

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 16.11.2023 16:30:43

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Физика конденсированного состояния

Закреплена за подразделением

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Направление подготовки

00.06.00 Аспирантура

Профиль

Квалификация

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 6

аудиторные занятия

85

самостоятельная работа

23

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 6 (3.2)      |     | Итого |     |
|---|--------------|-----|-------|-----|
|   | Неделя<br>20 |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП           | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 17           | 17  | 17    | 17  |
| Лабораторные                              | 34           | 34  | 34    | 34  |
| Практические                              | 34           | 34  | 34    | 34  |
| Итого ауд.                                | 85           | 85  | 85    | 85  |
| Контактная работа                         | 85           | 85  | 85    | 85  |
| Сам. работа                               | 23           | 23  | 23    | 23  |
| Итого                                     | 108          | 108 | 108   | 108 |

Программу составил(и):

*дфмн, Профессор, Григорьев Павел Дмитриевич*

Рабочая программа

### **Физика конденсированного состояния**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ от 17.03.2022 г. № 2-22)

Составлена на основании учебного плана:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, АСП-22-4.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.11 Физика полупроводников
- 1.4.2 Аналитическая химия
- 2.2.3 Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники
- 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы
- 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением
- 2.6.1 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов
- 2.6.2 Металлургия черных, цветных и редких металлов
- 2.6.3 Литейное производство
- 2.6.4 Обработка металлов давлением
- 2.6.5 Порошковая металлургия и композиционные материалы
- 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы
- 2.6.9 Технология электрохимических процессов и защита от коррозии
- 2.6.12 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ
- 2.6.17 Материаловедение
- 2.8.3 Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
- 2.8.6 Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика
- 2.8.7 Теоретические основы проектирования горнотехнических систем
- 2.8.8 Геотехнология, горные машины
- 2.8.9 Обогащение полезных ископаемых, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра теоретической физики и квантовых технологий**

Протокол от 02.06.2020 г., №10/20

Руководитель подразделения Д.ф.-м.н., профессор Мухин Сергей Иванович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Ознакомить аспирантов с развитием представлений об электронной структуре твёрдых тел. Научить аспирантов анализировать экспериментальные данные на основе современной электронной теории твердых тел. |
|-----|---|

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |       |
|------------|---|-------|
| Блок ОП:   |   | 2.1.2 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |       |
| 2.1.1      | Академическое письмо  |       |
| 2.1.2      | Иностранный язык  |       |
| 2.1.3      | История и философия науки   |       |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |       |
| 2.2.1      | Аналитическая химия   |       |
| 2.2.2      | Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика                                 |       |
| 2.2.3      | Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика                                 |       |
| 2.2.4      | Геотехнология, горные машины  |       |
| 2.2.5      | Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр                    |       |
| 2.2.6      | Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр                    |       |
| 2.2.7      | Литейное производство   |       |
| 2.2.8      | Материаловедение  |       |
| 2.2.9      | Материаловедение  |       |
| 2.2.10     | Материаловедение  |       |
| 2.2.11     | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов   |       |
| 2.2.12     | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов   |       |
| 2.2.13     | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов   |       |
| 2.2.14     | Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов   |       |
| 2.2.15     | Металлургия черных, цветных и редких металлов   |       |
| 2.2.16     | Металлургия черных, цветных и редких металлов   |       |
| 2.2.17     | Металлургия черных, цветных и редких металлов   |       |
| 2.2.18     | Нанотехнологии и наноматериалы  |       |
| 2.2.19     | Нанотехнологии и наноматериалы  |       |
| 2.2.20     | Нанотехнологии и наноматериалы  |       |
| 2.2.21     | Обогащение полезных ископаемых  |       |
| 2.2.22     | Обработка металлов давлением  |       |
| 2.2.23     | Порошковая металлургия и композиционные материалы   |       |
| 2.2.24     | Порошковая металлургия и композиционные материалы   |       |
| 2.2.25     | Теоретические основы проектирования горнотехнических систем   |       |
| 2.2.26     | Технологии и машины обработки давлением   |       |
| 2.2.27     | Технологии и машины обработки давлением   |       |
| 2.2.28     | Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники                                  |       |
| 2.2.29     | Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники                                  |       |
| 2.2.30     | Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники                                  |       |
| 2.2.31     | Технология электрохимических процессов и защита от коррозии   |       |
| 2.2.32     | Физика конденсированного состояния  |       |
| 2.2.33     | Физика конденсированного состояния  |       |
| 2.2.34     | Физика конденсированного состояния  |       |
| 2.2.35     | Физика конденсированного состояния  |       |
| 2.2.36     | Физика конденсированного состояния  |       |
| 2.2.37     | Физика полупроводников  |       |
| 2.2.38     | Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ  |       |
| 2.2.39     | Электротехнические комплексы и системы  |       |
| 2.2.40     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |       |
| 2.2.41     | Подготовка к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук  |       |



