



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

*Физического факультета*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Идеальная и реальная структура кристаллов**

Кафедра физики конденсированного состояния и наносистем

Образовательная программа  
**03.03.02 – Физика**

Профиль подготовки:  
**Фундаментальная физика**

Уровень высшего образования:  
**Бакалавриат**

Форма обучения:  
**Очная**

Статус дисциплины:  
**по выбору**

**Махачкала, 2017 год**

Рабочая программа дисциплины «Идеальная и реальная структура кристаллов» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **03.03.02 – Физика** (уровень: бакалавриат), профиль подготовки: Фундаментальная физика

Разработчик(и): кафедра физики конденсированного состояния и наносистем, д.ф.-м.н., профессор Мурлиева Ж.Х. и к.ф.-м.н., доцент Гасанов Н.Г.

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физика конденсированного состояния и наносистем от «25» марта 2017г., протокол №7.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Рабаданов М.Х.

На заседании Методической комиссии физического факультета от «31» марта 2017г., протокол №7.

Председатель \_\_\_\_\_ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «08.04» \_\_\_\_\_ 2017г. \_\_\_\_\_ Гасангаджиева А.Г.

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Идеальная и реальная структура кристаллов входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению (специальности) 03.03.02 – физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физики конденсированного состояния и наносистем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физикой конденсированного состояния, а именно с изучением различных типов кристаллических структур, упругих и прочностных свойств кристаллов, возможных структурных дефектов, их влияния на механические и другие свойства твёрдых тел, а также с изучением различных методов исследования структур и структурных дефектов. Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных – ОК-1, общепрофессиональных – ОПК-3, профессиональных – ПК-2, ПК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме– контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме экзамена.

Объем дисциплины 144 часа, 4зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма промежу- точной аттеста- ции (зачет, диф- ференцированный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все- го	из них						
Лек- ции		Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
5	144	12		36			96	экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) «Идеальная и реальная структура кристаллов» являются: формирование у студентов системы знаний по физике конденсированного состояния, общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 - Физика.

В результате изучения данной дисциплины студенты приобретают знания о симметрии и структуре кристаллов, о различных типах связей в кристаллах, о зависимости структуры и физических свойств от типа связи, об интерференции электромагнитных волн и корпускулярных излучений в кристаллах, о реальной структуре и методах ее исследования. Поскольку физические свойства зависят как от типа структуры, так и от степени её совершенства, более основательно рассмотрены механические свойства твёрдых тел, которые, как и все остальные, определяются характером сил межатомной связи. Это относится как к традиционным, классическим веществам, так и к новым композиционным материалам, которые, как правило, гетерогенны и обладают различной степенью пористости, что необходимо учитывать при оценке их эксплуатационных параметров (упругость, прочность, трещиностойкость, твердость и др.).

Изучение этого спецкурса будет способствовать формированию навыков при решении задач и постановке простейших экспериментов, использования компьютера для математического моделирования процессов, необходимых для расширения кругозора, понимания и дальнейшего изучения различных разделов физики. В конечном итоге, все это направлено на подготовку профессиональных и конкурентоспособных специалистов в области физики конденсированного состояния, способных работать на инженерно-технических должностях в научно-исследовательских лабораториях НИИ, вузов, предприятий.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Идеальная и реальная структура кристаллов» входит в базовую часть дисциплин по выбору образовательной программы бакалавриата по направлению (специальности) 03.03.02 - физика.

Настоящая программа по дисциплине "Идеальная и реальная структура кристаллов" предназначена для подготовки бакалавров по направлению «Физика» в соответствии с требованиями, отраженными в государственных образовательных стандартах. Особенность программы состоит в фундаментальном характере изложения дисциплины с целью не только сообщения студентам определенной суммы конкретных сведений, но и формирования у них физического мировоззрения как базы общего естественно - научного и развития соответствующего способа мышления.

В условиях возросшей актуальности в разработке технологии новых конструкционных материалов, в частности наноразмерных, необходимо повышение уровня образования студентов за счет изучения влияния размерных эффектов на прочность, трещиностойкость, термостойкость и др. этих материалов. Изучение механических свойств расширяет возможности для понимания процессов, происходящих в твердых телах, связанных с динамикой решетки атомов.

Микроскопическое рассмотрение природы формирования механических свойств вырабатывает способность к абстрактному мышлению, применению математического аппарата, выявлению в том или ином процессе причинно-следственной связи. Совокупность

приобретенных знаний может быть полезной при создании и аттестации эксплуатационных характеристик новых конструкционных материалов.

