

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТТИ НИЯУ МИФИ)

**КАФЕДРА
ФИЗМКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

УТВЕРЖДАЮ


Зам. директора
Т.В.Труфанова
« 25 » _____ июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА»

Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Специализация: Проектирование и технология радиоэлектронных систем и комплексов

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Трехгорный
2025

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения атомной и ядерной физики закладываются основы общенаучного фундамента, формируются представления о современной картине мира, воспитываются основные приемы познавательной деятельности, без которых не может обойтись ни один специалист, в какой бы области науки, техники и производства он ни работал.

Трудно найти среди естественных и технических дисциплин такую область знаний, в которой можно было бы обойтись без учета физических основ важнейших представлений. Сегодня нет сферы человеческой деятельности, в которой в той или иной мере не использовались бы методы физики и её достижения.

Достаточная физическая подготовка гарантирует более глубокое усвоение любых знаний, развивает способности к восприятию научных и технических сведений, с которыми приходится сталкиваться в ходе практической деятельности, позволяет творчески использовать тот обширный материал, который представляют современные компьютерные сети.

1.1 Цели дисциплины

Цели дисциплины «Атомная и ядерная физика» заключаются в формировании у студентов представления о современной физической картине мира и научного мировоззрения, знаний и умений использования фундаментальных законов, теорий классической и современной физики, а также методов физического исследования как основы системы профессиональной деятельности.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи дисциплины «Атомная и ядерная физика» состоят в том, чтобы раскрыть сущность основных представлений, законов, теорий классической и современной физики в их внутренней взаимосвязи и целостности, так как для будущего инженера важно не столько описание широкого круга физических явлений, сколько усвоение иерархии физических законов и понятий, границ их применимости, позволяющее эффективно использовать их в конкретных

ситуациях; формировать у студентов умения и навыки решения обобщённых типовых задач дисциплины (теоретических и экспериментально – практических учебных задач) из различных областей физики как основы умения решать профессиональные задачи; формировать у студентов умение оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или теоретических методов исследования; способствовать развитию у студентов творческого мышления, навыков самостоятельной познавательной деятельности, умения моделировать физические ситуации с использованием компьютера; ознакомить студентов с современной измерительной аппаратурой, выработать умения и навыки проведения экспериментальных исследований и обработки их результатов, умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Атомная и ядерная физика» к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений. Базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Физика (электричество и магнетизм)», «Физика (волны и оптика). Дисциплина читается в 6 семестре.

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Компетенции студента, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Изучение дисциплины «Атомная и ядерная физика» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

Универсальные компетенции (УК):

– способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);

Универсальная компетенция естественнонаучная (УКЕ):

- Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах (УКЕ-1).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации (З-УК-1);
- основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (З-УКЕ-1);

уметь:

- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации (У-УК-1);
- использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи (У-УКЕ-1);

владеть:

- методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий (В-УК-1);
- методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами (В-УКЕ-1).

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Естественнонаучный и общепрофессиональный модули		
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико- ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Экономика и управление производством", "Инновационная экономика и технологическое предпринимательство", "Правоведение" для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
	- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.

4.1 Содержание лекций

Раздел 1 Квантовая оптика.

Тема 1.1 Тепловое излучение и его характеристики. Спектры теплового излучения. Законы Кирхгофа, Вина и Стефана–Больцмана. Проблемы излучения абсолютно черного тела. Квантовая гипотеза и формула Планка. Оптическая пирометрия. Фотоны. Энергия, импульс фотона. Давление света. Опыты Лебедева. Квантовое и волновое объяснение давления света. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.

Тема 1.2 Атомная и ядерная физика. Экспериментальное обоснование основных идей квантовой теории. Опыты Франка и Герца. Фотоэффект. Эффект Комптона. Линейчатые спектры атомов. Постулаты Бора. Принцип соответствия.

Тема 1.3 Корпускулярно-волновой дуализм в микромире. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов. Принцип неопределенности. Волновые свойства микрочастиц и соотношение неопределенностей. Статистический смысл волновой функции. Квантовые уравнения движения.

Раздел 2 Уравнения Шредингера. Строение атома.

