



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Ангармонические эффекты в конденсированных средах

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:
Вариативная по выбору

Махачкала, 2018

Рабочая программа дисциплины **Ангармонические эффекты в конденсированных средах** составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки: 03.03.02 – Физика (уровень бакалавриата), от 07 августа 2014 г. № 937

Разработчик: кафедра физики конденсированного состояния и наносистем,
Палчаев Д.К., д.ф.-м.н., профессор.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры физика конденсированного состояния и наносистем
от 16 июня 2018 г. протокол № 11

/ Зав. кафедрой _____ Рабаданов М.Х.

На заседании Методической комиссии физического факультета
от 28.06. 2018 г. протокол № 10

Председатель _____ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

« 2 » июля 2018 г. _____ Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Ангармонические эффекты в конденсированных средах» входит в вариативную часть, по выбору Блока 1 образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02– Физика.

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением природы кинетических свойств, термической деформации, в том числе отрицательной, установления вкладов эффекта ангармонизма в формирование свойств конденсированных сред, а также дать знания, необходимые для оценок этих вкладов и в каких вопросах нельзя пренебрегать этим эффектом.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *общекультурных* (ОК-7); *общепрофессиональных* ОПК– 2; *профессиональных* ПК-1, 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, промежуточный контроль и пр. и в форме экзамена.

Объем дисциплины **4** зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма проме- жуточной атте- стации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
7	144	18		30	60		96	экзамен

Цель спецкурса заключается в том, чтобы раскрыть природу кинетических свойств, термической деформации, в том числе отрицательной, установить вклады эффектов ангармонизма в формирование других свойств, а также дать знания, необходимые для оценок этих вкладов и связи кинетических свойств с термической деформацией конденсированных сред.

При этом будет обращать внимание на признанные положения теории и практики, которыми должны руководствоваться бакалавры, при исследовании и интерпретации различных свойств с учетом эффекта ангармонизма

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина **Б1.В.ДВ.8.2.** «Ангармонические эффекты в конденсированных средах» входит в вариативную часть образовательной программы (ФГОС ВО) бакалавриата по направлению 03.03.02– «Физика», профиля подготовки «Фундаментальная физика».

Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью использовать теоретические знания в области общей физики, атомной физики, статистической физики для решения конкретных практических задач на примере задач физики колебаний атомов кристаллической решетки.

Студенты, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения о принципе формирования свойств соответствующих конденсированных сред, уметь создавать и анализировать теоретические модели явлений, характеризующих равновесные и неравновесные

свойства. Иметь базовые знания о законах движения заряженных и нейтральных частиц; законах сохранения энергии, импульса и момента количества движения в объеме знаний курса общей физики и атомной физики, проводить измерения и расчеты ангармонических характеристик.

Данная дисциплина является базовой для изучения равновесных, кинетические и магнитные свойства конденсированных сред.

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

Студенты в ходе изучения дисциплины должны освоить основы физики наносистем и современные представления о фазовых равновесиях в конденсированных системах.

Знать: суть эффекта ангармонизма колебаний кристаллической решетки; физические основы ангармонизма колебаний атомов и значимость этого эффекта в формировании свойств конденсированных сред; свойства конденсированных сред обусловлены эффектом ангармонизма колебаний атомов в среднем по решетке.

Уметь: решать задачи связанные с интерпретацией свойств с учетом ангармонизма; анализировать базовую информацию в области физики явлений обусловленных ангармонизмом колебаний решетки атомов; применять полученные знания при решении задач по учету ангармонизмом колебаний;

Владеть: экспериментальной и теоретической информации, позволяющей учитывать ангармонизм колебаний решетки атомов; знаниями явлений непосредственно связанных с ангармонизмом колебаний решетки атомов; методами исследований структуры равновесных и неравновесных свойств, определяемых ангармонизмом колебаний.

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОК-7	Способностью к самоорганизации и самообразованию	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • способы реализации самоорганизации • способы, обеспечивающие реализацию самообразование • способы организации самостоятельной работы для содержания дисциплины <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ставить перед собой цели и формулировать задачи, определять и привлекать необходимые ресурсы для их достижения. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами организации и планирования самостоятельной деятельности и рационального использования времени, необходимых для достижения поставленных целей и задач; • способами самоконтроля, самоанализа, демонстрировать стремление к самосовершенствованию.
ОПК-2	Способностью использовать в профессиональной деятельности базовые зна-	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы современной физики конденсированных сред;

