



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепловые свойства конденсированных сред

Кафедра физика конденсированного состояния и наносистем

Образовательная программа

03.04.02 – Физика

Профиль подготовки:

Физика наносистем

Уровень высшего образования:

Магистратура

Форма обучения:

Очная

Статус дисциплины:

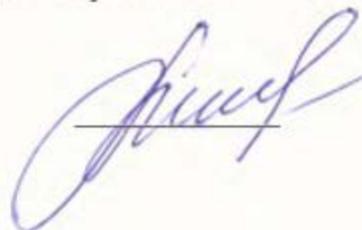
по выбору

Махачкала 2020

Рабочая программа дисциплины «Тепловые свойства конденсированных систем» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 – Физика, профиль подготовки «Физика наносистем» (уровень: магистратура) от «28» августа 2015 г. №913.

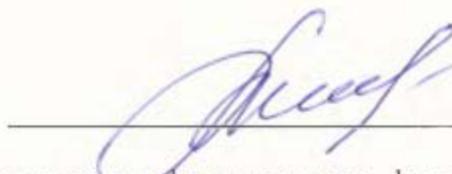
Разработчики: кафедра физики конденсированного состояния и наносистем.

Палчаев Д.К., д.ф.-м.н., профессор



Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры физики конденсированного состояния и наносистем от «22» 02 2020г., протокол № 6

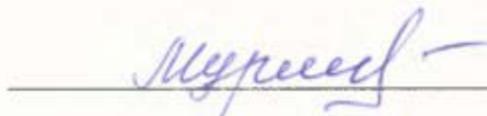
Зав.кафедрой



Рабаданов М.Х.

на заседании методической комиссии физического факультета от «28» 02 2020 г., протокол № ___.

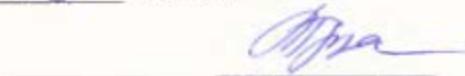
Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласовано с учебно-методическим управлением «23» 03 2020 г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Тепловые свойства конденсированных сред» входит в Блок 1, вариативную часть – дисциплина по выбору, образовательной программы магистратуры по направлению 03.04.02– Физика.

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением тепловых свойств конденсированных сред, с учетом структурных особенностей функциональных материалов, в том числе наноструктурированных систем, физической сущности явлений, происходящих в этих материалах при тепловых возбуждениях и наличии градиента температуры.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *общепрофессиональных*: ОПК– 6; *профессиональных*: ПК–2, ПК–3.

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, выступление на семинаре фронтальный опрос и промежуточной аттестации зачет.

Объем дисциплины **2** зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий: **72** ч.

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе зачет	Форма промежуточной аттестации зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
А	72	8		10			54	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Основная цель данного курса состоит в том, чтобы магистры, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания о тепловых свойствах при различных внешних воздействиях и физической сущности явлений, происходящих в этих материалах при тепловых возбуждениях и наличии градиента температуры.

В лекциях будет обращать внимание на признанные положения теории и практики, которыми должны руководствоваться магистранты, при исследовании и интерпретации тепловых свойств конденсированных сред, в том числе наноструктурированных.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Тепловые свойства конденсированных сред» входит в блок **Б1.В.ДВ.7.2.** образовательной программы (ФГОС ВО) магистратуры по направлению 03.04.02– «Физика», профиля подготовки «Физика наносистем».

Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью использовать теоретические знания в области общей физики, квантовой механики, теоретической физики, статистической физики для решения конкретных практических задач на примере задач по теплофизическим свойствам

Магистры, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания в объеме знаний курса общей физики и физики конденсированного состояния и наносистем, квантовой механики, статистической физики, физики фазовых переходов.

Данная дисциплина является базовой для дальнейшего изучения дисциплин: тепловых свойства конденсированных сред.

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

Студенты в ходе изучения дисциплины должны современные представления теплофизических свойствах конденсированных сред.

Знать: физическую сущность явлений, происходящих в конденсированных средах в условиях производства и эксплуатации; взаимосвязь структуры материалов с их тепловыми свойствами.

Уметь: оценивать явлений, происходящих в конденсированных средах при воздействии на них различных эксплуатационных факторов; обоснованно выбирать материал;

Владеть: навыками работы с приборами, позволяющими определять тепловые свойства и оценивать функциональные характеристики материалов.

