02 «Физика конденсированного состояния (теория, эксперимент и дидактика)».

Программу составил:

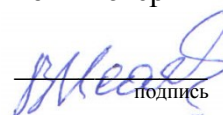
В. А. Исаев, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий,  
доктор физ.-мат. наук, доцент



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03 Строение и свойства кристаллических и аморфных структур утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий протокол № 10 «16» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Исаев В.А.

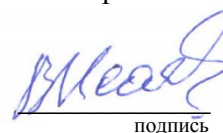


подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

протокол № 10 «16» апреля 2020 г.

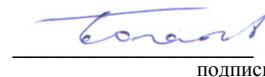
Заведующий кафедрой (выпускающей) Исаев В.А.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 9 «20» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Г.Ф. Копытов заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий КубГУ  
доктор физико-математических наук профессор

Л.Р. Григорьян генеральный директор ООО НПФ «Мезон»  
кандидат физико-математических наук

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Учебная дисциплина «Строение и свойства кристаллических и аморфных структур» ставит своей целью изучение свойств кристаллических и аморфных тел с помощью современной аппаратуры и информационных технологий, закономерностей, возникающих при фазовых переходах, знакомство с основными явлениями, сопровождающими фазовые переходы, причинами, вызывающими эти явления, параметрами, характеризующими фазовые переходы и моделями, применяемыми для их описания.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

- получение систематизированного представления о связи физических свойств кристаллов с их внутренним строением на основании новейшего российского и зарубежного опыта;
- освоение математического описания анизотропных свойств и особенностей их измерения;
- знание закономерностей изменения свойств кристаллов под влиянием внешних воздействий;
- овладение навыками кристаллофизических расчетов.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Строение и свойства кристаллических и аморфных структур» относится к вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана 03.04.02 Физика направленности «Физика конденсированного состояния вещества» и ориентирована при подготовке магистрантов на изучение свойств кристаллических и аморфных тел, приобретение умений и навыков кристаллофизических расчетов. Дисциплина находится в логической и содержательно-методологической взаимосвязи с другими частями ООП и базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Кристаллофизика», «Кристаллография». Для успешного овладения материалом курса необходимы знания из курсов «Термодинамика, статистическая физика», «Оптика», «Кристаллофизика». Знания, полученные в процессе обучения, необходимы для успешного прохождения производственной и преддипломной практики.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональной компетенции (ПК-1)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информации	основные принципы работы активных и нелинейных кристаллов; закономерности установления фазовых равновесий в гетерогенных системах; основные законы, идеи и принципы строения и	под руководством исследователей работать на стендах для оптических исследований материалов; осмысливать и интерпретировать основные положения теории роста кристаллов, оценивать порядки физических	четкими представлениями о современных научных концепциях современного материаловедения

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		онных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	свойств кристаллических и аморфных тел, их становление и развитие в исторической последовательности, их математическое описание, их экспериментальное исследование и практическое использование	величин, использовать полученные знания в различных областях физической науки и техники	

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		2	3		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>84,5</b>	<b>52,2</b>	<b>32,3</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>68</b>	<b>36</b>	<b>32</b>		
Занятия лекционного типа	28	12	16		
Лабораторные занятия	40	24	16		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-		
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>16,5</b>	<b>16,2</b>	<b>0,3</b>		
Курсовые работы и проекты (КРП)	16	16	-		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,2	0,3		
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>23,8</b>	<b>19,8</b>	<b>4</b>		
Проработка учебного (теоретического) материала	15,8	15,8	-		
Подготовка к текущему контролю	8	4	4		
<b>Контроль:</b>	<b>35,7</b>	<b>-</b>	<b>35,7</b>		
Подготовка к экзамену	35,7	-	35,7		
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>84,5</b>	<b>52,2</b>	<b>32,3</b>	
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	

1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы теории кристаллического состояния	9	2	-	4	3
2.	Геометрические свойства кристаллической решетки	9	2	-	4	3
3.	Обратная решетка	9	2	-	4	3
4.	Точечная и трансляционная симметрия кристаллов	9	2	-	4	3
5.	Пространственные (федоровские) группы	9,9	2	-	4	3,9
6.	Элементы кристаллохимии	9,9	2	-	4	3,9
	<i>Итого по дисциплине:</i>		12	-	24	19,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

#### Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
7.	Структурный тип	4	2	-	2	-
8.	Неупорядоченные системы	4	2	-	2	-
9.	Технология получения аморфного состояния тел	6	3	-	3	-
10.	Структура аморфного состояния	6	3	-	3	-
11.	Электронные состояния аморфных сред	6	3	-	3	-
12.	Электронный транспорт и оптические свойства аморфных сред	10	3	-	3	4
	<i>Итого по дисциплине:</i>		16	-	16	4

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

### 2.3 Содержание разделов дисциплины:

#### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы теории кристаллического состояния	Введение. Кристаллические и аморфные тела. Моно- и поликристаллы. Идеальные и реальные кристаллы. Опытные законы кристаллографии. Пространственная решетка. Узел, одномерная, двумерная, пространственная решетка. Семейства прямых и плоскостей. Период идентичности. Межплоскостные расстояния. Элементарная ячейка. Параметры ячейки.	Вопросы для дискуссии
2.	Геометрические свойства кристаллической решетки	Аналитическое описание геометрических элементов кристалла. Индексы точек, прямых, плоскостей. Континуум и дисконтинуум. Соотношения между индексами точек, прямых, плоскостей. Зоны. Вычисление периода идентичности, элементарного объема, углов между направлениями и плоскостями, межплоскостных расстояний.	Вопросы для дискуссии
3.	Обратная решетка	Понятие об обратной решетке, соотношения между	Вопросы для

		прямой и обратной решетками. Проективное изображение кристаллов. Кристаллографические проекции (сферическая, стереографическая, гномостереографическая).	дискуссии
4.	Точечная и трансляционная симметрия кристаллов	Элементы симметрии. Трансляция. Поворот. Отражение. Инверсия. Совместимость элементов симметрии. Обозначения, символика Шенфлиса и интернациональная. Составные элементы симметрии. Сингонии, преобразование координат. Элементарная и примитивная ячейки.	Вопросы для дискуссии
5.	Пространственные (федоровские) группы	Классы симметрии. Сложение элементов симметрии. Вывод классов симметрии. Симметрия дисконтинуума. Решетки Браве. Винтовые оси и плоскости скользящего отражения. Пространственные группы, номенклатура. Роль пространственной группы в описании и определении структур. Понятие об антисимметрии.	Вопросы для дискуссии
6.	Элементы кристаллохимии	Элементы кристаллохимии. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений. Координационное число. Атомный и ионный радиус. Пустоты в плотнейших упаковках.	Вопросы для дискуссии
7.	Структурный тип	Понятие о структурном типе. Структуры магнетиков. Железо, кобальт, никель. Редкоземельные металлы. Интерметаллиды. Ферриты. Кристаллическая и магнитная структура. Подрешетки. Методы определения структуры и ориентации монокристаллов.	Вопросы для дискуссии
8.	Неупорядоченные системы	Микроскопические и термодинамические аспекты классификации неупорядоченных систем. Виды неупорядоченных систем. Способы классификации неупорядоченных систем.	Вопросы для дискуссии
9.	Технология получения аморфного состояния тел	Аморфное и стеклообразное состояние. Технологические методы получения неупорядоченных полупроводников. Синтез стеклообразных полупроводников. Технологии получения аморфного гидрогенизированного кремния. Аморфизация кристаллических тел путем воздействия высокоэнергетических излучений.	Вопросы для дискуссии
10.	Структура аморфного состояния	Атомная структура неупорядоченных систем. Понятие дальнего и среднего порядка. Методы исследования структуры. Результаты исследований конкретных неупорядоченных полупроводников.	Вопросы для дискуссии
11.	Электронные состояния аморфных сред	Электронные состояния, оптические свойства и транспорт носителей в неупорядоченных системах. Особенности структуры и модели энергетических зон.	Вопросы для дискуссии
12.	Электронный транспорт и оптические свойства аморфных сред	Электрофизические свойства неупорядоченных сред. Общие представления о механизмах проводимости. Оптические и фотоэлектрические свойства. Способы управления свойствами неупорядоченных сред. Проблемы легирования.	Вопросы для дискуссии