	<p>ния фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<ul style="list-style-type: none"> • фундаментальные разделы математики, позволяющие расшифровать теоретические положения физики конденсированных сред; • теоретические модели призванные учитывать эффект ангармонизма при интерпретации свойств конденсированных сред. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять значимость эффекта ангармонизма в формировании свойств конденсированных сред. • определять пределы возможности интерпретировать свойства конденсированных сред обусловленные эффектом ангармонизма <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами работы с современными образовательными и информационными технологиями, связанных с установлением роли эффекта ангармонизма колебаний атомов • современной физической аппаратурой и оборудованием для измерения температурных зависимостей свойств однозначно определяемых ангармонизмом колебаний атомов; • методом оценки вклада ангармонизма колебаний атомов в формировании свойств.
ПК-1	<p>Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Знать суть эффекта ангармонизма колебаний кристаллической решетки. • Как проводить научные исследования для понимания роли ангармонизма в формировании свойств конденсированных сред; • Какие свойства конденсированных сред обусловлены эффектом ангармонизма колебаний атомов в среднем по решетке. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • критически анализировать и излагать получаемую информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами • применять полученные знания в области физики при решении задач связанных с интерпретацией свойств с учетом ангармонизма. • пользоваться современной приборной базой для проведения эксперименталь-

		<p>ных и (или) теоретических физических исследований в этой области знаний.</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований • навыками использования современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования); • навыками реализации информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.
ПК-2	Способность 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	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • типы связей в конденсированных средах; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики конденсированного состояния; • физические основы ангармонизма колебаний атомов и значимость этого эффекта в формировании свойств конденсированных сред. <p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики явлений обусловленных ангармонизмом колебаний решетки атомов; • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для интерпретации явлений обусловленных ангармонизмом колебаний атомов <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации, позволяющей учитывать ангармонизм колебаний решетки атомов; • методами измерения температурных зависимостей теплосопrotivления и теплового расширения явлений непосредственно связанных с ангармонизмом колебаний решетки атомов; • разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной дея-

Модуль 1									
1	Гармонический осциллятор - простейший аналог колебаний атомов. Комплексное представление гармонических колебаний. Периодические негармонические колебания. Затухающие колебания и обоснование понятия времени релаксации.	A	1,2	2	2			5	Фронтальный опрос
2	Ангармонический осциллятор – реальный аналог колебаний атомов. Ангармонические колебаний решетки.	A	2,3	1	3			4	семинарское занятие
3	Квантовый гармонический осциллятор. Квантовый ангармонический осциллятор.	A	3,4	1	3			4	семинарское занятие
4	Положительная и отрицательная термическая деформации.		5,6	2	2			5	
Рубежная контрольная сам. работа			6				2		контрольная работа
Всего за модуль				6	10		2	18	
Модуль 2									
5	Роль ангармонизма колебаний атомов при формировании равновесных и неравновесных свойств веществ.	A	6,7	2	3			6	семинарское занятие
6	Фонон-фононные и электрон-фононные взаимодействия.	9	8,9	2	3			6	семинарское занятие
7	Анализ результатов теоретической интерпретации свойств твердого тела в гармоническом и квазигармоническом приближениях. Количественные соотношения между кинетическими параметрами рассеяния электронов и фононов и изобарной термической деформацией.		9,10	2	4			6	семинарское занятие
Рубежная контрольная сам. работа			10			2			контрольная работа
Всего за модуль				6	10	2		18	
Модуль 3.									

8	Интерпретация закономерности, связывающей кинетические коэффициенты с термической деформацией на основе феноменологической теории.		10,11	2	2			5	
9	Характеристические фоновые тепло- и электро-сопротивления (микроскопическая расшифровка), определяемые верхним пределом ангармонизма.		12,13	1	3			4	
10	Связь параметра порядка с термической деформацией		13,14	1	3			4	
11	Потенциал межатомного притяжения, восстановленный по данным изобарной термической деформации.		15,16	2	2			5	
Рубежная контрольная сам. работа			16					2	
Всего за модуль				6	10			2	8
Модуль 4.									
Итоговый контроль знаний. Экзамен.	A	Подготовка к экзамену						Экзамен	
Итого: 144 ч.				18	30			4	56
									36

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

Модуль 1. Классический и квантовый, гармонический и ангармонические осцилляторы

Тема 1. Гармонический осциллятор - простейший аналог колебаний атомов. Квантовый гармонический осциллятор. **Лекции.**

Тема 2. Комплексное представление гармонических колебаний. Периодические негармонические колебания. Затухающие колебания и обоснование понятия времени релаксации.

Практические занятия

Тема 3. Ангармонический осциллятор – реальный аналог колебаний атомов.