Наряду с выше изложенным, изучение настоящего спецкурса необходимо для облегчения усвоения студентами других разделов физики твердого тела: физики диэлектриков, физики полупроводников, физики металлов и физики магнитных явлений.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-1	способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);	<p><b>Знать:</b> основные законы и категории мировоззрения: мироощущение, мировосприятие, миропонимание;</p> <p><b>Уметь:</b> вырабатывать суждения о различных явлениях, процессах, эффектах, событиях; использовать разнообразные подходы и приемы, позволяющие не только погружаться в детали данной области знаний, но и диагностировать ее целостно.</p> <p><b>Владеть:</b> когнитивной составляющей (познавательной функцией) научных знаний</p>
ОПК-3	способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики;</li> <li>• базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики;</li> <li>• типы симметрии кристаллов и их структуру; пространственные и кристаллические решетки; кристаллографические обозначения; кристаллографические системы координат; структуры с различным типом связи;</li> <li>• истинные и условные деформацию и напряжение; тензор деформации; тензор напряжений; обобщенный закон Гука; реологические свойства твердых тел; динамический модуль Юнга; коэффициенты поглощения и затухания; выражения, описывающие прочность и трещиностойкость, а так же твердость и трещиностойкость; связь между временем до разрушения изделия из хрупкого материала.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию об идеальной и реальной структуре твердого тела, влиянии де-</li> </ul>

		<p>фектов на его упругие и прочностные свойства;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять полученные знания в области исследования и расшифровки результатов рентгенографических исследований, а также при интерпретации свойств наносистем:</li> </ul> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области кристаллографии и механических свойств,</li> <li>• методами диагностики прочностных свойств изделий из хрупких материалов;</li> <li>• методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области кристаллографии и механических свойств.</li> </ul>
ПК-2	<p>способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2);</p>	<p><b><u>Знать:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основы метода рентгеноструктурного анализа; методы Дебая-Шерера и Лауэ;</li> <li>• методы неразрушающего и разрушающего контроля прочности, твердости и трещиностойкости материалов;</li> </ul> <p><b><u>Уметь:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и теоретических физических исследований структуры и прочностных свойств материалов, в том числе, наноструктурированных;</li> <li>• анализировать устройство используемых приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;</li> </ul> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками исследования физических процессов, протекающих в твердых телах в различных средах;</li> <li>• навыками проведения научных исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;</li> <li>• способностью анализировать влияния структуры на особенности физических свойств и прогнозировать механические свойства реальных тел, в том числе наноструктурированных</li> </ul>
ПК-5	<p>способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физи-</p>	<p><b><u>Знать:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации;</li> </ul>



<b>Модуль 1. Структура кристаллов.</b>								
1.	Тема. 1. Симметрия в кристаллах. Основные формулы структурной кристаллографии. Кристаллическая и пространственная решетки. Обратная решетка.	5	1-2	18	2	6	10	Контр. раб.
2	Тема. 2. Типы связей в кристаллах. Структуры с различными типами связей. Дефекты кристаллической решетки. Методы исследования дефектов	5	3-4	18	2	6	10	Контр. раб
Итого по модулю 1				36	4	12	20	
<b>Модуль 2. Методы исследования структуры. Упругие и прочностные свойства кристаллов</b>								
3	Тема. 1. Рентгеноструктурный анализ. Интерференция рентгеновских лучей в кристаллах. Рентгеновские методы исследования структур	5	5-6	18	2	6	10	Коллоквиум.
4	Тема 2. Истинные и условные: деформация, напряжение. Тензора деформации и напряжения. Обобщенный закон Гука.	5	7-8	18	2	6	10	Контр. Раб.
Итого по модулю 2				36	4	12	20	
<b>Модуль 3. Прогнозирование свойств реальных тел</b>								
5	Тема 1. Реологические свойства твердых тел. Ползучесть, прочность, трещиностойкость. Термостойкость материалов.	5	9-8	18	2	6	10	Контр. Раб.
6	Тема 2. Твердость. Пересчет эффективных значений прочности на нулевую пористость. Прогнозирование времени до разрушения.	5	8-10	18	2	6	10	Рубеж. контр. раб
Итого по модулю 3				36	4	12	20	
<b>Модуль 4. Подготовка к экзамену</b>								



7	Подготовка к экзамену	5		36			36	экзамен
	<b>Итого</b>			<b>144</b>	<b>12</b>	<b>36</b>	<b>60+36</b>	

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### *Модуль 1. Структура кристаллов.*

###### Лекции

Тема 1. Симметрия в кристаллах.

Основные формулы структурной кристаллографии. Кристаллическая и пространственная решетки. Обратная решетка.

Тема 2. Типы связей в кристаллах.

Структуры с различными типами связей.

Дефекты кристаллической решетки. Методы исследования дефектов

###### Практические занятия.

1. Характеристика кристаллического и аморфного состояний вещества. Классы симметрии и пространственные группы.
2. Пространственные и кристаллические решётки. Обратная решетка.
3. Теоремы о сложении элементов симметрии.
4. Решетки Бравэ.
5. Индексы узла, направления плоскости. Кристаллографические системы координат.
6. Формулы для расчёта периода идентичности, объёма элементарной ячейки, расстояний и углов между атомными плоскостями.

