

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

---

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

**Рабочая программа дисциплины**

Атомная физика

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

---

Направленность образовательной программы  
Информационные системы и технологии

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2026 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.05 Атомная физика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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 |
| ПК-2: Способен к применению общенаучных базовых знаний математических и естественных наук, фундаментальной информатики и информационных технологий; применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии | ПК-2.1: Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, имеет научные знания в теории информационных систем<br>ПК-2.2: Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности.<br>ПК-2.3: Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий | ПК-2.1:<br>Знает:<br>- основные экспериментальные факты, выявляющие необходимость новой концепции в описании явлений, проявляющихся в масштабах атомных структур;<br>- основные закономерности и соотношения, необходимые для расчетов влияния квантовых эффектов на устройства и каналы передачи информации;<br>- элементную базу и принципы работы приборов, применяемых в современной квантовой электронике.<br><br>ПК-2.2:<br>Умеет:<br>- анализировать явления в области атомной физики для качественной оценки их влияния на развитие информационных технологий;<br>- классифицировать научно-техническую информацию в области современной квантовой теории информации.<br><br>ПК-2.3:<br>Имеет опыт решения стандартных задач по | Контрольная работа                 | Зачёт:<br>Контрольная работа |

|  |  |                                                                                                                          |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | определению параметров систем, являющихся базовыми для современной технологии создания, обработки и передачи информации. |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|                                                                          | очная                    |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Общая трудоемкость, з.е.</b>                                          | <b>2</b>                 |
| <b>Часов по учебному плану</b>                                           | <b>72</b>                |
| в том числе                                                              |                          |
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>                           |                          |
| - занятия лекционного типа                                               | 32                       |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 0                        |
| - КСР                                                                    | 1                        |
| <b>самостоятельная работа</b>                                            | <b>39</b>                |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                                          | <b>0</b><br><b>Зачёт</b> |

#### 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 (часы) | в том числе                                                                |                                                                            |             |                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                         |              | 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       |                                           |
|                                                                                                                         | 0<br>Ф<br>0  | 0<br>Ф<br>0                                                                | 0<br>Ф<br>0                                                                | 0<br>Ф<br>0 | 0<br>Ф<br>0                               |
| О необходимости всестороннего изучения экспериментальных фактов, приводящих к новым закономерностям в атомных явлениях. | 4            | 2                                                                          |                                                                            | 2           | 2                                         |
| Квантовая теория фотоэффекта. Понятие фотона.                                                                           | 6            | 2                                                                          |                                                                            | 2           | 4                                         |
| Эффект Комптона. Элементы специальной теории относительности.                                                           | 9            | 4                                                                          |                                                                            | 4           | 5                                         |
| Равновесное излучение абсолютно черного тела. Элементы статистической физики.                                           | 9            | 4                                                                          |                                                                            | 4           | 5                                         |
| Опыт Дэвиссона и Джермера.                                                                                              | 4            | 2                                                                          |                                                                            | 2           | 2                                         |
| Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона.                                                                                  | 6            | 2                                                                          |                                                                            | 2           | 4                                         |
| Атомная теория Бора.                                                                                                    | 5            | 2                                                                          |                                                                            | 2           | 3                                         |

|                                                                                      |    |    |   |    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---|----|----|
| Волновые свойства частиц. Понятие волновой функции. Волна де Бройля.                 | 4  | 2  |   | 2  | 2  |
| Волновой пакет. Вероятностная интерпретация волновой функции. Принцип суперпозиции.  | 7  | 4  |   | 4  | 3  |
| Уравнение Шрёдингера и его применение для расчета простейших моделей атомных систем. | 10 | 5  |   | 5  | 5  |
| Явление квантового туннелирования. Распад атомного ядра.                             | 7  | 3  |   | 3  | 4  |
| Аттестация                                                                           | 0  |    |   |    |    |
| КСР                                                                                  | 1  |    |   | 1  |    |
| Итого                                                                                | 72 | 32 | 0 | 33 | 39 |