Код компетенции из ФГОС ВО	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК – 6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современные представления об особенностях формирования тепловых свойств; • теоретические модели описывающие тепловые свойства; • разнообразные практические приложения. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики твёрдого тела и функциональных материалов; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физики функциональных материалов; • проводить научные исследования тепловых свойств с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами исследования и интерпретации тепловых свойств материалов; • методами термодинамических расчетов и анализа экспериментальных результатов; • навыками решения задач по интерпретации связи свойств со структурой.
ПК-2	способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и

	<p>научных исследований в инновационной деятельности</p>	<p>теоретической физики;</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики функциональных и наноструктурированных материалов; • методики получения функциональных материалов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики функциональных и наноструктурированных материалов; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями формирования функциональных и наноструктурированных материалов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики функциональных и наноструктурированных материалов. • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики функциональных и наноструктурированных материалов. • владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.
ПК-3	<p>Способность принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно – инновационных исследованиях и инженерно – технологической деятельности.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • инновационные методы исследований тепловых свойств материалов и как решаются задачи по интерпретации связи свойств со структурой; • что востребовано практикой на текущий момент и как решать научно – инновационные задачи и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований в области физики наносистемы решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • техникой экспериментальных исследований теплового расширения, теплоемкости и теплового расширения материалов,

		<ul style="list-style-type: none"> • методами термодинамических расчетов и анализа, • владеть знаниями, необходимыми для решения научно-инновационных задач по физике конденсированного состояния
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет **3** зачетные единицы, **108** академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу магистров и трудоемкость в часах				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практич. занятия	Контроль	самостоятельная раб.	
Модуль 1								
1	Тепловое расширение конденсированных сред. Положительный и отрицательный ангармонизм колебаний. Тепловое расширение в области перехода порядок - беспорядок	A	1-2	2	2		11	Фронтальный опрос
2	Теплоемкость конденсированных сред. Решеточная теплоемкость. Теплоемкость электронного газа. Теплоемкость в области перехода порядок - беспорядок	A	3-5	2	3		11	семинарское занятие
Рубежная контрольная сам. работа			5			2		контрольная работа
Всего за модуль				4	5	2	22	
Модуль 2								
5	Теплопроводность конденсированных сред. Фононная и электронная теплопроводности. Теплопроводность материалов с аморфной структурой	A	5-7	2	3		14	семинарское занятие
7	Тепловые свойства наноструктурированных диэлектрических материалов.	A	8-9	2	2		14	семинарское занятие

	Сегнеторелаксорах, мультиферроиках.							
Рубежная контрольная сам. работа		9			2			контрольная работа
Всего за модуль			4	5	2	28		
Итого			8	10	4	50		зачет

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

Модуль 1.

Тема 1.

Гармонические и ангармонические колебания кристаллической решетки. Тепловое расширение конденсированных сред. Положительный и отрицательный ангармонизм колебаний. Тепловое расширение области перехода порядок - беспорядок

Тема 2.

Акустические и оптические колебания Дисперсии упругих волн. Фононы. Теплоемкость конденсированных сред. Решеточная теплоемкость. Теплоемкость электронного газа. Температурные зависимости решеточной и электронной теплоемкостей Теплоемкость в области перехода порядок – беспорядок.

Модуль 2.

Тема 3.

Теплопроводность конденсированных сред. Фононная и электронная теплопроводности. Теплопроводность решеточная и электронная. Закон Видемана – Франца для электронной теплоемкости и теплопроводности. Теплопроводность материалов с аморфной структурой

Тема 4.

Связь теплопроводности с коэффициентом теплового расширения при положительном и отрицательном ангармонизмах колебаний атомов Характеристическое фононное теплосоппротивление.

5. Образовательные технологии: В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов предусмотрены лекции в сочетании с научными экспериментами на установках кафедры. Активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамены, компьютеры. В течение семестра магистры решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 6 часов из 20 часов аудиторных занятий.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок. Для выполнения физического практикума по физике наносистем и подготовке к практическим (семинарским) занятиям разработаны учебно-методические пособия и разработки, которые в сочетании с внеаудиторной работой способствуют формированию и развития профессиональных навыков обучающихся.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым магистры имеют свободный доступ.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов, академических институтов России и зарубежных ученых.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы магистров.