|   |
|---|
| <b>Уметь:</b>   |
| А-1-У1 проводить научный поиск и применять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях              |
| <b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>   |
| <b>Уметь:</b>   |
| А-2-У1 проводить научный эксперимент и анализ его результата  |
| <b>А-3: Способность проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заданной тематике и оформлять их результаты</b>                         |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-3-В1 навыками проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по заданной тематике и оформления их результатов                               |
| <b>А-1: Способность к научному поиску и применению результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях</b> |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-1-В1 навыком проведения научного поиска и применения результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при самостоятельных исследованиях  |
| <b>А-2: Способность проводить научный эксперимент и анализ его результата</b>   |
| <b>Владеть:</b>   |
| А-2-В1 навыком проведения научного эксперимента и анализа его результата  |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций                        | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|---|--------------------------|------------|----|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Структура и упругие свойства кристаллов</b>  |                |       |   |                          |            |    |                    |
| 1.1         | Кристаллическая структура и методы ее исследования /Лек/  | 6              | 1     | А-1-У1 А-1-В1<br>А-2-У1 А-2-В1<br>А-3-31 А-3-У1<br>А-3-В1 | Л1.1<br>Э1               |            |    |                    |
| 1.2         | Жидкие кристаллы и квазикристаллы /Лек/   | 6              | 1     | А-1-У1 А-1-В1<br>А-2-У1 А-2-В1<br>А-3-31 А-3-У1<br>А-3-В1 | Л1.1<br>Э1               |            |    |                    |
| 1.3         | Типы связи в твердых телах /Лек/  | 6              | 1     | А-1-У1 А-1-В1<br>А-2-У1 А-2-В1<br>А-3-31 А-3-У1<br>А-3-В1 | Л1.1<br>Э1               |            |    |                    |
| 1.4         | Упругие свойства кристаллов (классическая теория упругости) /Лек/                                   | 6              | 2     | А-1-У1 А-1-В1<br>А-2-У1 А-2-В1<br>А-3-31 А-3-У1<br>А-3-В1 | Л1.1Л2.4<br>Э1           |            |    |                    |
| 1.5         | Фононы. Их классификация и закон дисперсии /Пр/   | 6              | 4     | А-1-У1 А-1-В1<br>А-2-У1 А-2-В1<br>А-3-31 А-3-У1<br>А-3-В1 | Л1.1<br>Э1               |            |    |                    |
| 1.6         | Самостоятельная работа по разделу: чтение литературы и слайдов лекций, выложенных в LMS Canvas /Ср/ | 6              | 3     | А-1-У1 А-1-В1<br>А-2-У1 А-2-В1<br>А-3-31 А-3-У1<br>А-3-В1 | Л1.1Л2.4<br>Э1           |            |    |                    |
|             | <b>Раздел 2. Тепловые и электрические свойства диэлектриков</b>                                     |                |       |   |                          |            |    |                    |
| 2.1         | Теплоемкость идеальных кристаллов диэлектриков. Модели Дебая и Эйнштейна /Лек/                      | 6              | 2     | А-1-У1 А-1-В1<br>А-2-У1 А-2-В1<br>А-3-31 А-3-У1<br>А-3-В1 | Л1.1<br>Э1               |            |    |                    |

|     |   |   |    |   |                        |  |     |  |
|-----|---|---|----|---|------------------------|--|-----|--|
| 2.2 | Теплопроводность идеальных кристаллов диэлектриков /Пр/   | 6 | 2  | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1<br>Э1             |  |     |  |
| 2.3 | Диэлектрическая восприимчивость изоляторов. Различные вклады в диэлектрическую восприимчивость и их частотная зависимость /Лек/   | 6 | 2  | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1<br>Э1             |  |     |  |
| 2.4 | Самостоятельная работа по разделу: чтение литературы и слайдов лекций, выложенных в LMS Canvas /Ср/   | 6 | 5  | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1<br>Э1             |  |     |  |
| 2.5 | Теплоемкость и теплопроводность аморфный тел и квазикристаллов /Лаб/  | 6 | 16 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 |                        |  |     |  |
|     | <b>Раздел 3. Электронные свойства нормальных металлов</b>   |   |    |   |                        |  |     |  |
| 3.1 | Вырожденный газ Ферми. Его теплоемкость. История развития области: теории Друде и Зоммерфельда. /Лек/   | 6 | 1  | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1Л2.3<br>Э1         |  |     |  |
| 3.2 | Электроны в кристаллической решетке и их закон дисперсии в приближениях сильной и слабой связи. Теорема Блоха. Поверхность Ферми. /Лек/   | 6 | 2  | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1Л2.3<br>Э1         |  |     |  |
| 3.3 | Явления переноса в металлах. Кинетическое уравнение для электронов в металлах. Электропроводность и теплопроводность металлов и их температурные зависимости. Закон Видемана Франца и область его применимости. /Лек/ | 6 | 2  | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1<br>Л2.3Л2.1<br>Э1 |  |     |  |
| 3.4 | Термоэлектрические эффекты в металлах. /Пр/   | 6 | 4  | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л2.3Л2.1<br>Э1         |  | КМ1 |  |
| 3.5 | Металлы в магнитном поле. Магнитосопротивление и эффект Холла. /Пр/   | 6 | 2  | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л2.3Л2.1<br>Э1         |  |     |  |
| 3.6 | Термоэлектрические эффекты в металлах /Лаб/   | 6 | 18 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 |                        |  |     |  |
|     | <b>Раздел 4. Магнитные свойства твердых тел</b>   |   |    |   |                        |  |     |  |
| 4.1 | Природа и типы обменного взаимодействия /Пр/  | 6 | 4  | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1Л2.2<br>Э1         |  |     |  |

