

ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Одобрено на заседании  
Ученого совета ИАТЭ  
НИЯУ МИФИ, протокол  
№25.8 от 25.08.2025

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

---

Физика конденсированного состояния

*название дисциплины*

для направления подготовки

---

22.04.01 - Материаловедение и технологии материалов

*код и название направления подготовки*

образовательная программа

---

Композиты и материалы фотоники

Форма обучения: очная

**г. Обнинск**

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель дисциплины – совершенствование и дальнейшее развитие полученных ранее знаний как по комплексу основополагающих математических дисциплин так и по базовым для этой дисциплины разделам физики, то есть, по механике сплошных сред, термодинамике и статистической физике, электродинамике и квантовой механике.

Задачи дисциплины – усвоить базовые концепции физики конденсированного состояния вещества, методы решения задач по физике твердого тела, ознакомиться с постановками классических физических экспериментов.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее - ОП) МАГИСТРАТУРЫ**

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части;

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения следующих дисциплин:

«Теория упругости», либо «Механика сплошных сред»

«Квантовая механика»

«Термодинамика и статистическая физика»

«Электродинамика»

«Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия»

«Деловой иностранный язык»

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Математическое моделирование и современные проблемы наук о материалах, Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов, Методы планирования и анализа технологий материалов, Научная работа, Преддипломная практика.

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения ОП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| <b>Код компетенции</b> | <b>Результаты освоения ООП</b> | <b>Перечень планируемых результатов обучения</b> |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|

|        |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1. | Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов                                                                       | 3-ОПК-1 Знать основы физики конденсированного состояния, современные представления о структуре материалов и технологических процессов получения конструкционных и функциональных материалов;<br>У-ОПК-1 Уметь решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов;<br>В-ОПК-1 владеть навыками исследования материалов и производственной деятельности в области материаловедения.                                                                                                               |
| ОПК-5  | Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях | 3-ОПК-5 Знать основные методы оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований;<br>У-ОПК-5 Уметь оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях<br>В-ОПК-5 Владеть навыками оценки результатов научно-технических разработок, научных исследований и обоснования собственного выбора, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях. |
| ПК-1   | Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов                                            | 3-ПК-1 Знать основные методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов;<br>У-ПК-1 Уметь использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности                                                                                                                                                                                                                                          |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | технологических процессов;<br>В-ПК-1 Владеть навыками моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК-2  | Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания | З-ПК-2 Знать основные физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании.<br>У-ПК-2 Уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов;<br>В-ПК-2 Владеть навыками проведения комплексных исследований, применяя стандартные и сертификационные испытания. Владеть методами моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов |
| УКЦ-1 | Способен решать исследовательские, нацеленные на научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде                                                                          | З-УКЦ-1 Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы<br>У-УКЦ-1 Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности<br>В-УКЦ-1 Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий                                                                                                                            |

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели | Задачи воспитания | Воспитательный потенциал |
|------------------|-------------------|--------------------------|
|------------------|-------------------|--------------------------|

|                                | (код)                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| воспитания                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                 | дисциплин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Профессиональное<br>воспитание | Создание условий,<br>обеспечивающих:<br>- формирование культуры<br>безопасности при работе<br>с<br>лазерным излучением<br>различного вида;<br>- формирование культуры<br>безопасности при работе<br>с<br>высокомощными<br>экспериментальными и<br>промышленными<br>установками. | Использование<br>воспитательного<br>потенциала профильных<br>дисциплин и всех видов<br>практик<br>для:<br><br>- формирования культуры<br>безопасности лазерного<br>излучения посредством<br>тематического<br>акцентирования в<br>содержании дисциплин и<br>учебных заданий, подготовки<br>эссе, рефератов, дискуссий, а<br>также в ходе практической<br>работы с лазерным<br>оборудованием;<br>- формирования культуры<br>безопасности при работе на<br>высокомощных<br>экспериментальных и<br>промышленных установках,<br>которые имеют повышенный<br>уровень опасности через<br>выполнение студентами<br>практических и лабораторных<br>работ, в том числе на<br>оборудовании для<br>исследования<br>высокотемпературной плазмы. |

**Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:**

1. Организация научно-практических конференций, встреч с выдающимися учеными и ведущими представителями отраслей в области лазерных и плазменных технологий, круглых столов, и прикладной математики.
2. Участие в студенческих олимпиадах и студенческих конкурсах, конкурсах профессионального мастерства, студенческих научных обществах и объединениях, а также летних школах.
3. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых международных журналах.
4. Проведение научного семинара студентов и аспирантов отделения лазерных и плазменных технологий.

5. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

| Вид работы                                                                                     | Форма обучения очная            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                                | Семестр                         |
|                                                                                                | № 1                             |
|                                                                                                | Количество часов на вид работы: |
| <b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>                                          |                                 |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>                                                              | <b>32</b>                       |
| В том числе:                                                                                   |                                 |
| <i>лекции</i>                                                                                  | 32                              |
| <i>практические занятия</i>                                                                    |                                 |
| <i>лабораторные занятия</i>                                                                    | -                               |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                                                                |                                 |
| В том числе:                                                                                   |                                 |
| <i>Зачет (оценка)</i>                                                                          | -                               |
| <i>экзамен</i>                                                                                 | 36                              |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся</b>                                                      |                                 |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>                                              | <b>148</b>                      |
| В том числе:                                                                                   |                                 |
| <i>проработка учебного (теоретического) материала</i>                                          | 100                             |
| <i>подготовка к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости (в течение семестра)</i> | -                               |
| <i>выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>                   | -                               |
| <i>подготовка к зачету</i>                                                                     | 48                              |
| <b>Всего (часы):</b>                                                                           | <b>216</b>                      |
| <b>Всего (зачетные единицы):</b>                                                               | <b>6</b>                        |

## 6. Содержание учебной дисциплины

### 6.2.1. Лекции (16 час)

| Темы                |                                                                                                                                                  |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1) Магнетизм</b> | Парамагнетизм. Ферромагнетизм, температура Кюри. Обменное взаимодействие. Домены и доменные стенки. Спиновые волны. Магноны. Антиферромагнетизм. |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>2) Сверхпроводимость и сверхтекучесть</b> | Притяжение между электронами. Куперовские пары. Квазичастицы и энергетическая щель. Критический ток. Критическое магнитное поле. Спектр элементарных возбуждений в жидком гелии. Фононы и ротоны. Критерий сверхтекучести Ландау, фононы и ротоны. Лямбда точка. Бозе-эйнштейновская конденсация.                                         |
| <b>3) Точечные дефекты в твердых телах</b>   | Вакансии и собственные междоузельные атомы. Конфигурации междоузельных атомов. Энергии образования, объемы и энтропии образования точечных дефектов, их равновесные концентрации. Коэффициенты диффузии точечных дефектов. Стадии возврата свойств при изохронном отжиге и их современная интерпретация. Самодиффузия. Диффузия примесей. |

### 6.2.2 Практические занятия (32 час)

Целью практических занятий является усвоение и закрепление основных теоретических положений физики конденсированных сред, и приобретение навыков решения стандартных типовых задач. Решение задач проводится по следующим основным темам:

#### **Магнетизм**

- Связь температуры Кюри с константой обменного взаимодействия
- Оценка характерного размера доменной стенки
- Оценка размера однодоменности магнитной наночастицы
- Оценка параметров петли гистерезиса магнитной наночастицы

#### **Сверхпроводимость и сверхтекучесть**

- Оценка температуры вырождения идеального газа бозонов
- Оценка глубины проникновения магнитного поля в сверхпроводник
- Оценка длины когерентности

#### **Точечные дефекты в твердых телах**

Диффузия примесей, зависимость коэффициента диффузии от температуры

### 6.3 Программа самостоятельной работы студентов (24 час)

#### **а) Выполнение индивидуальных заданий.**

В течение каждого семестра студенты выполняют несколько (5 – 6) индивидуальных домашних заданий. Домашнее задание составляется с учетом индивидуальной успеваемости студента и выполняется письменно. Полученные оценки суммируются, и соответствующее количество баллов прибавляется к количеству баллов, полученных студентом за итоговую контрольную работу (коллоквиум) в аудитории.

### б) Проработка теоретического материала.

Часть вопросов теоретического курса выносится на самостоятельную проработку студентом дома или в библиотеке. Контроль этого материала проводится выборочно, путем устного опроса и решения соответствующих задач у доски.

### 7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Ч. Киттель, Введение в физику твердого тела, «Наука», Москва, 1989.
2. Н.Б. Брандт, С.М. Чудинов, Электронная структура металлов. Из-во МГУ, 1973.
3. В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников, Физика полупроводников. «Наука», Москва, 1977.
4. А.М. Косевич, Основы механики кристаллической решетки. «Наука», Москва, 1972.

### 8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### 8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

| № п/п                   | Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам) | Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Наименование оценочного средства |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Текущий контроль</b> |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                  |
| 1.                      | <b>Магнетизм</b>                                                  | ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов<br>ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях<br>ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности | Коллоквиум №1                    |

|                               |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |
|-------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|                               |                                           | технологических процессов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |
| 2.                            | <b>Сверхпроводимость и сверхтекучесть</b> | <p>ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>УКЦ-1 Способен решать исследовательские, научнотехнические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Коллоквиум №2 |
| <b>Промежуточный контроль</b> |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |
| 3.                            | Экзамен                                   | <p>ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов</p> <p>ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях</p> <p>ПК-1 Способен использовать методы моделирования и оптимизации, стандартизации и сертификации для оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов</p> <p>ПК-2 Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и</p> | Экзам. билет  |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|          | сертификационные испытания<br>УКЦ-1      Способен решать<br>исследовательские, научнотехнические и<br>производственные задачи в условиях<br>неопределенности, в том числе<br>выстраивать деловую коммуникацию и<br>организовывать работу команды с<br>использованием цифровых ресурсов и<br>технологий в цифровой среде |  |
| Всего: 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |

**8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**8.2.1. Экзамен по дисциплине «Физическая кинетика»**

а) типовые вопросы (задания):