### Содержание разделов и тем дисциплины

1. Фотоэффект. опыты Герца и Столетова. Закон Эйнштейна. Соотношение Эйнштейна. Корпускулярно-волновой дуализм.
2. Рассеяние электромагнитного излучения на свободных зарядах. Эффект Комптона. Элементы релятивистской механики.
3. Модель атома Томсона. опыты Резерфорда. Планетарная модель атома и проблема устойчивости атомов. Сериальные закономерности в спектре атома водорода. Квантование момента импульса. Постулаты Бора. Экспериментальное доказательство дискретной структуры атомных уровней.
4. Равновесное электромагнитное излучение в полости. Законы Релея-Джинса и Вина. Гипотеза Планка. Кванты излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана и закон смещения Вина.
5. Гипотеза де-Бройля. Волновые свойства частиц. опыты Девиссона-Джермера и Томсона, их современные модификации. Волны де-Бройля. Соотношения де-Бройля.
6. Волновая функция и её интерпретация. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорость волн де-Бройля. Детерминированность классической физики и вероятностный подход в квантовой механике. Проблема измерений в квантовых системах. Микроскоп Гейзенберга.
7. Квантовая система, ее состояние, измерения и измеряемые параметры. Свойства волновой функции. Принцип суперпозиции. Уравнение Шрёдингера. Стационарные и нестационарные состояния.
8. Потенциальная яма с бесконечными стенками. Состояния с определенным значением энергии. Уровни энергии частицы. Вероятности измерения энергии в суперпозированном состоянии.
9. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Граничные условия. Туннельный эффект. Надбарьерное отражение.
10. Туннельный эффект:  $\alpha$  – распад атомных ядер, автоэлектронная эмиссия.
11. Орбитальный механический и магнитный моменты электрона. Магнетон Бора. Экспериментальное определение магнитных моментов. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Собственный магнитный момент электрона. Спиновое гиромагнитное отношение.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

### 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.

Савельев Игорь Владимирович. Курс общей физики : в 5 кн. - М. : Астрель : АСТ, 2005-. Курс общей физики. Кн. 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - М. : Астрель : АСТ, 2007. - 368 с. : ил. - ISBN 5-17-004587-5 (кн. 5) : 169.00.

## 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 - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. При поочередном освещении ультрафиолетовым излучением поверхностей двух металлов с работами выхода  $= 4.47$  эВ и  $= 1.89$  эВ обнаружили, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в  $= 1.4$  раза. Найти длину волны излучения.
2. Температура поверхности звезды 61 созвездия Лебедя  $= 5000$  К, а ее звездная постоянная (плотность светового потока энергии звездного излучения у поверхности Земли) равна  $= 1.13 \times 10^{-7}$  эрг/(см<sup>2</sup>·с). Оцените радиус звезды, если она удалена от Земли на расстояние  $1.04 \times 10^{19}$  см.
3. Определить скорость электрона, если его дебройлевская длина волны в  $\eta = 21.6$  раза меньше радиуса первой борновской орбиты в атоме водорода.
4. Моноэнергетический пучок нерелятивистских электронов, ускоренных в электрическом поле, падает на поверхность монокристалла LiF, постоянная  $d$  кристаллической решетки которого равна  $d = 3.8$  Å. При угле скольжения  $\theta = 1^\circ 30'$  наблюдается максимум отражения 2-го порядка. Найти ускоряющую разность потенциалов  $U$ .
5. Ион He<sup>1+</sup> испустил квант света при переходе из возбужденного состояния в основное. Определить номер орбиты, соответствующей данному возбужденному состоянию, если кинетическая энергия фотоэлектрона, вырванного этим квантом из атома водорода, который находился в основном состоянии и покоился, составила  $= 27.3$  эВ.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

| Оценка     | Критерии оценивания                                                                                                           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зачтено    | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. |
| не зачтено | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.                               |

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

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатора 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 полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <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 некоторыми недочетами                                      | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами                                                                   | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов                                                | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов                                                                    | Продemonстрирован 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 |

|                   |                            |                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | <b>отлично</b>             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».                                                                                        |
|                   | <b>очень хорошо</b>        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»                                                                                    |
|                   | <b>хорошо</b>              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».                                                                                         |
|                   | <b>удовлетворительно</b>   | 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» |
| <b>не зачтено</b> | <b>неудовлетворительно</b> | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».                                                                                                                                               |
|                   | <b>плохо</b>               | 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 - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Ион  $\text{He}^{1+}$  испустил квант света при переходе из возбужденного состояния в основное. Определить номер орбиты, соответствующей данному возбужденному состоянию, если кинетическая энергия фотоэлектрона, вырванного этим квантом из атома водорода, который находился в основном состоянии и покоился, составила  $\dots = 27.3 \text{ эВ}$ .
2. Ион  $\text{Li}^{2+}$  испустил квант света при переходе электрона с орбиты  $n_1$  на орбиту  $n_2$  где  $r_1$  – боровский радиус. Найти скорость фотоэлектрона, вырванного этим квантом из атома водорода, который находился в основном состоянии и покоился.
3. При освещении поверхности некоторого металла светом с длиной волны  $\lambda_1$  обнаружили, что максимальная скорость фотоэлектронов составляет  $v_1$  м/с, затем длину волны излучения изменили в  $k$  раз, при этом максимальная скорость фотоэлектронов уменьшилась до  $v_2$  м/с. Найти работу выхода с поверхности этого металла.
4. При каком значении скорости релятивистского электрона его энергия равна энергии фотона с длиной волны  $\lambda$ , в  $k$  раз меньшей комптоновской длины волны электрона?
5. При поочередном освещении ультрафиолетовым излучением поверхностей двух металлов с работами выхода  $A_1 = 4.47 \text{ эВ}$  и  $A_2 = 1.89 \text{ эВ}$  обнаружили, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в  $k$  раз. Найти длину волны излучения.
6. Определить длину волны де Бройля для электрона с энергией  $10 \text{ МэВ}$ .
7. Найти скорость электрона, если его длина волны де Бройля имеет величину  $\lambda = 3 \text{ пм}$ .
8. Определить длину волны де Бройля для протона с энергией  $5 \text{ МэВ}$ .
9. Электрон с нулевой начальной скоростью находится в электрическом поле. Найти длину волны де Бройля, если частица прошла ускоряющую разность потенциалов  $U = 510 \text{ кВ}$ .
10. Фотон с длиной волны а)  $\lambda = 500 \text{ \AA}$ , б)  $\lambda = 0.024 \text{ \AA}$  вырывает электрон из атома водорода. Чему равна скорость вырванного электрона?

