



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы физики конденсированного состояния

Кафедра теоретической и математической физики, физического факультета

Образовательная программа

03.03.02 Физика

Профили подготовки

фундаментальная физика, медицинская физика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: вариативная, обязательная

Махачкала 2017

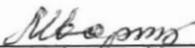
Рабочая программа дисциплины составлена в 2015 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 - «Физика» (уровень бакалавриат) от «7» августа 2014г. № 937.

Разработчик: Абдулвагабов Мизафрудин Шахович, кафедра теоретической и математической физики, к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры теоретической и математической физики от «29» марта 2017г., протокол № 7.

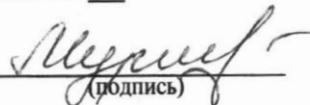
Зав. кафедрой


(подпись)

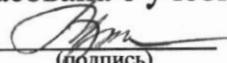
Мусаев Г.М.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» марта 2017г., протокол № 8.

Председатель


(подпись)

Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «3» апреля 2017г. 
(подпись) Гасангаджиева А.Г.

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация рабочей программы дисциплины	4
1. Цели освоения дисциплины	5
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата	5
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).....	6
4. Объем, структура и содержание дисциплины.....	8
4.1. Объем дисциплины.....	8
4.2. Структура дисциплины.	8
4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).	9
5. Образовательные технологии	10
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.....	11
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	12
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.	12
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.	14
7.3. Типовые контрольные задания.....	16
7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.	17
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.	19
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	19
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	20
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.	21
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	21

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Основы физики конденсированного состояния» входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 - «Физика» и является обязательной для изучения.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой теоретической и математической физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных методов теоретического описания, расчетами, качественного и количественного анализа динамических систем, общих для любых физических систем, как будущей основы многих специальных дисциплин: физика плазмы, квантовая электродинамика, теория ускорителей, ядерная физика, физика твердого тела, электрических и магнитных измерений.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

общекультурных – ОК-1;

общепрофессиональных – ОПК-1, ОПК-2;

профессиональных – ПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельную работу.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольной работы и коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
7	72	18	-	36	-	-	18	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Освоение материала данного курса поможет студентам целно воспринять знания, полученные не только по дисциплинам теоретической физики, но и по прикладным дисциплинам. Лекционный курс посвящен изложению основ квантовой теории твердого тела и ставит целью подготовить студента к проведению самостоятельных научно-исследовательских работ по физике конденсированного состояния.

Особое внимание уделяется квантово - механическим основам физики твердого тела, формированию понятия квазичастицы, умению использовать кинетическое уравнение для расчета кинетических коэффициентов низкоразмерных электронных систем, знакомство с элементами нелокальной теории теплопроводности на базе дробного исчисления.

Программа составлена с учетом знаний и навыков, полученных студентами при изучении общих дисциплин по теоретической физике, читаемых на физическом факультете.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 - «Физика». Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: квантовая механика, квантовая электродинамика, уравнения математической физики, квантовая статистическая физика. Является основополагающей вместе с такими дисциплинами как: статистическая физика, термодинамика, математический анализ, аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление, уравнения математической физики, механика, электричество и магнетизм, оптика, теоретическая механика, высшая математика, квантовая механика.

В результате изучения дисциплины специалист должен:

- иметь представления об адиабатическом принципе в конденсированном состоянии;
- овладеть основами расчета энергетического спектра электронной и фононной подсистем;
- знать понятие квазичастицы и особенности энергетического спектра ;
- рассчитать плотности состояний низкоразмерных электронных систем;
- уметь применить кинетическое уравнение для расчета кинетических коэффициентов;
- знать современное состояние нелокальной теории теплопроводности в дробном исчислении.