##### *Модуль 2. Методы исследования структуры. Упругие и прочностные свойства кристаллов*

###### Лекции

Тема 1. Рентгеноструктурный анализ.

Интерференция рентгеновских лучей в кристаллах. Рентгеновские методы исследования структур

Тема 2. Виды деформации

Истинные и условные: деформация, напряжение. Тензора деформации и напряжения. Обобщенный закон Гука.

###### Практические занятия.

1. Методы получения рентгеновского излучения.
2. Типы счётчиков квантов рентгеновского излучения.
3. Расшифровки типовых дифрактограмм.
4. Природа сил упругого взаимодействия.
5. Уравнение движения элемента объема при неоднородном напряжении упругого тела.
6. Обобщенный закон Гука в матричном виде. Соотношения Коши.

##### *Модуль 3. Прогнозирование свойств реальных тел*

###### Лекции

Тема 1. Реологические свойства твердых тел.

Ползучесть. Прочность, трещиностойкость, термостойкость материалов.

Тема 2. Прочность

Твердость. Пересчет эффективных значений прочности на нулевую пористость. Прогнозирование времени до разрушения.

### **Практические занятия.**

1. Модели Гука, Ньютона, Максвелла и Зинера.
2. Коэффициенты поглощения и затухания упругих колебаний в реальных средах.
3. Диаграмма напряжение – деформация. Механизмы ползучести.
4. Модель Гриффитца. Методы исследования твердости и трещиностойкости.
5. Определение прочности «каркаса» в пористых материалах.
6. Построение диаграмм прогнозирования срока службы изделий по результатам лабораторных исследований.

### **5. Образовательные технологии:**

активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамены. В процессе преподавания дисциплины «Идеальная и реальная структура кристаллов» применяются следующие образовательные технологии: развивающее обучение, проблемное обучение, коллективная система обучения, лекционно-зачетная система обучения. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация. Лекции сопровождаются представлением материалов виде презентаций с использованием анимации, выход на сайты, где представлены соответствующие иллюстрации и демонстрации для излагаемого материала.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой: мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом, в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 20 часов аудиторных занятий. Число лекций от общего числа аудиторных занятий определено учебной программой.

Для выполнения физического практикума и подготовке к практическим (семинарским) занятиям изданы учебно-методические пособия и разработки по курсу физика атома, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся. В процессе лабораторного практикума формируется у студентов умение производить расчеты с помощью пакета стандартных компьютерных математических программ, что позволяет существенно приблизить уровень культуры статистической обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности. На этих занятиях студенты закрепляют навыки (приобретенные на 1-2 курсах) по оценке погрешностей результатов измерений, что совершенно необходимо для работы в специальных учебных и производственных лабораториях. В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студентов, предусмотрена учебным планом в объеме не менее 50%, в том числе подготовка к экзаменам и зачетам, от общего количества часов. Она необходима для более глубокого усвоения изучаемого курса, формирования навыков исследовательской работы и умение применять теоретические знания на практике. Самостоятельная работа должна носить систематический характер. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- повторения пройденного материала;
- подготовки к лабораторно-практическим работам;
- оформления лабораторно-практических работ (заполнение таблиц, решение задач, написание выводов);
- подготовки к контрольным работам;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написания рефератов по проблемам дисциплины "Физика конденсированного состояния".

### ***Примерные вопросы для самостоятельной работы по дисциплине***

1. Назовите отличительные особенности кристаллического и аморфного состояний
2. Сформулируйте теоремы о сложении элементов симметрии
3. Чем отличаются точечные группы от пространственных групп?
4. Чему равны координационные числа и число атомов, приходящиеся на одну ячейку для различных решеток?
5. Как обозначаются индексы узла, направления и плоскости в трехосной и четырехосной системах координат?
6. По каким формулам вычисляются объём элементарной ячейки, период идентичности, расстояние и угол между плоскостями?
7. Какая связь между линейными и угловыми параметрами элементарных ячеек прямой и обратной решеток?
8. Какова природа ионной, ковалентной, металлической и межмолекулярной связей?
9. Структуры, каких типов образуются с помощью названных типов связей?
10. Какие методы существуют для исследования структуры кристаллов? Назовите их преимущества и недостатки.
11. Какие дефекты структуры существуют в реальных кристаллах?
12. Какими методами можно исследовать совершенство структуры?
13. Как рассчитать условные и истинные значения напряжения и относительной деформации?
14. Вывести выражение для расчета объемной деформации.
14. Симметричность тензора напряжений для неоднородно напряженного состояния.
15. Примеры проявления реологических свойств веществ.
16. Характеристика методов исследования твердости.

