

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет/Институт Физико-технический

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
качеству образования – первый  
проректор

подпись

Т.А. Хатуров  
«30» мая 2024г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.09 Структура и свойства кристаллических и аморфных структур

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки/специальность 03.04.02 Физика

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

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

*(наименование направленности (профиля) / специализации)*

Форма обучения Очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация Магистр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.В.09 Строение и свойства кристаллических и аморфных структур составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки/ специальности 03.04.02 Физика (Физика конденсированного состояния (теория, эксперимент и дидактика))

Программу составил:

В.А. Исаев, профессор кафедры теор. физики и комп. технологий, доктор физ.-мат. наук, профессор



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.09 Строение и свойства кристаллических и аморфных структур утверждена на заседании кафедры теоретической физики и компьютерных технологий протокол № 8 от «12» апреля 2024 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Лебедев К.А.

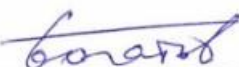


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 10 от «20» апреля 2024 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

В.А. Никитин, к.т.н., доцент кафедры оптоэлектроники

Л.Р. Григорян, 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 профиля «Физика конденсированного состояния вещества» и ориентирована при подготовке магистров 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 термодинамики, оптики, кристаллографии. 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 следующих компетенций (ПК-1, ПК-3):

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1 Способен проводить наблюдения и измерения в области физики конденсированного состояния, составлять их описания и формулировать выводы</b>	
Б1.В.07 Строение и свойства кристаллических и аморфных структур	<b>Знание</b> основных принципов работы активных и нелинейных кристаллов; закономерностей установления фазовых равновесий в гетерогенных системах; основных законов, идей и принципов строения и свойств кристаллических и аморфных тел, их становление и развитие в исторической последовательности, их математическое описание, их экспериментальное исследование и практическое использование. <b>Умение</b> под руководством исследователей работать на стендах для оптических исследований материалов; осмысливать и интерпретировать основные положения теории роста кристаллов, оценивать порядки физических величин, использовать полученные знания в различных областях физической науки и техники.

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
	<b>Владение</b> четкими представлениями о современных научных концепциях современного материаловедения.
<b>ПК-3 Способен проводить анализ и теоретическое обобщение научных данных в соответствии с задачами исследования</b>	
Б1.В.07 Строение и свойства кристаллических и аморфных структур	<b>Знание</b> современных методов обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.
	<b>Умение</b> пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.
	<b>Владение</b> способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований.

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице  
(для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			А	В		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>						
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>94</b>	-	<b>46</b>	<b>48</b>	-
Занятия лекционного типа		40	-	16	24	-
Лабораторные занятия		54	-	30	24	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
<b>КРП:</b>		<b>16</b>	-	<b>16</b>	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>		<b>0,5</b>	-	0,2	0,3	-
Контроль самостоятельной работы (КСР)		-	-	-	-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5	-	0,2	0,3	-
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>78,8</b>	-	<b>45,8</b>	<b>33</b>	-
Проработка учебного (теоретического) материала		60	-	35	25	-
Подготовка к текущему контролю		18,8	-	10,8	8	-
<b>Контроль:</b>		<b>26,7</b>	-	-	<b>26,7</b>	
Подготовка к экзамену		26,7	-	-	26,7	-
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>216</b>	-	<b>72</b>	<b>72</b>	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>94,5</b>	-	<b>45,3</b>	<b>49,2</b>	-
	<b>зач. ед</b>	<b>6</b>	-	<b>3</b>	<b>3</b>	-

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в А 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>	55,8	12	-	24	19,8

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

Разделы дисциплины, изучаемые в В 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>	36	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.	Интерактивная форма
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.	Интерактивная форма
3.	Обратная решетка	Понятие об обратной решетке, соотношения между прямой и обратной решетками. Проективное изображение кристаллов. Кристаллографические проекции (сферическая, стереографическая, гномостереографическая).	Интерактивная форма
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.	Интерактивная форма
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.	Интерактивная форма
6.	Элементы кристаллохимии	Элементы кристаллохимии. Решетки, как шаровые упаковки. Структуры элементов и соединений. Координационное число. Атомный и ионный радиус. Пустоты в плотнейших упаковках.	Интерактивная форма
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.	Интерактивная форма
8.	Неупорядоченные системы	Микроскопические и термодинамические аспекты классификации неупорядоченных систем. Виды	Интерактивная форма

		неупорядоченных систем. Способы классификации неупорядоченных систем.	
9.	Технология получения аморфного состояния тел	Аморфное и стеклообразное состояние. Технологические методы получения неупорядоченных полупроводников. Синтез стеклообразных полупроводников. Технологии получения аморфного гидrogenизированного кремния. Амorfизация кристаллических тел путем воздействия высокоэнергетических излучений.	Интерактивная форма
10.	Структура аморфного состояния	Атомная структура неупорядоченных систем. Понятие дальнего и среднего порядка. Методы исследования структуры. Результаты исследований конкретных неупорядоченных полупроводников.	Интерактивная форма
11.	Электронные состояния аморфных сред	Электронные состояния, оптические свойства и транспорт носителей в неупорядоченных системах. Особенности структуры и модели энергетических зон.	Интерактивная форма
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.	Интерактивная форма

### 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	1) Синтез, структурные и спектральные свойства активных кристаллических материалов: монография. /В.А. Исаев // Краснодар: Кубанский гос. ун - т, 2015. - 173 с. 2) Исаев В.А., Лебедев В.А. Рост кристаллов. Фазовые равновесия. Учебное пособие. Краснодар. Кубан. Гос. ун-т, 2000. - 56 с.
2.	Подготовка к текущему контролю (К).	Локальные сети учебных аудиторий Глобальная сеть Интернет

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.**

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?