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	способность использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • историю развития и современные проблемы физики конденсированного состояния, связь методов и разделов физики конденсированного состояния; • становление физики конденсированного состояния как науки. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оценивать следствия решений, принимаемых при выборе тех или иных методов решения конкретных задач физики конденсированного состояния. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами, уравнениями физики конденсированного состояния для решения инженерных задач.
ОПК-1	способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке).	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные законы динамики колебаний решетки и электронные состояния системы; • основные статистические свойства твердых тел; • кинетические и оптические свойства твердых тел; <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использования основных физических законов и принципов в практических приложениях.

<p>ОПК-2</p>	<p>способность 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>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • законы и принципы физики конденсированного состояния; • физические явления взаимодействия между электронами; • основные кинетические уравнения твердого тела. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать методы абстракции, физического и математического моделирования для решения конкретных задач в области физики конденсированного состояния.
<p>ПК-1</p>	<p>способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных дисциплин.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • новейшие достижения науки и техники и существующие проблемы в физике конденсированного состояния. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • объяснить физические наблюдаемые природные и другие явления с помощью законов и методов теоретической физики. <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применения основных методов теоретического анализа для решения естественнонаучных задач; • анализа полученных экспериментальных результатов в исследовании процессов, происходящих в микромире, адекватное соответствие результатов той или иной теоретической модели.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы - 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) / Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Трудоемкость	Лекции	Практич. занятия	Самостоят. работа	
Модуль 1. Электронные состояния.							
1.	Адиабатический принцип Борна-Эренфеста. Состояние электронов в кристаллической решетке. Зоны Бриллюэна.	7	8	2	4	2	опрос
2.	Примеси и примесные уровни. Дефекты. Статистика носителей заряда.		8	2	4	2	опрос
3.	Неравновесные электроны и дырки. Квазичастицы.		8	2	4	2	опрос
4.	Рассеяние носителей заряда, проводимость и кинетические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников.		12	2	6	4	опрос
Итого по модулю 1			36	8	18	10	коллоквиум
Модуль 2. Оптические свойства.							
1.	Акустические и оптические фононы, плазмоны, экситоны Френкеля и Ванье.	8	8	2	4	2	опрос
2.	Конденсация бозонов. Сверхтекучесть. Электрон-фононные взаимодействия. Полярон Фрелиха.		8	2	4	2	опрос

3.	Взаимодействие света с кристаллической решеткой, поляритоны. Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников.		12	4	6	2	опрос
4.	Поверхностные состояния электронов. Состояния электронов в структурах с пониженной размерностью.		8	2	4	2	опрос
Итого по модулю 2			36	10	18	8	зачет
ИТОГО			72	18	36	18	

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

Модуль 1. Электронные состояния.

Адиабатический принцип Борна-Эренфеста. Состояние электронов в кристаллической решетке. Зоны Бриллюэна, энергетические зоны. Примеси и примесные уровни. Дефекты. Статистика носителей заряда. Неравновесные электроны и дырки. Рассеяние носителей заряда, проводимость и кинетические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников. Квазичастицы.

Модуль 2. Оптические свойства.

Акустические и оптические фононы, плазмоны, экситоны Френкеля и Ванье. Конденсация бозонов. Сверхтекучесть. Электрон-фононные взаимодействия. Полярон Фрелиха. Взаимодействие света с кристаллической решеткой, поляритоны. Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников. Поверхностные состояния электронов. Состояния электронов в структурах с пониженной размерностью.

Темы и задачи практических занятий

Модуль 1. Электронные состояния.		
Название темы	Содержание темы	Объем в часах
Состояния электронов в кристаллической решетке.	Кристаллические решетки. Уравнение Шредингера для кристалла.	2
	Зоны Бриллюэна, энергетические зоны.	2
Примеси. Дефекты.	Примеси, дефекты в кристаллах.	2
	Уравнение Шредингера для примесных состояний и его решение.	2
Статистика носителей	Статистика носителей заряда.	2