17. Зависимость прочностных свойств от пористости.
18. Зависимость прочностных свойств от температуры и окружающих условий.
19. Методы оценки термостойкости.
20. Принцип работы с диаграммами прогнозирования срока службы

<b>Разделы и темы для самостоятельного изучения</b>	<b>Виды и содержание самостоятельной работы</b>
Отличительные особенности кристаллического и аморфного состояний	Доклад на семинаре
Теоремы о сложении элементов симметрии.	Доклад на семинаре
Точечные и пространственные группы	Тестирование
Координационные числа.	Доклад
Индексы узла, направления и плоскости в различных системах координат	Реферат. Доклад.
Вычисления объёма элементарной ячейки, периода идентичности, расстояния и угла между плоскостями	Доклад на семинаре.
Линейные и угловые параметры элементарных ячеек прямой и обратной решеток	Доклад, реферат
Виды межатомной связи	Доклады.
Образование структур с различным видом связи.	Реферат, доклад.
Методы исследования структуры кристаллов	Доклад на семинаре; отчеты лабораторных работ
Виды дефектов структуры в реальных кристаллах	Доклад на семинаре
Методы исследования ползучести и длительной трещиностойкости	Доклад на семинаре
Методы закалки материалов	Доклад на семинаре
Методы исследования прочности и однородности материалов	Доклад на семинаре
Влияние влаги и других агрессивных сред на прочность и упругость	Доклад на семинаре
Влияние температуры на прочность и упругость. Метод Журкова.	Реферат. Доклад на семинаре
Акустическая эмиссия - метод неразрушающего контроля	Доклад на семинаре

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

**7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-1	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные законы и категории мировоззрения: мироощущение, мировосприятие, миропонимание;</li> <li>• <b>Уметь:</b></li> <li>• вырабатывать суждения о различных явлениях, процессах, эффектах, событиях;</li> <li>• использовать разнообразные подходы приемы, позволяющие не только погружаться в детали данной области знаний, но и обобщать, и диагностировать ее целостно.</li> <li>• <b>Владеть:</b></li> <li>• когнитивной составляющей (познавательной функцией) научных знаний.</li> </ul>	Устный опрос
ОПК-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать:</li> <li>• теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики;</li> <li>• базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики;</li> <li>• типы симметрии кристаллов и их структуру; пространственные и кристаллические решётки; кристаллографические обозначения; кристаллографические системы координат; структуры с различным типом связи;</li> <li>• истинные и условные деформацию и напряжение; тензор деформации; тензор напряжений; обобщенный закон Гука; реологические свойства твердых тел; динамический модуль Юнга; коэффициенты поглощения и затухания; выражения, описывающие прочность и трещиностойкость, а так же твердость и трещиностойкость; связь между временем до разрушения изделия из хрупкого материала.</li> <li>• <b>Уметь:</b></li> <li>• понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию об идеальной и реальной структуре твердого тела, влиянии дефектов на его упругие и прочностные свойства;</li> <li>• применять полученные знания в области исследования и расшифровки результатов рентгенографических исследований, а также при интерпретации свойств наносистем:</li> <li>• <b>Владеть:</b></li> <li>• методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области кристаллографии и механических свойств,</li> <li>• методами диагностики прочностных свойств</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос

	<p>изделий из хрупких материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области кристаллографии и механических свойств.</li> </ul>	
ПК-2	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основы метода рентгеноструктурного анализа; методы Дебая-Шерера и Лауэ;</li> <li>• методы неразрушающего и разрушающего контроля прочности, твердости и трещиностойкости материалов;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и теоретических физических исследований структуры и прочностных свойств материалов, в том числе, наноструктурированных;</li> <li>• анализировать устройство используемых приборов и принципов их действия, приобрести навыки выполнения физических измерений, проводить обработку результатов измерений с использованием статистических методов и современной вычислительной техники;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками исследования физических процессов, протекающих в твердых телах в различных средах;</li> <li>• навыками проведения научных исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;</li> <li>• способностью анализировать влияния структуры на особенности физических свойств и прогнозировать механические свойства реальных тел, в том числе наноструктурированных</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос
ПК-5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Знать:</b></li> <li>• современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации;</li> <li>• различные методы исследования структуры; виды дефектов структуры и методы их исследований;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области исследования структуры и механических свойств;</li> <li>• применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях;</li> <li>• применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач при</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос

	<p>исследованиях свойств материалов со сложной структурой;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проводить научные исследования в области прогнозирования свойств новых функциональных материалов с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта;</li> <li>• <b>Владеть:</b></li> <li>• навыками решения задач для описания зависимости поведения свойств веществ от структуры и типа межатомной связи;</li> <li>• современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики конденсированных сред;</li> <li>• навыком прогнозирования срока службы изделий из данного материала, в том числе, керамики в различных температурных режимах и средах.</li> </ul>	
--	---	--

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

### ОК-1.

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о наиболее общих законах, категориях и принципах, по которым происходят процессы в обществе и физическом мире. Формировать мировоззрение, позволяющее всесторонне изучать и систематизировать различную информацию и из нее получать знания.	Ознакомлен с фундаментальными законами и категориями философии.	Демонстрирует: реалистическое мироощущение, мировосприятие, миропонимание.	Показывает навыки успешного использования базовых знаний по философии для решения перспективных исследовательских разработок.

### ОПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Порого-	Представление способ-	Ознакомлен с базов-	Демонстрирует	Показывает

вый	ности использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.	выми теоретическими знаниями фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.	хорошие знания базовых теоретических знаний фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.	навыки успешного использования базовых теоретических знаний фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.
-----	---	--	---	---

**ПК-2**

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Проведение научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	Ознакомлен с проведением научных исследований в области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	Демонстрирует знания проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	Показывает навыки успешного проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.

**ПК-5**

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление использования современных методов обработки, анализа и синтеза физической ин-	Ознакомлен с использованием современных методов обработки, анализа и син-	Демонстрирует умение пользоваться современными	Показывает умение пользоваться современными



	формации в избранной области физических исследований	теза физической информации в избранной области физических исследований	методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований
--	--	--	---	---

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные тестовые задания

#### 1. Кристаллическое и аморфное состояние твердого тела:

1. В кристаллическом состоянии расстояние между атомами больше чем в аморфном.  
 2. У аморфного вещества существует точка плавления, а у кристаллического не существует;  
 3. В кристаллическом состоянии атомы расположены во всех направлениях в определенном порядке;  
 4. В аморфном состоянии существует дальний порядок расположения атомов;  
 5. В кристаллическом состоянии расстояния между атомами во всех направлениях одинаковы

#### 2. Какие элементы симметрии существуют для конечных фигур ?

1. Плоскость симметрии, оси симметрии 1,2,3,4,5,6 порядков; 2. Плоскость симметрии, простые оси симметрии 2,3,4,5,6 порядков, зеркальные оси 4,5,6 порядков, центр симметрии; 3. Центр симметрии, простые оси 2,3,4,6 порядков, зеркальные оси 4 и 6 порядков и плоскость симметрии; 4. Простые оси 1,2,3,4,5,6 порядков и зеркальные оси 5,6 порядков, плоскость симметрии; 5. Плоскость симметрии, центр симметрии, простые оси 2,3,4,6,8 и зеркальные оси 4,6 порядков.

3. Чему равно координационное число  $k$  и число атомов в элементарной ячейке  $n$  для кубической гранецентрированной решетки ?

1.  $k=8, n=8$ ; 2.  $k=10, n=3$ ; 3.  $k=12, n=4$ ; 4.  $k=6, n=4$ ; 5.  $k=12, n=1$

4. Определить отрезки, отсекаемые на осях решетки плоскостью (125)

1. 5,2,1; 2. 1,2,5; 3. 2,5,10; 4. 10,5,2; 5. 2,5,1

5. Даны грани (320) и (110). найти символы ребра их пересечения.

1. [010]; 2. [001]; 3. [100]; 4. [110]; 5. [011].

6. Вычислить в кубических ангстремах объем элементарной ячейки тригональной решетки, у которой  $a=5\text{Å}$ , угол между ребрами  $\angle = 60^\circ$

1. 43.4; 2. 87.5; 3. 63.6; 4. 94.8; 5. 78.9

7. Определить угол между плоскостями (110) и (101) кубической решетки.

1.  $45^\circ$ ; 2.  $60^\circ$ ; 3.  $90^\circ$ ; 4.  $120^\circ$ ; 5.  $145^\circ$

8. Определить величину отрезка вдоль направления [322] от начала координат до первого атома в триклинной решетке с параметрами:  $a=11\text{Å}$ ,  $b=9\text{Å}$ ,  $c=8\text{Å}$ ,  $\alpha=94^\circ$ ,  $\beta=95^\circ$ ,  $\gamma=96^\circ$

$\alpha=94^\circ$   $\beta=95^\circ$   $\gamma=96^\circ$

1.  $40\text{\AA}$ ;    2.  $54\text{\AA}$ ;    3.  $42\text{\AA}$ ;    4.  $65\text{\AA}$ ;    5.  $70\text{\AA}$

9. Положение плоскостей в гексагональной системе определяется с помощью четырех индексов (hkil), найти индекс  $l$  для плоскостей (100).

1. -2;    2. 1;    3. -1;    4. 2;    5. 0

10. Найти число элементарных ячеек в одном кубическом см кристалла со структурным типом меди если известно, что параметр  $a=3\text{\AA}$ .