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основы теории кристаллического состояния	Гониометрия и проекция монокристаллов. Закон постоянства граничных углов.	Отчет по лабораторной работе
2	Геометрические свойства кристаллической решетки	Решение кристаллографических задач на сетке Вульфа.	Отчет по лабораторной работе
3	Обратная решетка	Определение элементов симметрии на моделях кристаллов.	Отчет по лабораторной работе
4	Точечная и трансляционная симметрия кристаллов	Кристаллографические символы плоскостей.	Отчет по лабораторной работе
5	Пространственные (федоровские) группы	Пространственные группы.	Отчет по лабораторной работе
6	Структурный тип	Изучение некоторых структурных типов.	Отчет по лабораторной работе
7	Структурный тип	Диагностические свойства минералов.	Отчет по лабораторной работе
8	Технология получения аморфного состояния тел	Структура аморфного состояния.	Отчет по лабораторной работе

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

1. Аморфные полупроводники (металлы) и их свойства.
2. Рост кристаллов из жидкой фазы.
3. Дефекты кристаллов из жидкой (паровой) фазы.
4. Дислокации в кристаллах.
5. Механизмы роста кристаллов.
6. Влияние дислокаций на электрофизические свойства твердых тел
7. Стехиометрические дефекты в соединениях  $A_3B_5$  ( $A_2B_6$ ).

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проработка учебного (теоретического) материала	Методические указания по организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы, утвержденные кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий, протокол № 9 от «14» марта 2017г.

2.	Подготовка к текущему контролю	
----	--------------------------------	--

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

### **3. Образовательные технологии.**

При реализации учебной работы по освоению курса «Строение и свойства кристаллических и аморфных структур» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- дискуссия.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу магистрантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

#### *Дискуссия*

Она является одной из важнейших форм образовательной деятельности, стимулирующей инициативность учащихся. Учебный материал в ходе дискуссии усваивается за счет:

- обмена информацией между участниками;
- разных подходов к одному и тому же предмету;
- сосуществования различных, вплоть до взаимоисключающих, точек зрения;
- возможности критиковать и даже отвергать любое мнение;
- поиска группового соглашения в виде общего мнения или решения.

Задача дискуссии – коллективно, с разных точек зрения, под разными углами обсудить и исследовать спорные моменты. Основные правила ведения дискуссии:

- нельзя критиковать людей, только их идеи;
- цель дискуссии не в определении победителя, а в консенсусе;
- все участники должны быть вовлечены в дискуссию;
- выступления должны проходить организованно, с разрешения ведущего, перепалка недопустима;
- каждый участник должен иметь право и возможность высказаться;
- обсуждению подлежат все позиции; – в процессе дискуссии участники могут изменить свою позицию;
- строить аргументацию необходимо на бесспорных фактах;
- в заключение всегда должны подводиться итоги.

По ходу дискуссии преподаватель должен следить, чтобы слишком эмоциональные и разговорчивые учащиеся не подменили тему, и чтобы критика позиций друг друга была обоснованной. Соединение работы в группах с решением проблемной ситуации создает наиболее эффективные условия для обмена знаниями, идеями и мнениями, обеспечивает всесторонний анализ и обоснованный выбор решения той или иной темы. Студенты овладевают ораторскими умениями, искусством ведения полемики, что само по себе вносит важный вклад в их личностное развитие.



#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

В фонд оценочных средств для проведения текущего контроля по дисциплине «Строение и свойства кристаллических и аморфных структур» входят:

- вопросы и темы для дискуссии;
- контрольные вопросы по лабораторным работам;
- вопросы для подготовки к зачету.

Образец заданий для лабораторной работы (ЛР) для проведения текущего контроля знаний по дисциплине «Строение и свойства кристаллических и аморфных структур»:

##### ЛР по теме 1

1. Что такое габитус кристалла?
2. Сформулируйте закон постоянства граничных углов.
3. Какой принцип работы отражательного гониометра? Какие углы он измеряет?
4. В чем преимущество использования гониометра Федорова?
5. Как производится построение стереографической проекции?
6. Какими координатами задается на стереографической сетке положение полюса грани кристалла?

