

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 15 от 24.12.2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Физика конденсированного состояния

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
03.03.02 - Физика

---

Направленность образовательной программы  
Медицинская физика

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2026 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.11.05 Физика конденсированного состояния относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции<br>(код, содержание компетенции)                                                                                        | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции                                                       |                                                                                                        | Наименование оценочного средства   |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                                                                                 | Индикатор достижения компетенции<br>(код, содержание индикатора)                                                                                                  | Результаты обучения по дисциплине                                                                      | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации    |
| ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности; | ИД ОПК-1: Демонстрация способности применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности | ИД ОПК-1:<br>Знать физические законы и математические методы для описания конденсированного состояния. | Допуск к лабораторной работе       | Экзамен:<br>Контрольные вопросы |

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|                                                                          | очная         |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Общая трудоемкость, з.е.                                                 | 5             |
| Часов по учебному плану                                                  | 180           |
| в том числе                                                              |               |
| аудиторные занятия (контактная работа):                                  |               |
| - занятия лекционного типа                                               | 64            |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 0             |
| - КСР                                                                    | 2             |
| самостоятельная работа                                                   | 78            |
| Промежуточная аттестация                                                 | 36<br>Экзамен |

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

|                                        |       |             |
|----------------------------------------|-------|-------------|
| Наименование разделов и тем дисциплины | Всего | в том числе |
|----------------------------------------|-------|-------------|

|                                                                                | (часы) | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них |                                                                            |        | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------|
|                                                                                |        | Занятия лекционного типа                                                   | Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы | Всего  |                                           |
|                                                                                |        |                                                                            |                                                                            |        |                                           |
|                                                                                | Ф<br>0 | Ф<br>0                                                                     | Ф<br>0                                                                     | Ф<br>0 | Ф<br>0                                    |
| Тема 1. Введение                                                               | 1      | 1                                                                          | 0                                                                          | 1      | 0                                         |
| Тема 2. Методы исследования структуры твердого конденсированного состояния     | 6      | 2                                                                          | 0                                                                          | 2      | 4                                         |
| Тема 3. Межатомные взаимодействия в конденсированном состоянии                 | 9      | 4                                                                          | 0                                                                          | 4      | 5                                         |
| Тема 4. Дефекты в кристаллах                                                   | 8      | 4                                                                          | 0                                                                          | 4      | 4                                         |
| Тема 5. Деформация в твердом конденсированном состоянии                        | 7      | 3                                                                          | 0                                                                          | 3      | 4                                         |
| Тема 6. Упругие волны в кристаллах                                             | 6      | 2                                                                          | 0                                                                          | 2      | 4                                         |
| Тема 7. Собственные колебания кристаллической решетки. Фононы.                 | 8      | 4                                                                          | 0                                                                          | 4      | 4                                         |
| Тема 8. Динамика кристаллической решетки (фононная модель кристалла).          | 9      | 4                                                                          | 0                                                                          | 4      | 5                                         |
| Тема 9. Поляризация диэлектриков.                                              | 8      | 4                                                                          | 0                                                                          | 4      | 4                                         |
| Тема 10. Поляризация диэлектрических кристаллов, не имеющих центра симметрии.  | 6      | 2                                                                          | 0                                                                          | 2      | 4                                         |
| Тема 11. Электронные теории Друде-Лоренца и Зоммерфельда.                      | 5      | 2                                                                          | 0                                                                          | 2      | 3                                         |
| Тема 12. Принципы зонной теории твердого тела.                                 | 12     | 6                                                                          | 0                                                                          | 6      | 6                                         |
| Тема 13. Электрическая проводимости кристаллов в зонной теории.                | 8      | 4                                                                          | 0                                                                          | 4      | 4                                         |
| Тема 14. Оптические свойства конденсированного состояния.                      | 6      | 2                                                                          | 0                                                                          | 2      | 4                                         |
| Тема 15. Принципы полупроводниковой электроники.                               | 5      | 2                                                                          | 0                                                                          | 2      | 3                                         |
| Тема 16. Особенности электронных свойств аморфных веществ                      | 6      | 2                                                                          | 0                                                                          | 2      | 4                                         |
| Тема 17. Магнитные явления в конденсированном состоянии. Диа- и парамагнетизм. | 8      | 4                                                                          | 0                                                                          | 4      | 4                                         |
| Тема 18. Магнитный порядок в конденсированном состоянии.                       | 7      | 2                                                                          | 0                                                                          | 2      | 5                                         |
| Тема 19. Магнитные резонансы.                                                  | 8      | 4                                                                          | 0                                                                          | 4      | 4                                         |
| Тема 20. Сверхпроводимость.                                                    | 9      | 6                                                                          | 0                                                                          | 6      | 3                                         |
| Аттестация                                                                     | 36     |                                                                            |                                                                            |        |                                           |
| КСР                                                                            | 2      |                                                                            |                                                                            | 2      |                                           |
| Итого                                                                          | 180    | 64                                                                         | 0                                                                          | 66     | 78                                        |

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема1. Введение.