1.  $11 \times 10^{22}$ ;    2.  $25 \times 10^{22}$ ;    3.  $31 \times 10^{22}$ ;    4.  $37 \times 10^{22}$ ;    5.  $45 \times 10^{22}$

11. Найти векторы и углы обратной решетки для ромбоэдрического кальцита, если  $a=6.36\text{\AA}$ ,  $\alpha=46^\circ 6'$

1.  $a^*=0.24$ ,  $\alpha^*=114^\circ$ ;    2.  $a^*=0.28$ ,  $\alpha^*=120^\circ$ ;    3.  $a^*=0.32$ ,  $\alpha^*=125^\circ$ ;    4.  $a^*=0.38$ ,  $\alpha^*=130^\circ$   
5.  $a^*=0.41$ ,  $\alpha^*=135^\circ$

12. Какая часть объема элементарной ячейки структурного типа молибдена занята атомами?

1. 45%;    2. 57%;    3. 68%;    4. 74%;    5. 80%.

13. Какая часть объема элементарной ячейки структурных типов меди и магния приходится на пустоты?

1. 18%;    2. 26%;    3. 32%;    4. 36%;    5. 40%

14. Какой угол составляет вектор Бюргерса с осью краевой дислокации?

1.  $0^\circ$ ;    2.  $45^\circ$ ;    3.  $60^\circ$ ;    4.  $90^\circ$ ;    5.  $120^\circ$

15. Какой угол составляет вектор Бюргерса с осью винтовой дислокации?

1.  $0^\circ$ ;    2.  $45^\circ$ ;    3.  $60^\circ$ ;    4.  $90^\circ$ ;    5.  $120^\circ$

16. Определить под каким углом произойдет отражение первого порядка рентгеновских лучей, если длина волны будет равна расстоянию между плоскостями, от которых происходит отражение?

1.  $30^\circ$ ;    2.  $45^\circ$ ;    3.  $60^\circ$ ;    4.  $90^\circ$ ;    5.  $120^\circ$

17. Почему для исследования структуры кристаллов используют рентгеновские, а не видимые лучи?

1. Видимые лучи сильно поглощаются веществом.    2. Видимые лучи не проникают в исследуемое вещество.    3. Рентгеновские лучи обладают большей проникающей способностью.    4. Длина волны рентгеновского излучения соизмерима с межплоскостными расстояниями кристалла.    5. Видимые лучи плохо отражаются от кристалла

18. Какой из перечисленных методов исследования совершенства кристаллической структуры можно отнести к методам неразрушающего контроля?

1. Метод избирательного травления.    2. Метод декорирования.  
3. Электронномикроскопический метод.    4. Металлографический метод.  
5. Рентгенотопографический метод

19. Какая из перечисленных химических связей обеспечивает наибольшую механическую прочность кристаллов?

1. Металлическая.    2. Ковалентная.    3. Ионная.    4. Межмолекулярная    5. Водородная

**20.** Структурный тип сфалерита отличается от структурного типа алмаза тем, что в первом случае кристалл состоит из атомов двух сортов. К каким особенностям физических свойств кристаллов приводит этот фактор?

1. У кристаллов со структурой сфалерита увеличивается механическая прочность
2. Из-за наличия доли ионной связи кристаллы со структурой сфалерита ведут себя как диэлектрики
3. Кристаллы со структурой сфалерита обладают пьезоэффектом, а кристаллы с алмазной структурой не обладают
4. Кристаллы со структурой алмаза обладают пьезоэффектом, а со структурой сфалерита не обладают
5. Кристаллы со структурой алмаза имеют полярное направление

**21.** Разрушение называют хрупким, когда:

- а) тело разрушается мгновенно;
- б) разрушению предшествует слабая пластическая деформация;
- в) разрушению не предшествует пластическая деформация.

**22.** Идеальная прочность твердых тел принимается равной:

- а)  $\sigma = E$ ;
- б)  $\sigma = 0.1E$ ;
- в)  $\sigma = 0.001E$ .

**23.** Предел текучести – это:

- а) напряжение, при котором появляется площадка текучести;
- б) напряжение, равное половине предела прочности;
- в) напряжение, при котором зависимость  $\sigma$ - $\epsilon$  отклоняется от линейной.

**24.** Закон Гука в обобщенном виде:

- а)  $F_i = -kx_i$ ;
- б)  $\sigma_i = E\epsilon_i$ ;
- в)  $\sigma_{iklm} = C_{iklm} \epsilon_{lm}$ .

**25.** Коэффициент интенсивности напряжения – это параметр:

- а) трещиностойкости;
- б) прочности;
- в) упругости.

**26.** Напряжение при чистом сдвиге эквивалентно:

- а) комбинации растягивающих и сжимающих напряжений, направленных под прямым углом друг к другу и под углом  $45^\circ$  к первоначальным граням;
- б) комбинации растягивающих и сжимающих напряжений, направленных под прямым углом друг к другу и под углом  $45^\circ$  к диагоналям куба;
- в) комбинации растягивающих и сжимающих напряжений, направленных под прямым углом друг к другу и к первоначальным граням куба.