заряда.	Неравновесные электроны и дырки.	2
Кинетические свойства.	Кинетическое уравнение.	2
	Электропроводность.	2
	Кинетические коэффициенты. Времена релаксации.	2
Модуль 2. Кинематика твердого тела.		
Акустические и оптические фононы, плазмоны.	Свойства колебаний решетки.	2
	Плазменные колебания. Оптические колебания в кристаллах.	2
Электрон-фононные взаимодействия.	Фотон-фоннонные переходы	2
	Междузонные переходы	2
Взаимодействия света с кристаллической решеткой.	Макроскопическая теория. Дисперсия и поглощение	6
Состояние электронов в структурах пониженной размерностью.	Энергетический спектр низкоразмерных электронных систем.	4

5. Образовательные технологии

В течение семестра студенты посещают лекции, 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.

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

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

Для подготовки к занятиям также подготовлен электронный курс лекций, который в скором времени разместят на сайте ДГУ. Данный электронный курс лекция будет способствовать подготовке к сдаче зачета.

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:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- решение некоторых задач с применением компьютера.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Адиабатический принцип Борна Эренфеста.	Теория возмущений с учетом адиабатического принципа Борна-Эренфеста. Уравнения Шредингера для электронной и фононной подсистем. Параметр неадиабатичности.
Кристаллический потенциал. Примесные состояния.	Симметрия кристалла и особенности кристаллического потенциала. Волновая функция для электронной подсистемы и теорема Блоха. Зона Бриллюэна и классификация энергетического спектра металлов, полупроводников и диэлектриков. Уравнение Шредингера для примесного центра. Особенности энергетического спектра Металлов, полупроводников и диэлектриков.
Статистика носителей заряда. Квантовое кинетическое уравнение для металлов, полупроводников. Квазичастицы в конденсированных средах.	Расчет тензора диэлектрической проницаемости на основе кинетического уравнения. Дисперсионное уравнение для спектра коллективных возбуждений. Плазменные волны.
Теория БКШ для сверхпроводимости.	Кинетические уравнения для сверхпроводников в формализме Каданова Бейма.
Оптические свойства конденсированных сред.	Система кинетических уравнений и уравнений электродинамики для конденсированных сред и их решения для конкретных сред. Нормальная и аномальная дисперсия света.
Электронные свойства низкоразмерных электронных систем. Особенности хемосорбции на низкоразмерных электронных системах.	Расчет плотности состояний для электронных подсистем размерно-квантованная пленка, квантовая нить, квантовая точка, графен. Перенормировка энергии атома на низкоразмерных электронных системах.

Результаты самостоятельной работы учитываются при аттестации бакалавра (зачет). При этом проводятся: тестирование, опрос на практических занятиях, заслушиваются доклады, проверка контрольных работ и т.д.

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>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • историю развития и современные проблемы физики конденсированного состояния, связь методов и разделов физики конденсированного состояния; • становление физики конденсированного состояния как науки. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • оценивать следствия решений, принимаемых при выборе тех или иных методов решения конкретных задач физики конденсированного состояния. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами, уравнениями физики конденсированного состояния для решения инженерных задач. 	Устный опрос, письменный опрос
ОПК-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные законы динамики колебаний решетки и электронные состояния системы; • основные статистические свойства твердых тел; • кинетические и оптические свойства твердых тел; 	Устный опрос, письменный опрос

	<p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> использования основных физических законов и принципов в практических приложениях. 	
ОПК-2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> законы и принципы физики конденсированного состояния; физические явления взаимодействия между электронами; основные кинетические уравнения твердого тела. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> использовать методы абстракции, физического и математического моделирования для решения конкретных задач в области физики конденсированного состояния. 	Разноуровневые задачи и задания
ПК-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> новейшие достижения науки и техники и существующие проблемы в физике конденсированного состояния. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> объяснить физические наблюдаемые природные и другие явления с помощью законов и методов теоретической физики. <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> применения основных методов теоретического анализа для решения естественнонаучных задач; анализа полученных экспериментальных результатов в исследовании процессов, происходящих в микромире, адекватное соответствие результатов той или иной теоретической модели. 	Письменный опрос

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

ОК-1

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

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знакомство с методами решения и уравнениями физики конденсированного состояния.	Знание основных методов решения задач физики конденсированного состояния.	Умеет и знает какие методы лучше применять для решения конкретных проблем в области физики конденсированного состояния.	Может самостоятельно составлять задачи и решать их. Способен учитывать различные граничные условия для решения достаточно трудных проблем и задач в области физики конденсированного состояния.

ОПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о целях, задачах физики конденсированного состояния, основных ее уравнениях и понимании их важности.	Знает основные законы физики конденсированного состояния, смысл понятий и обозначений.	Может применять знания для решения конкретных задач и анализировать полученные решения.	Умеет самостоятельно решать задачи и составлять их.

ОПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «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».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Понимает, что полученные знания используются при составлении математических моделей профессиональных, встречаемых на практике задач и умеет оценивать границы применимости методов.	Может выяснить какие задачи, какими способами решать.	Умеет оценить с какой точностью можно найти необходимый параметр.	Самостоятельно может находить литературу по нужной теме, сопоставить различные точки зрения на решение конкретных проблем.

ПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных дисциплин».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	Полученные знания может использовать для решения простейших проблем в смежных дисциплинах.	Умеет корректно поставить граничные условия для рассматриваемой проблемы.	Может демонстрировать применение методов физики конденсированного состояния для нахождения ответов при рассмотрении задач из квантовой теории.	Всесторонне может изложить границы применимости тех или иных законов физики конденсированного состояния.

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

7.3. Типовые контрольные задания.

7.3.1. Перечень вопросов к зачету.

1. Кристаллическая структура и решетки с базисом.
2. Решетка Бравэ и основные векторы.
3. Примитивная ячейка, ячейка Вигнера - Зейтца и условная решетка.
4. Обратная решетка.
5. Волновая функция свободно движущегося электрона.
6. Уравнение Шредингера для кристалла.
7. Адиабатическое приближение и валентная аппроксимация.
8. Одноэлектронное приближение.
9. Метод Хартри - Фока.
10. Периодический потенциал Теорема Блоха.
11. Зоны Бриллюэна.
12. Энергетические зоны в приближении свободных электронов.
13. Метод сильно связанных электронов.
14. Примеси на дефекты.
15. Элементарная теория примесных состояний. Примесные уровни.
16. Дефекты.
17. Статистика носителей заряда.
18. Тензор массы. Электроны и дырки.
19. Рассеяние носителей заряда
20. Кинетическое уравнение.
21. Электропроводность.
22. Кинетические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников.
23. Квазичастицы.
24. Оптические константы.
25. Макроскопическая теория взаимодействия света с твердым телом.
26. Акустические и оптические фононы.
27. Плазмоны. Плазменные колебания.
28. Экситоны Френкеля и Ванье.
29. Конденсация бозонов.
30. Взаимодействия света с кристаллической решеткой.
31. Оптические свойства диэлектриков, металлов и полупроводников.
32. Поверхностные состояния электронов.
33. Состояния электронов в структурах с пониженной размерностью.

7.3.2. Тематика контрольных работ.

1. Группа симметрии кристаллической решетки.
2. Зоны Бриллюэна для различных кристаллических решеток.
3. Плотность состояний.
4. Электроны в слабом периодическом потенциале.
5. Энергетический спектр электронов в кристалле. Модель Кронига - Пеппи.
6. Уравнение движение в представлении Ванье.
7. Кинетические свойства. Вычисление времени релаксации.
8. Дисперсия и поглощение.
9. Локализованные состояния, связанные с поверхностью.
10. Состояния электронов в структурах с пониженной размерностью.
11. Статистика Ферми для электронов.
12. Статистика носителей заряда в полупроводнике.