Типы конденсированных веществ. Особенности твердого конденсированного состояния.

Тема 2. Методы исследования структуры твердого конденсированного состояния.

Дифракционные методы. Геометрическая теория дифракции. Методы электронной микроскопии, в том числе микроскопии высокого разрешения. Методы атомно-силовой микроскопии.

Тема 3. Межатомные взаимодействия в конденсированном состоянии.

Энергетические параметры для описания межатомного взаимодействия. Энергия взаимодействия в двухатомной молекуле и кристалле. Карты электронной плотности в различных веществах и классификация веществ по типам связи. Модель Ван-дер-Ваальса для молекулярных кристаллов. Расчет

энергии связи в ионных кристаллах. Качественное описание ковалентного взаимодействия, s-p-гибридизация. Ионная модель металлической связи.

Тема 4. Дефекты в кристаллах.

Классификация дефектов. Собственные точечные дефекты: модели Френкеля и Шоттки. Примесные дефекты и комплексы. Радиационные дефекты. Явление диффузии точечных дефектов, уравнения Фика. Дислокации.

Тема 5. Деформация в твердом конденсированном состоянии.

Понятия деформации и механических напряжений. Виды деформаций. Закон Гука для изотропного и анизотропного тела. Механизмы пластической деформации.

Тема 6. Упругие волны в кристаллах.

Поперечные и продольные волны. Законы дисперсии в главных направлениях кубического кристалла.

Тема 7. Собственные колебания кристаллической решетки. Фононы.

Упругие колебания одномерных дискретных цепочек. Законы дисперсии. Акустические и оптические колебания. Обобщение на трехмерный кристалл. Зоны Бриллюэна. Граничные условия Борна-Кармана. Нормальные координаты. Понятие фонона.

Тема 8. Динамика кристаллической решетки (фононная модель кристалла).

Модели решеточной теплоемкости Эйнштейна и Дебая. Ангармонические эффекты: тепловое расширение, решеточная теплопроводность.

Тема 9. Поляризация диэлектриков.

Механизмы поляризации диэлектриков, их спектральная зависимость. Поле Лоренца. Уравнение Клаузиуса-Мосотти. Диэлектрические потери.

Тема 10. Поляризация диэлектрических кристаллов, не имеющих центра симметрии.

Поляризация нецентросимметричных диэлектриков при различных внешних воздействиях.

Сегнетоэлектрики 1-го и 2-го рода. "Поляризационная катастрофа". Применение теории фазовых переходов Гинзбурга-Ландау для описания перехода "сегнетоэлектрик-параэлектрик".

Тема 11. Электронные теории Друде-Лоренца и Зоммерфельда.

Принципы электронной теории Друде-Лоренца и ее применение для объяснения и описания некоторых законов и эффектов: закон Ома, закон Видемана-Франца, эффект Холла, металлический блеск и ультрафиолетовая прозрачность металлов. Противоречия теории Друде-Лоренца.

Принципы электронной теории Зоммерфельда. Плотность состояний, уровень Ферми. Электронная теплоемкость.

Тема 12. Принципы зонной теории твердого тела.

Гамильтониан кристалла. Адиабатическое, валентное и одноэлектронное приближения. Свойства одноэлектронной волновой функции в кристалле. Теорема Блоха. Детерминант Слэтера. Свойства волнового вектора электрона в кристалле. Квазиимпульс. Граничные условия Борна-Кармана. Модель Кронига-Пени. Энергетические зоны. Зоны Бриллюэна. Эффективная масса электрона в кристалле. Влияние степени ковалентности, ионности и металличности химической связи по Харисону на параметры зонной структуры тетраэдрических кристаллов. Влияние дефектов на энергетический спектр электронов в кристалле. Поверхностные состояния. Поверхность Ферми.

Тема 13. Электрическая проводимости кристаллов в зонной теории.