**27.** Выражение  $\frac{\partial \sigma_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial x_2} + \frac{\partial \sigma_{13}}{\partial x_3} + \rho g_1 = \rho \frac{\partial^2 x}{\partial t^2}$  представляет:

- а) уравнение движения элемента объема неоднородно- напряженного тела в направлении  $Ox_3$ ;
- б) уравнение движения элемента объема неоднородно- напряженного тела в направлении  $Ox_2$ ;
- в) уравнение движения элемента объема неоднородно- напряженного тела в направлении  $Ox_1$ .

**28.** Равенство нормальных компонент тензора деформации  $\sigma_{11} = \sigma_{22} = \sigma_{33}$  соответствует условию:

- а) всестороннего сжатия;
- б) всестороннего растяжения;
- в) деформации сдвига.

**29. Коэффициентом затухания называется:**

а) отношение энергии, поглощенной за 1 период единицей объема тела к энергии, запасенной в том же объеме;

б) величина, обратная расстоянию, которое проходит упругая волна, прежде чем ее амплитуда уменьшится в  $e$  ( $e \sim 2,718$ ) раз;

в) величина, обратная времени, за которое амплитуда упругой волны уменьшится в  $e$  раз.

**30. Идеально упругим называется твердое тело:**

а) в котором внутренние напряжения и внутренние деформации не изменяются со временем и мгновенно спадают при прекращении внешнего воздействия;

б) не изменяющее форму при внешнем воздействии;

в) в котором не возникают внутренние напряжения и внутренние деформации при внешнем воздействии.

**31. Следующие значения нормальных компонент тензора напряжений  $\sigma_{11} \neq 0$ ,  $\sigma_{22} = \sigma_{33} = 0$  соответствуют условию:**

а) всестороннего сжатия; б) всестороннего растяжения; в) линейно-напряженного состояния.

**32. При исследовании микротвердости методом Виккерса производится вдавливание:**

а) алмазной пирамидки правильной четырехугольной формы; б) алмазного ромба;

в) стального шарика.

**33. Коэффициентом поглощения называется:**

а) отношение энергии, поглощенной за 1 период единицей объема тела к энергии, запасенной в том же объеме;

б) величина, обратная расстоянию, которое проходит упругая волна, прежде чем ее амплитуда уменьшится в  $e$  ( $e \sim 2,718$ ) раз; в) величина, равная времени, за которое амплитуда упругой волны уменьшится в  $e$  раз.

**34. Мерой внутреннего трения называется:**

а)  $\operatorname{tg} \varphi$ ; б)  $\cos \varphi$ ; в)  $\exp(\varphi/\pi)$ ,

где  $\varphi$  - отставание деформации от напряжения по фазе.

**35. Скорость роста трещины на начальном участке  $K_I$ - $v$  диаграммы в хрупких материалах с коэффициентом интенсивности напряжения  $K_I$  связана зависимостью:**

а)  $v = K_{IC}^n$ ; б)  $v = \alpha \cdot K_{IC}^n$ ; в)  $v = \alpha \cdot K_I^n$

**36. Относительное изменение объема тела представляет:**

а) сумму диагональных компонент тензора деформации;

б) произведение диагональных компонент тензора деформации;

в) произведение относительных изменений линейных размеров.

**37. Какой вывод следует из того факта, что коэффициент Пуассона  $\nu < 1$ :**

а) твердое тело легче растянуть, чем сжать;

б) твердое тело легче сжать, чем растянуть; в) нет правильного ответа.

**38. Истинная относительная деформация определяется как:**

а)  $\Delta l/l = (l_{\text{конч.}} - l_{\text{нач.}})/l_{\text{нач.}}$ ; б)  $\Delta l/l = \ln(l_{\text{конеч.}}/l_{\text{нач.}})$ ;

в)  $\Delta l/l = \ln[(l_{\text{конч.}} - l_{\text{нач.}})/l_{\text{нач.}}]$ .

**39. Пересчет эффективного значения прочности на нулевую пористость производится по формуле:**

а)  $\sigma = \sigma_0 e^{-bп}$ ;      б)  $\sigma = \sigma_0 e^{bп}$ ;      в)  $\sigma = 1 - e^{-bп}$ .

**40. При исследовании микротвердости методом Кнуппа производится вдавливание:**

- а) алмазной пирамидки правильной четырехугольной формы; б) алмазного ромба; в) стального шарика.

**7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

#### **Критерии оценок на курсовых экзаменах**

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

**Критерии оценок** следующие:

- **100 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разяснять их в логической последовательности.

- **90 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- **80 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- **70 баллов** - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- **60 баллов** – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- **50 баллов**– в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- **40 баллов** – ответ студента правилен лишь частично, при разяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- **20-30 баллов** - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- **10 баллов** - студент имеет лишь частичное представление о теме.