Тема 2.1 Временное и стационарное уравнения Шредингера. Частица в одномерной прямоугольной яме. Квантовый гармонический осциллятор. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

Тема 2.2 Атом и молекула водорода в квантовой теории.

Тема 2.3 Строение атома. Уравнение Шредингера для атома водорода. Водородоподобные атомы. Энергетические уровни.

Тема 2.4 Атом и молекула водорода в квантовой теории. Квантовые числа. Спин электрона. Опыты Штерна и Герлаха. Ширина уровней. Пространственное квантование.

Раздел 3 Структура электронных уровней атомов. Элементы квантовой статистики.

Тема 3.1 Структура электронных уровней в сложных атомах.

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Магнетизм микрочастиц. Принцип Паули.

Тема 3.2 Молекула водорода.

Ионная и ковалентная связи. Электронные термы двухатомной молекулы.

Молекулярные спектры.

Тема 3.3 Элементы квантовой статистики.

Фазовое пространство. Элементарная ячейка. Плотность состояний. Теорема Нернста и ее следствия.

Раздел 4 Понятие о квантовой статистики.

Тема 4.1 Основы квантовой статистики Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Квазичастицы. Их определение и виды. Электроны в кристаллах. Теплоемкость кристаллической решетки.

Тема 4.2 Электропроводность металлов. Носители тока как квазичастицы. Энергетические зоны в кристаллах. Уровень Ферми. Поверхность Ферми.

Тема 4.3 Металлы, диэлектрики и полупроводники в зонной теории. Понятие дырочной проводимости. Собственная и примесная проводимость.

Тема 4.4 Квантовые представления о свойствах ферромагнетиков. Обменное взаимодействие. Температура Кюри. Намагничивание ферромагнетиков.

4.2 Тематический план лабораторных работ

1. Измерение периода полураспада долгоживущего изотопа.
2. Экспериментальная проверка закона Пуассона.
3. Исследование газоразрядного счетчика.

4.3 Тематический план практических работ

1. Квантовая оптика. Тепловое излучение. Энергия и импульс световых квантов.
2. Экспериментальное обоснование основных идей квантовой теории. Фотоны. Опыты Франка и Герца. Фотоэффект. Эффект Комптона.
3. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов. Соотношение неопределенностей. Волновые свойства микрочастиц и соотношение неопределенностей. Статистический смысл волновой функции.
4. Временное и стационарное уравнения Шредингера. Частица в одномерной прямоугольной яме. Прохождение частицы через потенциальный барьер.

5. Атом и молекула водорода в квантовой теории. Уравнение Шредингера для атома водорода. Водородоподобные атомы. Квантовые числа.
6. Подготовка к контрольной работе.
7. Контрольная работа № 1.
8. Элементы квантовой статистики. Фазовое пространство. Элементарная ячейка. Плотность состояний. Теорема Нернста и ее следствия. Понятие о квантовой статистике Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
9. Электроны в кристалле. Энергетические зоны в кристаллах. Уровень Ферми. Поверхность Ферми.
10. Электроны в кристалле. Явление сверхпроводимости. Эффект Джозефсона. Квантовые представления о свойствах ферромагнетиков. Обменное взаимодействие.
11. Температура Кюри. Намагничивание ферромагнетиков.
12. Подготовка к контрольной работе №2.
13. Контрольная работа № 2.
14. Работа над ошибками.

4.4 Самостоятельная работа студентов

1. Изучение лекционного материала по теме: «Тепловое излучение. Проблемы излучения абсолютно черного тела. Квантовая гипотеза и формула Планка. Фотоны. Энергия и импульс световых квантов».
2. Подготовка к выполнению лабораторной работы № 1.
3. Решение задач по теме «Квантовая оптика».
4. Проработка материала к лабораторной работе №1.
5. Подготовка к выполнению лабораторной работе № 2.
6. Подготовка к контрольной работе №1. Оформление отчета к лабораторной работы №1.
7. Проработка материала к лабораторной работе №2. Спектры водорода и ртути. Подготовка к контрольной работе №1.
8. Проработка лекционного материала по теме «Временное и стационарное уравнения Шредингера».