Промежуточный контроль. В течение семестра магистры выполняют:

- повторение пройденного материала;
 - подготовка 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;
- написание курсовых работ по проблемам дисциплины " теплофизические свойства конденсированных сред»

Итоговый контроль. Зачет в конце 1 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

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
ОПК-6	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современные представления об особенностях формирования тепловых свойств; • теоретические модели описывающие тепловые свойства; • разнообразные практические приложения. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в области физики твёрдого тела и функциональных материалов; • применять полученные знания при решении задач на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по физики функциональных материалов; • проводить научные исследования тепловых свойств с помощью современной приборной (в том числе сложного физического оборудования) базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. <p>Владеть:</p>	Устный опрос, письменный опрос

	<ul style="list-style-type: none"> • методами исследования и интерпретации тепловых свойств материалов; • методами термодинамических расчетов и анализа экспериментальных результатов; • навыками решения задач по интерпретации связи свойств со структурой. 	
ПК-2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • теоретические основы, основные понятия, законы и модели общей физики; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики; • методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики функциональных и наноструктурированных материалов; • методики получения функциональных материалов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области физики функциональных и наноструктурированных материалов; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями формирования функциональных и наноструктурированных материалов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой и теоретическими основами анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики функциональных и наноструктурированных материалов. • методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической информации в области физики функциональных и наноструктурированных материалов. • владеть разделами физики, необходимыми для решения научно – инновационных задач и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности. 	Устный опрос, письменный опрос
ПК-3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • инновационные методы исследований тепловых свойств материалов и как решаются задачи по интерпретации связи свойств со структурой; • что востребовано практикой на текущий момент и как решать научно – инновационные задачи и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований в области физики наносистемами решать их с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • техникой экспериментальных исследований теплового расширения, теплоемкости и теплового расширения материалов, • методами термодинамических расчетов и анализа, • владеть знаниями, необходимыми для решения научно- 	Устный опрос, письменный опрос

	инновационных задач по физики конденсированного состояния	
--	---	--

7.2. Типовые контрольные задания

1. Электронная теплоемкость металлов.
2. Фононная теплоемкость диэлектриков.
3. Магнонная теплоемкость. Спиновые волны.
4. Магнетокалорический эффект и магнитное охлаждение.
5. Тепловые свойства высокотемпературных сверхпроводников.
6. Тепловые свойства манганитов и модель двойного обмена.

Вопросы для текущего контроля, промежуточной аттестации

1. Обратная решетка.
2. Колебания линейных цепочек.
3. Общая классификация колебательных мод.; число различных мод; акустические и оптические колебания.
4. Закон Дюлонга и Пти. Область применения этого закона.
5. Понятие о функции распределения частот в твердом теле.
6. Колебания неидеальных решеток, локальные моды.
7. Классическая и квантовая теория теплоемкости твердого тела.
8. Квантование колебаний решетки; фононы.
9. Приближение Дебая.
10. Ангармонизм колебаний кристаллических решеток.
11. Основы теории Дебая теплоемкости твердых тел.
12. Определение дебаевской температуры.
13. Связь дебаевской температуры и скорости распространения волн в кристаллах.
12. Тепловые свойства (теплоемкость, теплопроводность, тепловое расширение).
13. Связь фононной теплопроводность с коэффициентом Тепловое расширение.

Примерные тесты для текущего и промежуточного контроля

- 1) Конечная величина теплопроводности твердых тел обусловлена:
 - 1) процессами переброса или U – процессами
 - 2) нормальными или N – процессами
 - 3) N- и U - процессами одновременно
 - 4) рассеянием электронов на фононах
 - 5) рассеянием электронов на примесях и дефектах.
- 2) Физический смысл температуры Дебая Q_D в том, что при этой температуре:
 - 1) частота $\omega_D = \frac{k_0 Q_D}{\hbar}$ имеет порядок минимальной частоты фононов
 - 2) тепловая энергия $k_0 Q_D$ равна минимальной энергии одного кванта колебаний решетки
 - 3) тепловая энергия $k_0 Q_D$ равна максимальной энергии одного кванта колебаний решетки