- **0 баллов** – нет ответа.

**Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

**Лекции - Текущий контроль** включает:

- посещение занятий \_\_ 10 \_\_ бал.
- активное участие на лекциях \_\_ 15 \_\_ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум \_\_ 60 \_\_ бал.

- и др. (доклады, рефераты) \_\_\_\_\_ **15 бал.**
- Практика (р/з) - Текущий контроль** включает:  
(от **51 и выше** - **зачет**)
- посещение занятий \_\_\_\_\_ **10 бал.**
  - активное участие на практических занятиях \_\_\_\_\_ **15 бал.**
  - выполнение домашних работ \_\_\_\_\_ **15 бал.**
  - выполнение самостоятельных работ \_\_\_\_\_ **20 бал.**
  - выполнение контрольных работ \_\_\_\_\_ **40 бал.**

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### **Литература**

#### **Основная литература:**

1. Шаскольская М.П. Кристаллография – М., 1984.
2. Попов Т.М., Шафрановский И.И. Кристаллография – М., 1976.
3. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела.- М.: Высшая школа, 1985.
4. Фейман Р., Лейтон Р., Сэндс Н. Феймановские лекции по физике. Т.7.- М.: Мир, 1977.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. - М.: Наука, 1965.
6. Макмиллан И. Идеальная прочность твердых тел. /Сб. Механика. Атомистика разрушения. – М.: Мир, 1987.
7. Пестриков В.М., Морозов Е.М. Механика разрушения твердых тел: курс лекций. СПб.: Профессия, 2002. –320 с.

#### **б) дополнительная литература:**

8. Кушта Г.П. Введение в кристаллографию – Львов, 1976
9. Киттель Г. Введение в физику твердого тела – М., 1962
10. Варикаш В.М. Хачатрян Ю.М. Избранные задачи по физике твердого тела. Минск, 1969.
11. Уманский Я.С. Рентгенография металлов и полупроводников. М.,1969.
12. Русаков А.А. Рентгенография металлов. М.,1977
13. Палчаев Д.К., Мурлиева Ж.Х., Палчаева Х.С. Механические свойства твердых тел./ Учебно-методическое пособие. Из-во ДГУ. Махачкала. 2004 г.
13. Рабаданов М.Х. Гасанов Н.Г., Эмиров Р. М. Рентгенодифракционные методы исследования кристаллов/ Учебное пособие. – Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2014 . – 118 с.

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Международная база данных Scopus по разделу физика столкновений и элементарные процессы <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике элементарные процессы <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), включая научные обзоры журнала Успехи физических наук [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rcc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
6. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
7. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
8. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредитации (<http://www.fepo.ru/>)

9. Физика [Электронный ресурс]: реф. журн. ВИНТИ. № 7 - 12, 2008 / Всерос. ин-т науч. и техн. информ. - М.: [Изд-во ВИНТИ], 2008.
10. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
11. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
12. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу **Научной электронной библиотеки elibrary.ru**).
13. Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru>
14. Научная электронная библиотека РФФИ (Elibrary) (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
15. <http://www.sciencedirect.com> — база данных журналов издательства Эльзевир.
16. <http://publish.aps.org/> — журналы Американского физического общества
17. <http://journals.aip.org/> - журналы Американского института физики
18. <http://aps.arxiv.ru/> - архив электронных препринтов по физике, математике и компьютерным наукам
19. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> — электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
20. <http://www.phys.spbu.ru/library/> электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского госуниверситета.
21. <http://www.phys.spbu.ru/library/elibrary/> — некоторые вузовские учебники (электронный вариант).
22. Университетская информационная система Россия (<http://uisrussia.msu.ru/>).

#### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

##### **Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:**

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов по физике твердого тела;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

##### **Самостоятельная работа студентов:**

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

1. Программное обеспечение для лекций: MS Power Point (MS Power Point Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS Power Point (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Чтение лекций по спецкурсу сопровождается демонстрацией различных наглядных пособий: моделей пространственных решёток Бравэ, моделей различных структурных типов, плакатов, рисунков и т.д. При проведении занятий используются компьютерный класс, оснащенный современной компьютерной техникой. Разработаны компьютерные программы для лекционных демонстраций взаимодействия между атомами, отражение излучения от атомных плоскостей, периодический потенциал атомной цепочки и т.д. Для математической обработки результатов лабораторных работ (с поимённой распечаткой полученных результатов на принтере) используется компьютер с соответствующими программами. Программа допускает студентов к обработке результатов, если даны только правильные ответы на все контрольные вопросы к данной работе. Кроме этого имеется компьютерная программа для тестового контроля остаточных знаний, указывающая на неправильные ответы, тем самым являющаяся не только контролирующей, но и обучающей.

Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается лабораториями специального физического практикума.