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

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

Текущий контроль по дисциплине включает:

Лекции

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на лекциях – 15 баллов,
- устный опрос, тестирование, коллоквиум – 60 баллов,
- и др. (доклады, рефераты) – 15 баллов.

Практические занятия

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на практических занятиях – 15 баллов,
- выполнение домашних работ – 15 баллов,
- выполнение самостоятельных работ – 20 баллов,
- выполнение контрольных работ – 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 60 баллов,
- письменная контрольная работа – 30 баллов,
- тестирование – 10 баллов.

Критерии оценок на 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 разъяснять 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 разъяснять 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 разъяснять 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 разъяснении 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.

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»-балльную 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.

а) основная литература:

1. Пайерлс Р. Квантовая теория твердых тел [Текст]: монография / Р. Пайерлс, пер. с англ. А.А. Абрикосова. – М.: издательство иностранной литературы, 1956. – 259 с.;
2. Китель Ч. Квантовая теория твердых тел [Текст] / Ч. Китель, пер. с англ. А.А. Гусева – М.: Наука, 1967. – 491 с.;
3. Займан Дж. Принципы теории твердого тела [Текст] / Дж. Займан, 2-е изд. – М.: Мир, 1974. – 472 с.;
4. Петров Ю.В. Основы физики конденсированного состояния [Текст] / Ю.В. Петров – М.: Лань, 2013. – 216 с.;
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика [Текст]: Учебное пособие в 10 т., Статистическая физика. Теория конденсированного состояния / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – Изд.5, испр. 2015. – Т.9. – Ч.2. – 440 с.;
6. Байков Ю.А., Кузнецов В.М. Физика конденсированного состояния [Текст]: учебник для высшей школы / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов – БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 293 с. – ISBN: 9785996322596;

б) дополнительная литература:

1. Блат Ф. Дж. Теория подвижности электронов в твердых телах [Текст] / Блат. Ф. Дж. – М., Л.: ГИФМЛ, 1963. – 224 с.;
2. Джонс Г. Теория зон бриллюэна и электронные состояния в кристаллах [Текст] / Г. Джонс; пер. с англ., под ред. В. Л. Бонч-Бруевича. – М.: Мир, 1968. – 264 с.;
3. Харрисон У. Псевдопотенциалы в теории металлов [Текст] / У. Харрисон – М.: Мир, 1968. – 367 с.;
4. Каллуэй Дж. Теория энергетической зонной структуры [Текст] / Дж. Каллуэй – М.: Мир, 1969. – 360 с.;
5. Анималу А. Квантовая теория кристаллических твердых тел [Текст] / А. Анималу. – М.: Мир. 1981 г. – 576 с.

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

1. Международная база данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier <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. <http://physweb.ru/db/section/e190500000>
7. Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ <http://lib.mexmat.ru/>
8. Научно-образовательный центр при МИАН <http://www.mi.ras.ru/>
9. Книги по электродинамике <http://www.sciteclibrary.ru/cgi-bin/yabb2/YaBB.pl?num=1170686788>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

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

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций и семинаров, выполнение предлагаемых заданий в виде задач, тестов и устных вопросов.

На лекциях рекомендуется деятельность студента в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование лекции. На семинарских занятиях деятельность студента заключается в активном обсуждении задач, решенных другими студентами, решении задач самостоятельно, выполнении контрольных заданий. В случае, если студентом пропущено лекционное или семинарское занятие, он может освоить пропущенную тему самостоятельно с опорой на план занятия, рекомендуемую литературу и консультативные рекомендации преподавателя.

В целом рекомендуется регулярно посещать занятия и выполнять текущие задания, что обеспечит достаточный уровень готовности к сдаче зачета.

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

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

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

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях факультета.

Технические средства обучения, используемые в учебном процессе для освоения дисциплины:

1. компьютерное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
2. пакет плакатов и графиков, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
3. электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.