Ангармонические колебаний решетки. Квантовый ангармонический осциллятор.

Практические занятия

Тема 4. Положительная и отрицательная термическая деформации.

Лекция и Практическое занятие

Модуль 2. Формировании равновесных и неравновесных свойств веществ

Тема 5. Роль ангармонизма колебаний атомов при формировании равновесных и неравновесных свойств веществ. **Лекция и Практическое занятие**

Тема 6. Фонон-фононные и электрон-фононные взаимодействия.

Лекция и Практическое занятие

Тема 7. Теоретическая интерпретация свойств твердого тела в гармоническом и квазигармоническом приближениях. Количественные соотношения между кинетическими параметрами рассеяния электронов и фононов и изобарной термической деформацией.

Лекция и Практическое занятие.

Модуль 3. Закономерности, связывающей кинетические коэффициенты с термической деформацией.

Тема 8. Интерпретация закономерности, связывающей кинетические коэффициенты с термической деформацией на основе феноменологической теории.

Лекция и Практическое занятие.

Тема 9. Характеристические фононные тепло- и электросопротивления (микроскопическая расшифровка), определяемые верхним пределом ангармонизма. Связь параметра порядка с термической деформацией.

Лекция и Практическое занятие.

Тема 10. Потенциал межатомного притяжения, восстановленный по данным изобарной термической деформации.

Лекция и Практическое занятие.

Модуль 4.

Подготовка к экзамену.

5. Образовательные технологии.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по реализации компетентностного подхода, дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамены. В процессе преподавания дисциплины «Энергетический спектр электронов и фононов» 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 в 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, 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 про-

цесса 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 (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;

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.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (<i>соответствии с ПООП (при наличии)</i>)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Процедура освоения
ОК – 7	способностью к самоорганизации и самообразованию	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • способы реализации самоорганизации • способы, обеспечивающие реализацию самообразование • способы организации самостоятельной работы для содержания дисциплины <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ставить перед собой цели и формулировать задачи, определять и привлекать необходимые ресурсы для их достижения. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами организации и планирования самостоя- 	Устный опрос, письменный опрос

		<p>тельной деятельности и рационального использования времени, необходимых для достижения поставленных целей и задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> • способами самоконтроля, самоанализа, демонстрировать стремление к самосовершенствованию. 	
ОПК-2	<p>способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы современной физики конденсированных сред; • фундаментальные разделы математики, позволяющие расшифровать теоретические положения физики конденсированных сред; • теоретические модели призванные учитывать эффект ангармонизма при интерпретации свойств конденсированных сред. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять значимость эффекта ангармонизма в формировании свойств конденсированных сред. • определять пределы возможности интерпретировать свойствам конденсированных сред обусловленные эффектом ангармонизма <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами работы с современными образовательными и информационными технологиями, связанных с установлением роли эффекта ангармонизма колебаний атомов • современной физической аппаратурой и оборудованием для измерения температурных зависимостей свойств однозначно определяемых ангармонизмом колебаний атомов; • методом оценки вклада ангармонизма колебаний атомов в формировании 	<p>Письменный опрос</p>

		свойств.	
ПК-1	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Знать суть эффекта ангармонизма колебаний кристаллической решетки. • Как проводить научные исследования для понимания роли ангармонизма в формировании свойств конденсированных сред; • Какие свойства конденсированных сред обусловлены эффектом ангармонизма колебаний атомов в среднем по решетке. Уметь: • критически анализировать и излагать получаемую информацию, пользоваться учебной литературой, Internet – ресурсами • применять полученные знания в области физики при решении задач связанных с интерпретацией свойств с учетом ангармонизма. • пользоваться современной приборной базой для проведения экспериментальных и (или) теоретических физических исследований в этой области знаний. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований • навыками использования современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования); • навыками реализации информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. 	Устный опрос
ПК-2	Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • типы связей в конденсированных средах; • базовые теоретические знания фундаментальных раз- 	Мини-конференция

	<p>ретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p>	<p>делов общей и теоретической физики;</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики конденсированного состояния; • физические основы ангармонизма колебаний атомов и значимость этого эффекта в формировании свойств конденсированных сред. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики явлений обусловленных ангармонизмом колебаний решетки атомов; • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для интерпретации явлений обусловленных ангармонизмом колебаний атомов <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации, позволяющей учитывать ангармонизм колебаний решетки атомов; • методами измерения температурных зависимостей теплосоппротивления и теплового расширения явлений непосредственно связанных с ангармонизмом колебаний решетки атомов. • разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности. 	
ПК-5	Способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы метода измерения температурных зависимостей электросопротивления и теплового расширения 	Устный опрос, круглый стол