##### **Вопросы и темы для дискуссии.**

1. В чем состоят особенности структуры основных видов конденсированных сред: кристаллических твердых тел, жидких кристаллов, аморфных твердых тел?
2. Чем отличаются друг от друга реальные и идеальные кристаллы?
3. Перечислите основные опытные законы кристаллографии.
4. Что представляет собой пространственные решетки кристаллов? Перечислите ее свойства.
5. Что такое решетка Бравэ, базис, элементарная решетка кристалла?
6. Перечислите типы связей в твердых телах. Чем они отличаются друг от друга?
7. Трансляционная симметрия и симметрия направлений, типы решеток, ячейка Вигнера-Зейтца.
8. Сформулируйте основной закон симметрии кристаллов. Как доказать данный закон?
9. Перечислите основные элементы симметрии кристаллов. Какая символика на ваш взгляд самая удобная?
10. Обратная решетка кристаллов, первая зона Бриллюэна.
11. Перечислите методы проецирования кристаллов. Какой метод, по вашему мнению, имеет преимущества?
12. Зачем используются сетки Вульфа при проецировании кристаллов? Перечислите задачи, решаемые с помощью сетки Вульфа.
13. В чем состоит роль пространственной группы в описании и определении структур?
14. Плотнейшие упаковки. ПГУ и ПКУ.
15. Пустоты плотнейших упаковок. Их положение в ПГУ и ПКУ.
16. Координационные числа и координационные многогранники.
17. Что такое изоморфизм, полиморфизм? Приведите примеры.
18. Что такое аллотропия и политипия. Приведите примеры.
19. Чем различаются структуры вюртцита и сфалерита?
20. Какие вы знаете методы определения структуры кристаллов? Какие у них преимущества и недостатки?
21. Виды неупорядоченных систем. Способы классификации неупорядоченных систем.
22. Назовите основные условия стеклообразования.
23. Назовите основные способы получения аморфных сплавов.
24. Что характеризует радиальная функция распределения?
25. Назовите основное отличие понятий "аморфное состояние" и "стеклообразное состояние".

26. Определите понятие структурной релаксации в АМС.
27. Охарактеризуйте виды магнитного порядка в АМС и их связь с характером обменного взаимодействия.
28. В чем заключается основное отличие зонной структуры аморфного полупроводника от его кристаллического аналога.
29. Электрофизические свойства неупорядоченных сред. Общие представления о механизмах проводимости.
30. Способы управления свойствами неупорядоченных сред. Проблемы легирования.

### **Контрольные вопросы к зачету.**

1. Геометрическая макрокристаллография (предмет изучения и основные понятия).
2. Геометрическая микрокристаллография (предмет изучения и основные понятия).
3. Кристаллогенезис (зарождение, механизмы роста и изменение кристаллов).
4. Механизмы роста кристаллов и их морфологические проявления.
5. Кристаллохимия и физическая кристаллография.
6. Облик и габитус кристаллов.
7. Плоскогранные, кривогранные и многогранные (блочные) кристаллы.
8. Скелетные и антискелетные кристаллы, причины образования.
9. Закономерные срастания кристаллов одного и того же вещества (автоэпитаксия).
10. Гетероэпитаксия.
11. Пространственные и кристаллические решетки.
12. Типы упорядоченности частиц в твердых веществах (ближний и дальний порядок). Кристаллические и аморфные тела.
13. Координатный репер и координатные системы в кристаллографии.
14. Свойства пространственных решеток. Элементарная ячейка.
15. Важнейшие свойства кристаллических веществ.
16. Закон постоянства граничных и реберных углов. Гониометрия.
17. Сферическая и стереографическая проекции: их связь и использование в кристаллографии.
18. Точечные элементы симметрии. Соотношение инверсионных и зеркально-поворотных осей симметрии.
19. Теоремы сложения точечных элементов симметрии.
20. Единичные и симметрично-равные направления в кристаллах разных сингоний.
21. Взаимоотношения единичных направлений с элементами симметрии (полярные и неполярные направления).
22. Вывод видов симметрии кристаллов, обладающих единичными направлениями. Формы общего положения.
23. Вывод видов симметрии кристаллов без единичных направлений. Формы общего положения.
24. Сингонии и категории.
25. Координатные плоскости и оси. Параметры граней.
26. Закон рациональности параметров (закон целых чисел).
27. Символы граней по Миллеру. Соотношение параметров и индексов символа грани.
28. Символы граней гексагональных и тригональных кристаллов (в установке Бравэ).
29. Символы рядов и ребер (для 3-координатных систем).
30. Формула Вейса. Решение задач с ее использованием. Следствие формулы Вейса (особенности символов притупляющих граней).
31. Закон Вейса (закон зон) и его следствия.
32. Следствия закона зон. Нахождение символа и положения возможных граней методом развития поясов. Развитие зон кристаллов кубической сингонии.
33. Соотношение параметров грани и индексов Миллера. Правило возрастания индексов.
34. Развитие зон кристаллов гексагональной и тригональной сингонии.
35. Международные обозначения видов симметрии (упрощенная символика по Герману–Могену).
36. Обозначения видов симметрии по Шенфлису (спектроскопическая символика).