1. Законы Кюри и Кюри-Вейса
2. Температурная зависимость намагниченности насыщения в ферромагнетиках
3. Природа магнитного гистерезиса в ферромагнетиках.
4. Магнитная структура антиферромагнетика

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

| Оценка | Критерии оценки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 36-40  | Студент должен:<br>- продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала;<br>- исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал;<br>- владеть базовыми знаниями теоретических и прикладных наук при моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов;<br>- уметь проводить математическое моделирование физических процессов взаимодействия излучений с металлическими и неметаллическими материалами на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований. |
| 30-35  | Студент должен:<br>- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала;<br>- продемонстрировать знание основных теоретических методов физико-математического моделирования;<br>- продемонстрировать умение ориентироваться в литературе;<br>- уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 24-29  | Студент должен:<br>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;<br>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                        |
| 23 и меньше | Студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"> <li>- незнание значительной части программного материала;</li> <li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li> <li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li> <li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li> <li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу.</li> </ul> |

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

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза на курс: контрольная точка № 1 (Коллоквиум № 1) и контрольная точка № 2 (Коллоквиум № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

| Вид контроля               | Этап рейтинговой системы<br>Оценочное средство | Балл    |          |
|----------------------------|------------------------------------------------|---------|----------|
|                            |                                                | Минимум | Максимум |
| Текущий                    | <b>Контрольная точка № 1</b>                   |         |          |
|                            | Коллоквиум № 1.                                | 30      | 40       |
|                            | <b>Контрольная точка № 2</b>                   |         |          |
|                            | Коллоквиум № 2.                                | 30      | 40       |
| Промежуточный              | <b>Экзамен</b>                                 |         |          |
|                            | Вопросы к экзамену                             | 0       | 40       |
| <b>ИТОГО по дисциплине</b> |                                                | 60      | 100      |

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

Перед каждой процедурой оценивания знаний проводится устный опрос на практическом занятии и затрагивает как тематику лекционного материала, так и

типовые задания контрольных работ. Применяется групповое оценивание ответа или оценивание преподавателем.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Экзамен предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний.

Оценка сформированности компетенций на экзамене для тех обучающихся, которые не набрали необходимого количества баллов (60) по оценочным средствам, пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций с помощью оценочных средств текущего контроля во время изучения дисциплины, проводится после дополнительной проверки компетенций преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на дополнительных занятиях.

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

### **9.1 Основная литература**

1. П. Гроссе, Свободные электроны в твердых телах. «Мир», Москва, 1982.
2. Дж. Займан, Принципы теории твердого тела. «Мир», Москва, 1974.
3. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела. В 2-х томах. «Мир», Москва, 1979.
4. С.В. Вонсовский, М.И. Кацнельсон. Квантовая физика твердого тела. «Наука», Москва, 1983.
5. П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. Физика твердого тела, «Высшая школа», Москва, 2000.

### **9.2 Дополнительная литература**

1. А.С. Давыдов, Теория твердого тела. «Наука», Москва, 1976.
2. У. Харрисон, Теория твердого тела. «Мир», Москва, 1972.
3. О. Маделунг, Теория твердого тела. «Наука», Москва, 1980.
4. А.А. Абрикосов, Введение в теорию нормальных металлов. «Наука», Москва, 1976.
5. И.М. Лифшиц, М.Я. Азбель, М.И. Каганов, Электронная теория металлов. «Наука», Москва, 1971.
6. Г. Лейбфрид, Микроскопическая теория механических и тепловых свойств кристаллов. «Физ-Мат-Лит», 1963.
7. Задачи по физике твердого тела, ред. Г.Дж. Голдсмит, Наука, Москва, 1976.

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

1. [www.nature.com](http://www.nature.com),
2. [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com),  
[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

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

### **9.1 Основная литература**

1. П. Гроссе, Свободные электроны в твердых телах. «Мир», Москва, 1982.
2. Дж. Займан, Принципы теории твердого тела. «Мир», Москва, 1974.
3. Н. Ашкрофт, Н. Мермин. Физика твердого тела. В 2-х томах. «Мир», Москва, 1979.
4. С.В. Вонсовский, М.И. Кацнельсон. Квантовая физика твердого тела. «Наука», Москва, 1983.
5. П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. Физика твердого тела, «Высшая школа», Москва, 2000.

### **9.2 Дополнительная литература**

1. А.С. Давыдов, Теория твердого тела. «Наука», Москва, 1976.
2. У. Харрисон, Теория твердого тела. «Мир», Москва, 1972.
3. О. Маделунг, Теория твердого тела. «Наука», Москва, 1980.
4. А.А. Абрикосов, Введение в теорию нормальных металлов. «Наука», Москва, 1976.
5. И.М. Лифшиц, М.Я. Азбель, М.И. Каганов, Электронная теория металлов. «Наука», Москва, 1971.
6. Г. Лейбфрид, Микроскопическая теория механических и тепловых свойств кристаллов. «Физ-Мат-Лит», 1963.
7. Задачи по физике твердого тела, ред. Г.Дж. Голдсмит, Наука, Москва, 1976.

### **9.3 Интернет-ресурсы**

3. [www.nature.com](http://www.nature.com),
4. [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com),
5. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)