Температурные зависимости концентраций носителей заряда в собственном и примесном полупроводнике. Уравнение электронейтральности. Температурные зависимости подвижности в металлах и полупроводниках. Температурные зависимости проводимости в металлах и полупроводниках. Особенности проводимости диэлектриков. Эффект Пула-Френкеля. Поляронная проводимость. Диэлектрики в сильных электрических полях. Ионная проводимость. Суперионные диэлектрики.

Тема 14. Оптические свойства конденсированного состояния.

Основные понятия и термины. Механизмы поглощения и излучения света в конденсированном состоянии. Принципы работы твердотельных лазеров.

Тема 15. Принципы полупроводниковой электроники.

Контактные явления. Диоды Шоттки, диоды с р-п-переходом, диоды на гетеропереходах. Свето- и фотодиоды, полупроводниковые лазеры. Биполярные и полевые транзисторы.

Тема 16. Особенности электронных свойств аморфных веществ.

Главные отличия аморфных веществ от кристаллов. Модели Лифшица и Андерсона. "Хвосты" зонных состояний, оптическая щель и щель подвижности. Температурная зависимость проводимости аморфных полупроводников.

Тема 17. Магнитные явления в конденсированном состоянии. Диа- и парамагнетизм.

Магнитное поле в среде. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Диамагнетизм и парамагнетизм Ланжевена, закон Кюри. Парамагнетизм Ва-Флека. Парамагнетизм Паули и диамагнетизм Ландау. Электроны проводимости в сильных магнитных полях. Уровни Ландау и плотность состояний. Эффекты де Гааза-ван Альфена и Шубникова-де Гааза, их применение для исследования поверхности Ферми в металлах. Циклотронный резонанс в полупроводниках.

Тема 18. Магнитный порядок в конденсированном состоянии.

Классификация магнитно упорядоченных веществ. Модель обменного взаимодействия Гейзенберга. Модель усредненного обменного поля. Температура Кюри и закон Кюри-Вейсса. Доменная структура ферромагнетиков.

Тема 19. Магнитные резонансы.

Принципы электронного парамагнитного резонанса. Уравнения Блоха. Линии поглощения и дисперсии. Спиновый гамильтониан. Тонкая и сверхтонкая структура спектра. Другие виды резонансов: ядерный магнитный резонанс, двойной электронно-ядерный резонанс, ферромагнитный резонанс, антиферромагнитный резонанс.

Тема 20. Сверхпроводимость.

Основные свойства сверхпроводников. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Термодинамика сверхпроводников. 1-е и 2-е уравнения Лондонов, лондоновская глубина проникновения магнитного поля. Подходы в теории Гинзбурга-Ландау к описанию сверхпроводимости, вихри Абрикосова.

Принципы теории Бардина-Купера-Шрифера. Контактные явления на сверхпроводниках: туннелирование Дживера, эффекты Джозефсона. Сверхпроводящая электроника, СКВИД. Высокотемпературные сверхпроводники.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Павлов Павел Васильевич. Физика твердого тела : учебник. - 3-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2000. - 494 с. - 78.54.

Киттель Ч. Введение в физику твердого тела / [пер. под общ. ред. А. А. Гусева]. - Изд. 2-е, стер., перепеч. с изд. 1978 г. - М. : МедиаСтар, 2006. - 792 с. - 525.00.

#### **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Вывести уравнение Клаузиуса-Мосотти.
2. Дать качественное описание модели магнитного порядка Гейзенберга.
3. Какие параметры определяют температурную зависимость проводимости в невырожденном полупроводнике?

### Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

| Оценка     | Критерии оценивания                                                     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|
| зачтено    | Правильные ответы на вопросы. Допускаются неточности и негрубые ошибки. |
| не зачтено | Нет ответов на вопросы или в ответах есть грубые ошибки.                |

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций) | плохо                                                                                                                     | неудовлетворительно                                                                            | удовлетворительно                                                                                              | хорошо                                                                                                                  | очень хорошо                                                                                                            | отлично                                                                                           | превосходно                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                         | не зачтено                                                                                                                |                                                                                                |                                                                                                                | зачтено                                                                                                                 |                                                                                                                         |                                                                                                   |                                                                                                                          |
| <u>Знания</u>                                                           | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки                          | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок                                           | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок                       | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок                 | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.                        | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.                                                               |
| <u>Умения</u>                                                           | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа              | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |

|               |                                                                                                            |                                                                                               |                                                                                          |                                                                                          |                                                                                        |                                                                                  |                                                                   |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|               |                                                                                                            |                                                                                               | полном объеме                                                                            | объеме, но некоторые с недочетами                                                        | с недочетами                                                                           | недочетам и, выполнены все задания в полном объеме                               |                                                                   |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов | Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка     |                     | Уровень подготовки                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зачтено    | превосходно         | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой |
|            | отлично             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».                                                                                                                            |
|            | очень хорошо        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»                                                                                                                        |
|            | хорошо              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».                                                                                                                             |
|            | удовлетворительно   | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»                                     |
| не зачтено | неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».                                                                                                                                                                                   |
|            | плохо               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»                                                                                                                                                                                                  |

**5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

**5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1**

1. Дислокации. Контур и вектор Бюргерса. Механизмы движения дислокаций. Источники дислокаций.
2. Упругость твердого тела. Обобщенный закон Гука для кристаллов.