- 4) тепловая энергия $k_0 Q_D$ равна средней энергии одного кванта колебаний решетки.
- 3) В цепочке, состоящей из атомов двух сортов, возможны два типа колебаний с одной и той же длиной волны – акустические и оптические. При этом:
- 1) во всех модах колебания соседних атомов цепочки происходят в противофазе
 - 2) для акустических мод колебания соседних атомов цепочки происходят в противофазе, для оптических мод – в фазе
 - 3) во всех модах колебания соседних атомов цепочки происходят в фазе
 - 4) для акустических мод колебания соседних атомов цепочки происходят в фазе, для оптических мод – в противофазе;
 - 5) среди ответов а-г нет правильного.
- 4) При учете ангармонизма колебаний тепловое расширение твердых тел связано с тем, что при повышении температуры:
- 1) увеличивается амплитуда колебаний атомов, а среднее расстояние между ними остается неизменным
 - 2) увеличивается не только амплитуда колебаний атомов, но также происходит увеличение средних расстояний между ними
 - 3) увеличивается среднее расстояние между атомами при неизменной амплитуде их колебаний
 - 4) амплитуда колебаний атомов и среднее расстояние между ними не изменяются
 - 5) амплитуда колебаний атомов уменьшается, а среднее расстояние между ними возрастает.
- 5) Какое из приведенных выражений соответствует теплоемкости решетки при низких температурах по модели Эйнштейна:
- 1) $C = 3Nk_0 \frac{\hbar\omega}{k_0T} e^{-\frac{\hbar\omega}{k_0T}}$
 - 2) $C = \frac{12}{5}\pi^4 Nk_0 \frac{T}{Q}^3$
 - 3) $C = \frac{9}{2}Nk_0$
 - 4) $C = \frac{\pi^2}{2}Nk_0 \frac{k_0T}{E_F}$
 - 5) $C = 3Nk_0$.
- 6) В объемном кристалле для каждого значения волнового вектора k имеет место три моды колебаний:
- 1) одна из них T соответствует поперечной, а две другие L_1 и L_2 – продольным волнам;
 - 2) одна из них L соответствует продольной, а две другие T_1 и T_2 - поперечным волнам;
 - 3) все три моды являются поперечными T_1, T_2 и T_3 ;
 - 4) все три моды являются продольными L_1, L_2 и L_3 .
- 7) Кванты энергии колебаний решетки названы:
- 1) фононами
 - 2) фотонами
 - 3) магнонами
 - 4) экситонами
 - 5) плазмонами.
- 8) Чему равна решеточная теплоемкость при $T=0$ К?
1. 0; 2. 1; 3. R; 4. 2R; 5. 3R.
- 9) В какой области температур решеточная теплоемкость пропорциональна T^3 ?
1. $T=0$ К; 2. $T<\theta_D$; 3. $T>\theta_D$; 4. $T<\theta_D/100$; 5. $T=T_{пл}$.
- 10) Чему равен коэффициент теплопроводности решетки при $T=0$ К?
- 1) 0. 2) 1. 3) ∞ . 4) R. 5) $3/2R$.

- 11) Какой механизм переноса тепла является основным в металлах в области $T > \theta_D$?
- 1) Фононный. 2) Электронный. 3) Фотонный. 4) Увлечения. 5) Фононный, электронный, фотонный, увлечение.
- 12) При какой температуре длина свободного пробега равна размеру образца?
- 1) $T=0$; 2) $T > \theta_D$; 3) $T=T_{\max}$; 4) $T=\theta_D$; 5) $T < \theta_D$.
- 13) В какой области температур спиновая теплоемкость магнито-упорядоченной фазы превосходит фононную?
- 1) $T < \theta_D$; 2) $T=\theta_D$; 3) $T > \theta_D$; 4) $T=T_c$; 5) $T \ll \theta_D$.

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

Литература

Основная:

- Черевко А.Г. Физика конденсированного состояния. Часть 1. Кристаллы и их тепловые свойства [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>
- Физика твёрдого тела / Блейкмор, Джон ; Под ред. Д.Г. Андрианова, В.И. Фистуля. - М. : Мир, 1988. - 608 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 11-12. Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 599-606. - ISBN 5-03-001256-7 : 3-00. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
- Блатт, Фрэнк Дж. Физика электронной проводимости в твёрдых телах / Блатт, Фрэнк Дж. ; Пер. с англ. Г.Л. Краско и Р.А. Сурица. - М. : Мир, 1971. - 470 с. : ил. ; 22 см. - 2-22. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
- 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
- Киттель, Чарлз. Введение в физику твёрдого тела / Киттель, Чарлз ; пер. А.А.Гусева и А.В.Пахнева; под общ. ред. А.А.Гусева. - М. : Наука, 1978. - 791 с. : ил. ; 22 см. - Список лит.: с. 769-791. - 2-10. Местонахождение: Научная библиотека ДГУ
- 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.
- 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

Дополнительная литература

1. 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>
2. 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>

9. 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 Росаккредагентства (<http://www.fepo.ru/>)

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 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 библиотеке 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.рф/>. 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 госуниверситета.
 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 магистрам во время занятий:

- рабочие тетради магистров;
- наглядные пособия;
- словарь терминов по физике газового разряда;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа магистров:

- 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;
- моделирование кинетических процессов в плазме объемного разряда;

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.Б2) в 10 (А) семестре. 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, копий периодических изданий и т. д.