### **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 В 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  
2017-2018 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

Исаев В.А.

### Шкала оценочных средств

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания
1	2
«отлично»	Точно знает основные принципы работы активных и нелинейных кристаллов; Отлично знает закономерности установления фазовых равновесий в гетерогенных системах; Точно формулирует основные законы, идеи

	<p>и принципы строения и свойств кристаллических и аморфных тел, их становление и развитие в исторической последовательности, их математическое описание, их экспериментальное исследование и практическое использование.</p> <p>Умеет под руководством исследователей работать на стендах для оптических исследований материалов; осмысливать и интерпретировать основные положения теории роста кристаллов, оценивать порядки физических величин, использовать полученные знания в различных областях физической науки и техники.</p> <p>Владеет четкими представлениями о современных научных концепциях современного материаловедения.</p>
«хорошо»	<p>Знает основные принципы работы активных и нелинейных кристаллов;</p> <p>Знает закономерности установления фазовых равновесий в гетерогенных системах;</p> <p>Формулирует основные законы, идеи и принципы строения и свойств кристаллических и аморфных тел.</p> <p>Умеет под руководством исследователей работать на стендах для оптических исследований материалов; осмысливать и интерпретировать основные положения теории роста кристаллов.</p> <p>Владеет представлениями о современных научных концепциях современного материаловедения.</p>
«удовлетворительно»	<p>Удовлетворительно знает основные принципы работы активных и нелинейных кристаллов;</p> <p>Формулирует основные закономерности установления фазовых равновесий в гетерогенных системах;</p> <p>Нечетко формулирует основные законы, идеи и принципы строения и свойств кристаллических и аморфных тел.</p> <p>Умеет под руководством исследователей работать на стендах для оптических исследований материалов.</p> <p>Владеет нечеткими представлениями о современных научных концепциях современного материаловедения.</p>
«неудовлетворительно»	<p>Не знает основные принципы работы активных и нелинейных кристаллов;</p> <p>Не знает закономерности установления фазовых равновесий в гетерогенных системах.</p>

	<p>Не умеет под руководством исследователей работать на стендах для оптических исследований материалов; осмысливать и интерпретировать основные положения теории роста кристаллов.</p> <p>Не владеет представлениями о современных научных концепциях современного материаловедения.</p>
--	--

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 : учебное пособие / А.Б. Гордиенко, А.В. Кособуцкий, Д.В. Корабельников. - 2-е изд., доп. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2011. - 92 с. - ISBN 978-5-8353-1164-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232487>.

2) Созинов С.А. Структурные методы исследования кристаллов : учебное пособие / С.А. Созинов, Л.В. Колесников. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. - 108 с. - ISBN 978-5-8353-1284-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232740>.

3) Бойко С.В. Кристаллография и минералогия. Основные понятия : учебное пособие / С.В. Бойко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 212 с. : табл., ил. - Библиогр.: с. 190-194. - ISBN 978-5-7638-3223-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435663>.

4) Фазовые равновесия в однокомпонентных системах : учебное пособие / Г.В. Булидорова, Ю.Г. Галяметдинов, Х.М. Ярошевская и др. ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 93 с. : табл., граф., ил. - ISBN 978-5-7882-1550-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427849>.

5) Химические и физические процессы в неорганических материалах : учебное пособие / Н.В. Борисова, Э.П. Суровой, Л.Н. Бугерко и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. - Ч. 1. – 136 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8353-1658-8. - ISBN 978-5-8353-1659-5 (Ч. 1) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278825>.

## 5.2. Дополнительная литература:

1) Гольдаде, В.А. Физика конденсированного состояния : пособие / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук ; под ред. Н.К. Мышкина. - Минск : Белорусская наука, 2009. - 648 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93309>.

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

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

4) Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 3. Молекулярная физика и термодинамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — 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.scirus.com">http://www.scirus.com</a>	Scirus – бесплатная поисковая система для поиска научной информации.
6.	<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.
7.	<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.
8.	<a href="http://moodle.kubsu.ru">http://moodle.kubsu.ru</a>	Среда модульного динамического обучения

## **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.**

- 1) Использование электронных презентаций при проведении лекций.
- 2) Выполнение лабораторных работ.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

- 1) Операционная система MS Windows версии XP, 7,8,10.
- 2) Пакет офисных программ Microsoft Office 2010.
- 3) WinRAR 3x Программа -архиватор.

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

Не предусмотрены.

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
2.	Лабораторные занятия	Специализированный класс физико-технического факультета (320 С).
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Специализированный класс физико-технического факультета (320 С).
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Специализированный класс физико-технического факультета (320 С).
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.