11. Найти скорость фотоэлектронов, вырывааемых электромагнитным излучением с длиной волны  $\lambda = 18$  нм из ионов  $\text{He}^+$ , которые находятся в основном состоянии и покоятся.
12. Фотон испытал рассеяние на покоившемся свободном электроне. Найти импульс налетающего фотона, если энергия рассеянного фотона равна кинетической энергии электрона отдачи при угле  $90^\circ$  между направлениями их разлета.
13. Найти величину плотности тока вероятности для следующих волновых функций:  $\psi(x) = A(\exp(ikx) + i \exp(ikx))$  и  $\psi(x) = A(\exp(ikx) + 0.5 \cdot \exp(ikx))$ .
14. На сколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны  $\lambda = 486$  нм?
15. Красная граница фотоэффекта для цезия равна  $\lambda = 6390$  Å. Чему равна максимальная энергия фотоэлектронов, если падающее на цезиевый фотокатод излучение имеет длину волны  $\lambda = 912$  Å.
16. Когда длину волны света, освещающего поверхность некоторого металла, изменили с 0.35 мкм на 0.54 мкм, максимальная скорость фотоэлектронов уменьшилась в два раза. Найти работу выхода с поверхности этого металла.
17. На металлическую поверхность с работой выхода  $A = 3.6$  эВ воздействует электромагнитное поле ( $E$  – напряженность электрического поля волны). Найти энергию фотоэлектронов, если , .
18. Излучение  $\text{CO}_2$  - лазера ( $\lambda_0 \approx 10$  мкм) рассеивается на релятивистском электронном пучке с энергией  $E = 5$  ГэВ, движущемся навстречу. Какова длина волны излучения, рассеиваемого назад?
19. Определить величину комптоновского смещения, если начальная длина волны фотона  $\lambda_0 = 0,0242$  Å, а скорость электрона отдачи определяется соотношением  $v/c = 0.6$ . Считать, что до столкновения электрон покоился.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

| Оценка     | Критерии оценивания                                                                                                           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зачтено    | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. |
| не зачтено | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные знания и умения. Имели место грубые ошибки.                      |

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

Основная литература:

1. Гольдин Лев Лазаревич. Введение в атомную физику : [учеб. пособие для втузов]. - М. : Наука, 1969. - 303 с. : с черт. - 0.60., 36 экз.
2. Шпольский Э. В. Атомная физика. Т. 1. Введение в атомную физику / Шпольский Э. В. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 560 с. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-1005-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799661&idb=0>.
3. Матвеев Алексей Николаевич. Механика и теория относительности : учеб. пособие для студентов физ. специальностей вузов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1986. - 320 с. : ил. - 1.40., 5 экз.
4. Иродов Игорь Евгеньевич. Квантовая физика : основные законы. - 5-е изд., стер. - М. : Бином.

Лаборатория знаний, 2014. - 256 с. : ил. - (Общая физика). - ISBN 978-5-9963-1322-8 : 160.00., 1 экз.

5. Сивухин Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : учеб. пособие для физ. специальностей вузов. Т. 5. Атомная и ядерная физика, ч. 1 : Атомная физика . - М. : Наука, 1986. - 416 с. : ил. - 1.20., 194 экз.

Дополнительная литература:

1. Браун Александр Георгиевич (Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)). Атомная и ядерная физика. Элементы квантовой механики. Практикум : Учебное пособие / Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2025. - 88 с. - (Высшее образование (МАТИ-МАИ)). - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-019148-5. - ISBN 978-5-16-111902-0 (электр. издание)., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=917497&idb=0>.

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

<https://teach-in.ru/course/atomic-physics/lecture>

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

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

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 ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Шарков Валерий Валерьевич, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Оболенский Сергей Владимирович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 06.11.2025, протокол № 04/25.