|  |   |   |   |   |                        |  |  |  |
|--|---|---|---|---|------------------------|--|--|--|
| 4.2  | Ферромагнетизм. Температурная зависимость намагниченности и закон дисперсии магновов в ферромагнетиках. Домены. /Лек/   | 6 | 2 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1<br>Э1             |  |  |  |
| 4.3  | Антиферромагнетизм и ферримагнетизм. Температурная зависимость и анизотропия намагниченности в антиферромагнетиках. Закон дисперсии магновов. Экспериментальные методы обнаружения и исследования антиферромагнетиков. /Пр/ | 6 | 8 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1<br>Э1             |  |  |  |
| 4.4  | Магнитный резонанс. Адиабатическое размагничивание. /Пр/  | 6 | 2 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1                   |  |  |  |
| 4.5  | Дополнительные вопросы магнетизма. Магнитные фрустрации и спиновые стекла. Зонный ферромагнетизм (Стонеровская неустойчивость). Спин-орбитальное взаимодействие в металлах. /Пр/  | 6 | 4 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1Л2.2<br>Э1         |  |  |  |
| 4.6  | Самостоятельная работа по разделу: чтение литературы и слайдов лекций, выложенных в LMS Canvas /Ср/   | 6 | 6 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1                   |  |  |  |
| <b>Раздел 5. Дополнительные разделы физики твердого тела</b> |   |   |   |   |                        |  |  |  |
| 5.1  | Дефекты в кристаллах. Прыжковая проводимость. /Пр/  | 6 | 2 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1<br>Э1             |  |  |  |
| 5.2  | Волны зарядовой и спиновой плотности. /Лек/   | 6 | 1 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1Л2.2<br>Э1         |  |  |  |
| 5.3  | Контрольная работа /Пр/   | 6 | 2 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1<br>Э1             |  |  |  |
| 5.4  | Самостоятельная работа по разделу: чтение литературы и слайдов лекций, выложенных в LMS Canvas /Ср/   | 6 | 5 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1<br>Л2.2Л2.1<br>Э1 |  |  |  |
| <b>Раздел 6. Подготовка к экзамену</b>                       |   |   |   |   |                        |  |  |  |
| 6.1  | Самостоятельная работа по подготовке к экзамену: чтение литературы и слайдов лекций, выложенных в LMS Canvas /Ср/   | 6 | 4 | A-1-У1 A-1-B1<br>A-2-У1 A-2-B1<br>A-3-31 A-3-У1<br>A-3-B1 | Л1.1<br>Э1             |  |  |  |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций               | Вопросы для подготовки   |
|--------|-------------------------|--|--|
| КМ1    | Контрольная работа      | A-3-31;A-3-У1;A-3-B1;A-2-У1;A-2-B1;A-1-У1;A-1-B1 | 1. Влияние температуры на рассеяние рентгеновского излучения; фактор Дебая–Уоллера.<br>2. Диэлектрики. Различные вклады в поляризуемость диэлектриков. Вычисление ориентационной восприимчивости.<br>3. Температурная зависимость электрической проводимости в металлах. |