- 9.Проработка материала к лабораторной работе №3.
- 10.Оформление отчета к лабораторной работе №2. Спектры водорода и ртути.
- 11.Проработка лекционного материала по теме: «Частица в одномерной прямоугольной яме. Прохождение частицы через потенциальный барьер».
- 12.Оформление отчета к лабораторной работе №3.
- 13.Подготовка к контрольной работе №1.
- 14.Подготовка к контрольной работе №1.
- 16.Работа над ошибками по контрольной работе №1.
- 17.Проработка лекционного материала по теме: «Атом и молекула водорода в квантовой теории».
- 18.Подготовка к лабораторной работе №4. Тепловое излучение.
- 19.Проработка лекционного материала по теме: «Элементы квантовой статистики».
- 21.Решение физических задач по теме: «Элементы квантовой статистики».
- 23.Подготовка к контрольной работе №2.
- 24.Проработка лекционного материала по теме: «Понятие о квантовой статистике Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Квазичастицы. Их определение и виды».
- 25.Проработка лекционного материала по теме: «Электроны в кристалле».
- 26.Подготовка к контрольной работе №2.
- 27.Работа над ошибками контрольной работы №2.

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», реализация компетентностного подхода должна предусматривать использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной

работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного оборудования в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются студентам для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия проводятся также с применением мультимедийного оборудования с разбором типовых решений задач по механике, молекулярно-кинетической теории с выдачей учебных материалов студентам.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории общей физики, на лабораторных установках, бригадой студентов из 4-5 человек. Все лабораторные работы выполняются фронтально. За 2-3 дня до проведения лабораторных работ студентам выдается их описание для изучения, перед началом работ проводится тестирование студентов для проверки их готовности к выполнению лабораторных работ.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного или бумажного тестирования, а также выполнением самостоятельных работ по решению физических задач, физических диктантов.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

- 6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.
- 6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Горлач, В. В. Физика: квантовая физика. Лабораторный практикум : учебник для вузов / В. В. Горлач. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 114 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10137-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562508>
2. Хренников, А. Ю. Квантовая физика и неколмогоровские теории вероятностей : учебник для вузов / А. Ю. Хренников. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 219 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04355-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561990>

7.2 Дополнительная литература

1. Ефремов, Ю. С. Квантовая механика : учебник для вузов / Ю. С. Ефремов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 458 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04975-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563482>
2. Трофимова, Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебник для вузов / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3429-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/559650>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Кабинет физики и астрономии для проведения лекций и практических занятий:

Доступ к сети Интернет;

Комплект мультимедийного оборудования:

Проектор Acer X 1240;

Экран настенный;

Ноутбук Lenovo IdeaPad 570 15.6"

с возможностью подключения к сети «Интернет» (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства);

Стол преподавателя;

Стул преподавателя;

Столы ученические – 20 шт.;

Стулья ученические – 40 шт.

Лаборатория физики и астрономии:

Доступ к сети Интернет;

Комплект мультимедийного оборудования:

Проектор EPSON;

Интерактивная доска SMART Board;

Ноутбук Acer Aspire 3 17"

с возможностью подключения к сети «Интернет» (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства);

Трубка Ньютона (механика);

Установка для определения изменения энтропии;

Установка для определения универсальной газовой постоянной ФПТ 1-12;

Теллурий (Модель Солнце-Земля-Луна);

Лабораторная установка «Изучение вязкости воздуха»;

Лабораторная установка «Определение отношения теплоемкостей воздуха»;

Лабораторный комплект (набор) по механике – 3шт.;

Лабораторный комплект (набор) по молекулярной физике и термодинамике – 3шт.;

Лабораторный комплект (набор) по электростатике – 3шт.;

Лабораторный комплект (набор) по электродинамике – 3шт.;

Лабораторный комплект (набор) по оптике – 3шт.;

Стол преподавателя;

Стул преподавателя;

Столы ученические – 15 шт.;

Стулья ученические – 30 шт.

Помещение для самостоятельной работы.

Библиотека ТТИ НИЯУ МИФИ, читальный зал с выходом в сеть Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде

Персональный компьютер (обеспечен лицензионным и свободно распространяемым программным обеспечением, в том числе отечественного производства) – 10 шт.;

Проектор;

Экран;

Принтер;

Выставочные шкафы- 4 шт.,

Столы ученические - 12 шт.,

Стулья ученические - 24 шт.