	в избранной области	<p>твердых тел в одном эксперименте;</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы формирования температурных зависимостей электрических, тепловых, магнитных, механических и оптических свойств конденсированных сред; • связь структуры с основными свойствами конденсированных сред и роль ангармонизма в формировании свойств конденсированных сред. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации при интерпретации структуры и свойств; • применять полученные знания при решении задач по учету ангармонизмом колебаний; • проводить научные исследования в области физики с помощью современной приборной <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • инновационными методами исследований структуры равновесных и неравновесных свойств, определяемых ангармонизмом колебаний; • методами термодинамических расчетов реакций и навыками решения задач по интерпретации связи свойств со структурой. 	
--	---------------------	---	--

7.2. Примерные темы для самостоятельной работы

- методы описания нелинейных неравновесных процессов и ознакомить с методами учета нелокальности в физике неравновесных процессов;
- методы описания положительной и отрицательной термической деформации;
- роль ангармонизма при формировании различных равновесных и неравновесных свойств;
- метод восстановления ангармонической части потенциала межатомного притяжения по экспериментальным данным термической деформации;
- эмпирическую закономерность, указывающую на однозначную связь между кинетическими коэффициентами и одним из основных параметров равновесной термодинамики – изобарной термической деформацией;

- обоснование эмпирической закономерности, связывающей кинетические коэффициенты с термической деформацией на основе феноменологической теории;
- обоснование эмпирической закономерности, связывающей кинетические коэффициенты с термической деформацией на основе теоремы вириала для конденсированных сред.
- следствия из эмпирической закономерности, связывающей кинетические коэффициенты с термической деформацией, в том числе критерии перехода веществ в сверх текучее, а так же в электронное и фононное сверхпроводящие состояния.
- значениями расчета потенциала межатомного взаимодействия по данным упругости и изобарной термической деформации.
- анализ экспериментальных данных и теорий равновесных и неравновесных свойств.
- восстановление силы межатомного взаимодействия по известному потенциалу межатомного взаимодействия при положительном и отрицательном термической деформации.
- восстановление потенциала межатомного притяжения, по данным изобарной термической деформации для веществ с различным типом межатомной связи.

На самостоятельную работу студентов выносятся переработка материалов лекций и семинарских занятий, подготовка к лабораторно-практическим занятиям и обработка их результатов и составление отчетов, выполнение курсовых работ, подготовка к научным докладам на семинарах и т. д.

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

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 - 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.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:

- «0 – 50» баллов – неудовлетворительно
- «51 – 65» баллов – удовлетворительно
- «66 - 85» баллов – хорошо
- «86 - 100» баллов – отлично
- «51 и выше» баллов – зачет

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

Литература

Основная:

1. Черевко А.Г. Физика конденсированного состояния. Часть 1. Кристаллы и их тепловые свойств [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Черевко. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. — 81 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69566.html>
2. Разумовская И.В. Физика твердого тела. Часть 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки [Электронный ресурс] / И.В. Разумовская. — Электрон. текстовые данные. — М. : Прометей, 2011. — 64 с. — 978-5-4263-0032-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9611.html>
3. Брандт, Николай Борисович. Электроны и фононы в металлах : Учеб. пособие для физ. спец. вузов / Брандт, Николай Борисович, Чудинов, Сергей Михайлович. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГУ, 1990. - 333,[1] с. : ил. - 0-0.
Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
4. Брандт, Николай Борисович. Экспериментальные методы исследования энергетических спектров электронов и фононов в металлах : (Физ. основы) / Брандт, Николай Борисович, Чудинов, Сергей Михайлович. - М. : Изд-во МГУ, 1983. - 405 с. : ил. ; 22 см. - 4-10. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
5. Рейсленд, Дж. Физика фононов : пер.с англ. / Рейсленд, Дж. ; под ред. Г.С.Жданова. - М. : Мир, 1975. - 365 с. - 55-00.
Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
6. Энергетический спектр фононов и тепловые свойства конденсированных сред : учебно-метод. пособие / [Д.К.Палчаев и др.] Минобрнауки России, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала : Изд-во ДГУ, 2014. - 55-00.
Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
7. Лейбфрид Г., Людвиг В. Теория ангармонических эффектов в кристаллах М.: ИЛ – 1963
8. Кителль Ч., Найт У., Рудерман М. Механика (Берклиевский курс физики). Т.1.- М.: Наука.- 1971
9. Шпольский Э.В. Атомная физика. Т.1.- М.: Наука.- 1974.
10. Новикова С.И. Тепловое расширение кристаллических твердых тел.- М.: Наука.- 1974.
11. Займан Дж. Электроны и фононы. – М.: ИЛ.- 1962.