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

| Код работы | Название работы   | Проверяемые индикаторы компетенций               | Содержание работы |
|------------|---|--|-------------------|
| P1         | Лабораторная работа 1<br>Упругие свойства кристаллов                                    | A-3-31;A-3-У1;A-3-B1;A-2-У1;A-2-B1;A-1-У1;A-1-B1 |                   |
| P2         | Лабораторная работа 2<br>Теплоемкость и теплопроводность аморфный тел и квазикристаллов | A-3-31;A-3-У1;A-2-У1;A-2-B1;A-3-B1;A-1-У1;A-1-B1 |                   |
| P3         | Лабораторная работа 3<br>Термоэлектрические эффекты в металлах                          | A-3-31;A-3-У1;A-3-B1;A-2-B1;A-2-У1;A-1-У1;A-1-B1 |                   |
| P4         | Лабораторная работа 4<br>Магнитный резонанс   | A-3-31;A-3-У1;A-2-У1;A-3-B1;A-2-B1;A-1-У1;A-1-B1 |                   |

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Пример 1 экзаменационного билета:

1. Влияние температуры на рассеяние рентгеновского излучения; фактор Дебая–Уоллера.
2. Диэлектрики. Различные вклады в поляризуемость диэлектриков. Вычисление ориентационной восприимчивости.
3. Температурная зависимость электрической проводимости в металлах.

Пример 2 экзаменационного билета :

1. Нормальные моды двухатомной линейной цепочки; щель в спектре колебательных возбуждений.
2. Структурный фактор кристаллической решетки и его роль при экспериментальном методе определения кристаллической решетки. Атомный форм фактор.
3. Антиферромагнетизм. Переходы спин-флоп и спин-флип. Дисперсия магнонов и их вклад в теплоемкость.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценивание решения задач контрольной работы

Критерии оценивания:

- 5 «Отлично» Обучающийся выполняет полное и аргументированное решение задачи
- 4 «Хорошо» Обучающийся выполняет полное решение задачи, но не может аргументировать свое решение
- 3 «Удовлетворительно» Обучающийся в целом правильно решает задачу, но не может аргументировать свое решение
- Обучающийся правильно понимает способ решения задачи, но допускает ошибки при решении задачи
- 2 «Неудовлетворительно» Обучающийся не может решить задачу

Критерии оценивания на экзамене:

- 5 «Отлично» Обучающийся глубоко и содержательно раскрывает ответ на каждый теоретический вопрос, не допустив ошибок. Ответ носит развернутый и исчерпывающий характер
- 4 «Хорошо» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы, однако ответ хотя бы на один из них не носит развернутого и исчерпывающего характера
- 3 «Удовлетворительно» Обучающийся в целом раскрывает теоретические вопросы и допускает ряд неточностей
- Обучающийся фрагментарно раскрывает содержание теоретических вопросов, допускает значительные неточности
- 2 «Неудовлетворительно» Обучающийся не знает ответов на поставленные теоретические вопросы

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

|      | Авторы, составители | Заглавие                        | Библиотека             | Издательство, год   |
|------|---------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------|
| Л1.1 | Киттель Ч.          | Введение в физику твердого тела | Электронная библиотека | Москва: Наука, 1978 |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|      | Авторы, составители        | Заглавие                                     | Библиотека             | Издательство, год |
|------|----------------------------|--|------------------------|-------------------|
| Л2.1 | Займан Д.                  | Принципы теории твердого тела                | Электронная библиотека | Москва: Мир, 1974 |
| Л2.2 | Киттель Ч.                 | Квантовая теория твердых тел                 | Библиотека МИСиС       | М.: Наука, 1967   |
| Л2.3 | Абрикосов А. А.            | Основы теории металлов: Для физ. спец. вузов | Библиотека МИСиС       | М.: Наука, 1987   |
| Л2.4 | Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. | Т. 7: Теория упругости                       | Библиотека МИСиС       | , 1965            |

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

|    |                                    |   |
|----|------------------------------------|---|
| Э1 | Физика конденсированного состояния | <a href="https://lms.misis.ru/courses/8386">https://lms.misis.ru/courses/8386</a> |
|----|------------------------------------|---|

**6.3 Перечень программного обеспечения**

|     |                  |
|-----|------------------|
| П.1 | LMS Canvas       |
| П.2 | MS Teams         |
| П.3 | Microsoft Office |

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

|     |   |
|-----|---|
| И.1 | — Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>                                       |
| И.2 | Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):  |
| И.3 | — аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a> |
| И.4 | — аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>                         |
| И.5 | — наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>                        |
| И.6 | — научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>                     |

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

| Ауд.                           | Назначение   | Оснащение   |
|--------------------------------|--|---|
| Любой корпус<br>Мультимедийная | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| Читальный зал №4 (Б)           |  | комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета   |
| Любой корпус<br>Мультимедийная | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Обучение проводится в один семестр и организуется в соответствии с настоящей программой. Окончательная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде устного экзамена. Слайды всех лекций в формате pdf, с разбивкой по разделам (модулям) курса, а также предварительные экзаменационные билеты доступны в системе Lms Canvas.