37. Установка кристаллов кубической, тетрагональной и ромбической сингоний. Положение координатных осей и граней, единичных и двуединичных граней в этих сингониях (показать на стереографических проекциях).
38. Установка моноклинных и триклинных кристаллов. Положение координатных осей и граней, единичных и двуединичных граней этих сингоний (показать на стереографических проекциях).
39. Четырнадцать решеток Бравэ. Правила Бравэ при выборе элементарных ячеек. Международные символы пространственных решеток.
40. Подсчет числа узлов в разных типах решеток Бравэ и направления главных трансляций.
41. Правила выбора элементарных ячеек решетки Бравэ. Показать, что  $Cm3m=C4/mmm=P4/mmm$ ,  $F4/mmm=I4/mmm$  и  $F\bar{3}m=R\bar{3}m$ .
42. Правила Бравэ при выборе элементарных ячеек. Показать, что  $B2/m=P2/m$  и  $F2/m=C2/m$ .
43. Использование решеток Бравэ при описании структур простых и сложных веществ (показать на примере структур самородных меди и железа, алмаза и сфалерита). Физический смысл решеток Бравэ.
44. Трансляционные элементы симметрии.
45. Винтовые оси.
46. Плоскости скользящего отражения с координатными (a, b, c) и диагональными поступаниями (n, d).
47. Пространственные группы, взаимодействие пространственных элементов симметрии, основы вывода пространственных групп и расшифровка.
48. Изобразить пространственные группы  $Cmm2$ ,  $Ccc2$  и  $Cmc2_1$  (дать исходные элементы симметрии этих групп, размножить точки общего положения и назвать дополнительные  $P_t$ , секущие диагональную трансляцию). Дать символы идентичных групп (сводимых к перечисленным трем группам).
49. Плотнейшие упаковки. ПГУ и ПКУ.
50. Пустоты плотнейших упаковок. Их положение в ПГУ и ПКУ.
51. Координационные числа и координационные многогранники.

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

По дисциплине «Строение и свойства кристаллических и аморфных структур» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен (Э) в 3 семестре очной формы обучения.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН

1. Пространственная решетка. Семейства прямых и плоскостей
2. Индексы точек, прямых, плоскостей.
3. Обратная решетка, соотношения между прямой и обратной решетками.
4. Точечная и трансляционная симметрия кристаллов.
5. Составные элементы симметрии. Сингонии.
6. Классы симметрии. Сложение элементов симметрии. Вывод классов симметрии.
7. Винтовые оси и плоскости скользящего отражения. Пространственные группы, номенклатура
8. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений.
9. Координационное число. Атомный и ионный радиус.
10. Понятие о структурном типе.
11. Кристаллическая и магнитная структура. Подрешетки.
12. Неупорядоченные системы, их виды.
13. Технология получения аморфного состояния тел.
14. Структура аморфного состояния.
15. Электронные состояния аморфных сред.
16. Оптические свойства аморфных сред.

## Образец экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**Кубанский государственный университет**

Кафедра теоретической физики и компьютерных технологий

2019-2020 уч.год

Дисциплина «Строение и свойства кристаллических и аморфных структур»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Пространственная решетка. Семейства прямых и плоскостей.
2. Оптические свойства аморфных сред.

Зав. кафедрой  
теоретической физики  
и компьютерных технологий

В.А. Исаев

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

#### 5.1 Основная литература:

1) Гордиенко А.Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач / А.Б. Гордиенко, А.В. Кособуцкий, Д.В. Корабельников. - 2-е изд., доп. - Кемерово: Кемеровский государственный

университет, 2011. - 92 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232487>.

2) Созинов С.А. Структурные методы исследования кристаллов / С.А. Созинов, Л.В. Колесников. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - 108 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232740>.

### 5.2. Дополнительная литература:

1) Бойко С.В. Кристаллография и минералогия. Основные понятия / С.В. Бойко. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. - 212 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435663>.

2) Фазовые равновесия в однокомпонентных системах / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская и др. - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 93 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427849>.

3) Химические и физические процессы в неорганических материалах / Н.В. Борисова, Э.П. Суровой, Л.Н. Бугерко и др. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014. - Ч. 1. – 136 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278825>.