Дополнительная литература:

1. Ашкрофт, Н. Физика твёрдого тела : [в 2-х т.]. Т.1 / Н. Ашкрофт, Н. Мермин ; пер. с англ. А.С.Михайлова; под ред. М.И.Каганова. - М. : Мир, 1979. - 399 с. : ил. - Библиогр.: с. 7 (7 назв.).- Библиогр. в конце глав. - 2-60.
Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
2. Ашкрофт, Н. Физика твёрдого тела : [в 2-х т.]. [Т.]2 / Н. Ашкрофт, Н. Мермин ; пер. с англ.: К.И.Кугеля и А.С.Михайлова; под ред. М.И.Каганова. - М. : Мир, 1979. - 422 с. : ил. ; 25 см. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 392-417. - 2-90.
Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
3. Кацнельсон, Альберт Анатольевич. Введение в физику твёрдого тела : пособие для студ. физ. спец. ун-тов / Кацнельсон, Альберт Анатольевич. - М. : Изд-во Моск. ун-та, 1984. - 294 с. - 0-85. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
4. Займан, Дж. Принципы теории твёрдого тела / Займан, Дж. ; Под ред. проф. В.Л. Бонч-Бруневича. - М. : Мир, 1974. - 472 с. : с черт. ; 22 см. - Список лит.: с. 455-464. Предм. указ.: с. 465-469. - 2-21. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
5. Тепловые свойства твёрдых тел : задания для проведения лаб. работ / М-во образования РФ, Дагест. гос. ун-т; [Сост. Палчаев Д.К., Мурлиева Ж.Х., Палчаева Х.С.] . - Махачкала : ИПЦ ДГУ, 2002. - 38 с. - 5-00.

6. Гольдаде В.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2009. — 648 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11505.html>
7. Румянцев А.В. Введение в физику конденсированного состояния вещества [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Румянцев. — Электрон. текстовые данные. — Калининград: Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2012. — 119 с. — 978-5-9971-0221-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23770.html>
8. Физика конденсированного состояния в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 04.03.02 «Химия, физика и механика материалов» / В.Н. Белко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 79 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72951.html>

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

1. Международная база данных Scopus по разделу физика полупроводников <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике физика полупроводников <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
6. Ресурсы МГУ www.nanometer.ru.
7. Методы получения наноразмерных материалов/ курс лекций и руководство к лабораторным занятиям. Екатеринбург. 2007.
8. http://www.chem.spbu.ru/chem/Programs/Bak/ultradisp_sost_SS.pdf
9. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>.
10. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
11. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредитации (<http://www.fepo.ru/>)
12. <http://www.nanometer.ru/lecture.html?id=165151&UP=156195&TP=USER>

Интернет-ресурсы

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по профилю подготовки магистра по направлению 03.04.02 – физика:

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/> Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг. (доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.пф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания(доступ будет продлен).

5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
11. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
12. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
13. Springer. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок
14. SCOPUS <https://www.scopus.com> Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору №Scopus/73 от 08 августа 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
15. Web of Science - webofknowledge.com Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017г. (*доступ будет продлен*)
16. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). - база данных зарубежных – диссертации. Доступ продлен согласно сублицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
17. Sage - мультидисциплинарная полнотекстовая база данных. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № Sage/73 от 09.01.2017 <http://online.sagepub.com/> Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
18. American Chemical Society. Доступ продлен на основании сублицензионного договора №ACS/73 от 09.01.2017 г. pubs.acs.org Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
19. Science (академическому журналу The American Association for the Advancement of Science (AAAS) <http://www.sciencemag.org/>. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № 01.08.2017г. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)

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 нанотехнологиям;
- 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;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- моделирование процессов формирования материалов из газовой, жидкой и твердой фаз.

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 PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPointViewer), AdobeAcrobatReader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

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

1. Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков исследования свойств и обработки данных обеспечивается в последующем в лабораториях при проведении Специального физического практикума (Б1.В.ОД.16). При проведении занятий используются лаборатории, оснащенные современным технологическим и измерительным оборудованием.
2. При изложении теоретического материала используется лекционная аудитория, оснащенная проекционным оборудованием и интерактивной доской. Кафедра располагает необходимыми установками, технологическим оборудованием, приборами, не только для выполнения специального физического практикума, но и выполнения соответствующих курсовых и диссертационных работ. Имеется богатая библиотека, в том числе электронные книги, копии периодических изданий и т. д.