3. Пластические свойства твердых тел. Основные механизмы пластической деформации. Системы скольжения.

**Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

| Оценка              | Критерии оценивания                                                                                                                                           |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| превосходно         | Студент свободно владеет теоретическим материалом, уверенно отвечает на дополнительные вопросы.                                                               |
| отлично             | Студент владеет теоретическим материалом, в целом правильно отвечает на дополнительные вопросы.                                                               |
| очень хорошо        | В целом студент владеет теоретическим материалом, при ответе на дополнительные вопросы есть неуверенность, есть негрубые ошибки.                              |
| хорошо              | В целом студент владеет теоретическим материалом, но есть негрубые ошибки и неточности, при ответе на дополнительные вопросы есть неуверенность, есть ошибки, |
| удовлетворительно   | Нет свободного владения теоретическим материалом, при ответе на дополнительные вопросы есть грубые ошибки,                                                    |
| неудовлетворительно | Нет понимания теоретического материала, нет ответов на дополнительные вопросы,                                                                                |
| плохо               | Полное отсутствие понимания предмета.                                                                                                                         |

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Павлов Павел Васильевич. Физика твердого тела : [учеб. пособие для вузов по специальности "Физика"]. - М. : Высшая школа, 1985. - 384 с. : ил. - 1.10., 34 экз.
2. Павлов Павел Васильевич. Физика твердого тела : учеб. для вузов, обучающихся по направлению "Физика" и специальностям "Физика и технология материалов и компонентов электронной техники", "Микроэлектроника и полупроводниковые приборы". - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 1993. - 491 с. - ISBN 5-230-03839-x : 5000.00., 384 экз.
3. Павлов Павел Васильевич. Физика твердого тела : учебник. - 3-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2000. - 494 с. - 78.54., 33 экз.
4. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела / [пер. под общ. ред. А. А. Гусева]. - Изд. 2-е, стер., перепеч. с изд. 1978 г. - М. : МедиаСтар, 2006. - 792 с. - 525.00., 45 экз.
5. Киттель Чарлз. Введение в физику твердого тела / пер. с 4-го америк. изд.: А. А. Гусева, А. В. Пахнева ; под общ. ред. А. А. Гусева. - М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978. - 791 с. : ил. - 2.10., 28 экз.

#### Дополнительная литература:

1. Блейкмор Дж. Физика твердого тела / пер. с англ. под ред. Д. Г. Андрианова, В. И. Фистуля. - М. : Мир, 1988. - 608 с. : ил. - Расшир. и доп. изд. кн. "Физика твердого состояния". - ISBN 5-03-001256-7 : 3.00., 4 экз.
2. Анималу А. О. Е. Квантовая теория кристаллических твердых тел / пер. с англ. Е. Л. Ивченко, А. Л. Эфроса. - М. : Мир, 1981. - 574 с. : ил. - 2.60., 5 экз.
3. Гуртов Валерий Алексеевич. Физика твердого тела для инженеров : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям 210100 "Электроника и нанoeлектроника", 223200 "Техн. физика". - Изд. 2-е, испр. и доп. - М. : Техносфера, 2012. - 560 с. - (Мир физики и техники ; 2 - 27). - ISBN 978-5-94836-327-1 : 400.00., 1 экз.
4. Гуртов Валерий Алексеевич. Физика твердого тела для инженеров : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 210101 "Физ. электроника" / науч. ред. Л. А. Алешина. - М. : Техносфера, 2007. - 520 с. - (Мир физики и техники ; 2 - 08). - ISBN 978-5-94386-141-3 : 130.00., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Учебные аудитории оснащены компьютерами с установленными программными пакетами и доступом в сеть "Интернет"

#### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Видеопроектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Карзанов Вадим Вячеславович, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рецензент(ы): Бурдов Владимир Анатольевич, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Павлов Дмитрий Алексеевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 23.12.2025, протокол № б/н.