4) Гольдаде В.А. Физика конденсированного состояния / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук. - Минск: Белорусская наука, 2009. - 648 с. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93309>.

5) Синтез, структурные и спектральные свойства активных кристаллических материалов: монография. /В.А. Исаев // Краснодар: Кубанский гос. ун - т, 2015. - 173 с.

6) Исаев В.А., Лебедев В.А. Рост кристаллов. Фазовые равновесия. Учебное пособие. Краснодар. Кубан. Гос. ун-т, 2000. - 56 с.

7) Савельев И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 3. Молекулярная физика и термодинамика. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/706>.

### 5.3. Периодические издания:

1. Успехи физических наук;
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики;
3. Журнал физической химии;
4. Физика твердого тела.

## 6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

№ п/п	Ссылка	Пояснение
1.	<a href="http://www.book.ru">http://www.book.ru</a>	BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы. Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии.
2.	<a href="http://www.ibooks.ru">http://www.ibooks.ru</a>	Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.
3.	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>	Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг из коллекции издательства «Эльзевир», а также огромному числу журналов, опубликованных престижными научными сообществами. Полнотекстовая

		база данных ScienceDirect является непревзойденным Интернет-ресурсом научно-технической и медицинской информации и содержит 25% мирового рынка научных публикаций.
4.	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов. Непревзойденная поддержка в поиске научных публикаций и предоставлении ссылок на все вышедшие рефераты из обширного объема доступных статей. Возможность получения информации о том, сколько раз ссылались другие авторы на интересующую Вас статью, предоставляется список этих статей. Отслеживание своих публикаций с помощью авторских профилей, а также работы своих соавторов и соперников.
5.	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.
6.	<a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a>	«Электронная библиотека диссертаций» Российской Государственной Библиотеки (РГБ) в настоящее время содержит более 400 000 полных текстов наиболее часто запрашиваемых читателями диссертаций. Ежегодное оцифровывание от 25000 до 30000 диссертаций.

### 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Основной учебной работой студента является самостоятельная работа в течение всего срока обучения. Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с целями и задачами дисциплины и знаниями и умениями, приобретаемыми в процессе изучения. Далее следует проработать конспекты лекций, рассмотрев отдельные вопросы по предложенным источникам литературы. Все неясные вопросы по дисциплине студент может разрешить на консультациях, проводимых по расписанию. При подготовке к практическим занятиям студент в обязательном порядке изучает теоретический материал в соответствии с методическими указаниями.

### 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

#### 8.1 Перечень информационных технологий.

Не предусмотрено.

#### 8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Программный продукт	Договор/лицензия
Операционная система MS Windows 8, 10	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018
Интегрированное офисное приложение MS Office Professional Plus	№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510 от 06.11.2018

#### 8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://biblioclub.ru>.
2. Электронная библиотечная система издательства "Лань" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>.
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа; оснащение: комплект учебной мебели; доска учебная магнитно-маркерная; компьютерное оснащение ПЭВМ; средства тушения: огнетушитель 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №223С
2. 3.	Лабораторные занятия Курсовое проектирование	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа и курсового проектирования (выполнения курсовых работ) «Лаборатория структурного анализа»; оснащение: лазерная система на базе Nd:YAG лазера и параметрического генератора света для спектральной области 680-2500 нм, в том числе: Импульсный Nd:YAG лазер модели LO29-100; Параметрический генератор света модели LP 604; Генератор 2-ой гармоники модели LP 101; Стенд оптический. 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №123С  Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа и курсового проектирования (выполнения курсовых работ) «Лаборатория роста оптических сред»; оснащение: комплект учебной мебели; доска учебная магнитно-маркерная; компьютерное оснащение ПЭВМ.; ростовая установка для выращивания монокристаллов и твёрдых растворов по методу Чохральского с автоматизированным комплексным оборудованием; лазер на парах меди; монохроматор с регистрационным оборудованием и цифровым интерфейсом 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 131С
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций; оснащенность: комплект учебной мебели с учебными ПЭВМ; 1 ПЭВМ администратора (преподавательский); доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 212С, 207С
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации; оснащенность: комплект учебной мебели, доска учебная магнитно-маркерная 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №223С
6.	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы; оснащенность: комплект учебной мебели, компьютерное оснащение ПЭВМ с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 208С