

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)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ТТИ НИЯУ МИФИ
_____ Т.И. Улитина
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА»

Направление подготовки: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Профиль подготовки: Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Трехгорный
2021

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» (Б1.В.ОД.20) относится к вариативной части, обязательная дисциплина учебного плана по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств». 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 дисциплины

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

УК:

- способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6);
- способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах (УКЕ-1)

ОПК:

-Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности (ОПК-1);

-Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных (ОПК-2).

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы (З-ОПК-1);
 - основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации(З-ОПК-2);
 - основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни(З-УК-6);
 - основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования(З-УКЕ-1)
- уметь:**
- применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера(У-ОПК-1);
 - пользоваться современными средствами измерения, контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач; уметь разрабатывать программы и методики измерений, оптимально планировать эксперимент(У-ОПК-2);
 - эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения(У-УК-6);
 - 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:

- навыками использования знаний естественных наук и математики при решении практических задач инженерной деятельности(В-ОПК-1);
- навыками выбора и использования соответствующих ресурсов, современных методик и оборудования для проведения экспериментальных исследований и измерений; навыками обработки и представления полученных экспериментальных данных для получения обоснованных выводов (В-ОПК-2);
- методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни (В-УК-6);
- 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 (В14)	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

		<p>том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Экономика и управление производством", "Инновационная экономика и технологическое предпринимательство", "Правоведение" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
	<p>- формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>Интеллектуальное воспитание</p>	<p>- формирование культуры умственного труда (B11)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.</p>

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в 6 семестре составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости и (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел *
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
Семестр 6									
1	Раздел 1	1-3	5	4	5	8	ЛР1-3	Т1-4	10
2	Раздел 2	4-7	5	3	5	6	ЛР2-6	КР1-7	15
3	Раздел 3	8-12	5	4	5	8	ЛР3-10	Т2-12	10
4	Раздел 4	13-18	5	3	5	5	-	КР2-18	15
Итого			20	14	20	27			50
Экзамен			27						50
Итого за семестр									100

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 направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств», 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 теорией 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

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
6 семестр			
T1	Тест №1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
T2	Тест №2		
KP1	Контрольная работа №1	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
KP2	Контрольная работа №2		
LP1	Лабораторная работа №1	Средства проверки умений и навыков применения на практике теоретических знаний	Методическое руководство
LP2	Лабораторная работа №2		
LP3	Лабораторная работа №3		

Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
УК-6	З-УК-6, З-УКЕ-1, З-ОПК-1, З-ОПК-2	У-УК-6, У-УКЕ-1, У-ОПК-1, У-ОПК-2	В-УК-6, В-УКЕ-1, В-ОПК-1, В-ОПК-2	ЛР1, ЛР2, КР1, Э
УКЕ-1	З-УК-6, З-УКЕ-1,	У-УК-6, У-УКЕ-	В-УК-6, В-УКЕ-	ЛР1, ЛР2, КР1, Э

	3-ОПК-1, 3-ОПК-2	1, У-ОПК-1, У-ОПК-2	1, В-ОПК-1, В-ОПК-2	
ОПК-1	3-УК-6, 3-УКЕ-1, 3-ОПК-1, 3-ОПК-2	У-УК-6, У-УКЕ-1, У-ОПК-1, У-ОПК-2	В-УК-6, В-УКЕ-1, В-ОПК-1, В-ОПК-2	ЛР1, ЛР3, Т2, КР2, Э
ОПК-2	3-УК-6, 3-УКЕ-1, 3-ОПК-1, 3-ОПК-2	У-УК-6, У-УКЕ-1, У-ОПК-1, У-ОПК-2	В-УК-6, В-УКЕ-1, В-ОПК-1, В-ОПК-2	ЛР1, ЛР3, Т2, КР2, Э

Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
6 семестр						
Раздел 1	Квантовая оптика. Тема 1.1 Тепловое излучение и его характеристики.. Тема 1.2 Атомная и ядерная физика. Экспериментальное обоснование основных идей квантовой теории. Тема 1.3 Корпускулярно-волновой дуализм в микромире	УК-6, УКЕ-1, ОПК-1, ОПК-2	3-УК-6, 3-УКЕ-1, 3-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-УК-6, У-УКЕ-1, У-ОПК-1, У-ОПК-2, В-УК-6, В-УКЕ-1, В-ОПК-1, В-ОПК-2	ЛР1-3	Т1-4	Зачет с оценкой
Раздел 2.	Уравнения Шредингера. Строение атома. Тема 2.1 Временное и стационарное уравнения Шредингера. Тема 2.2 Атом и молекула водорода в квантовой теории. Тема 2.3 Строение атома. Уравнение Шредингера для атома водорода. Тема 2.4 Атом и молекула водорода в квантовой	УК-6, УКЕ-1, ОПК-1, ОПК-2	3-УК-6, 3-УКЕ-1, 3-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-УК-6, У-УКЕ-1, У-ОПК-1, У-ОПК-2, В-УК-6, В-УКЕ-1, В-УКЕ-2	ЛР2-6	КР1-7	

	теории. Квантовые числа..		1, В- ОПК-1, В-ОПК- 2			
Раздел 3.	Структура электронных уровней атомов. Элементы квантовой статистики. Тема 3.1 Структура электронных уровней в сложных атомах. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Тема 3.2 Молекула водорода. Тема 3.3 Элементы квантовой статистики.	УК-6, УКЕ-1, ОПК-1, ОПК-2	3-УК-6, 3-УКЕ- 1, 3-ОПК- 1, 3-ОПК- 2, У-УК- 6, У-УКЕ- 1, У- ОПК-1, У-ОПК- 2, В-УК-6, В-УКЕ- 1, В- ОПК-1, В-ОПК- 2	ЛР3-10	Т2-12	
Раздел 4.	Понятие о квантовой статистики. Тема 4.1 Основы квантовой статистики. Тема 4.2 Электропроводность металлов. Тема 4.3 Металлы, диэлектрики и полупроводники в зонной теории. Тема 4.4 Квантовые представления о свойствах ферромагнетиков.	УК-6, УКЕ-1, ОПК-1, ОПК-2	3-УК-6, 3-УКЕ- 1, 3-ОПК- 1, 3-ОПК- 2, У-УК- 6, У-УКЕ- 1, У- ОПК-1, У-ОПК- 2, В-УК-6, В-УКЕ- 1, В- ОПК-1, В-ОПК- 2	-	КР2-18	

Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
Т1	Тестовое задание №1	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
Т2	Тестовое задание №2	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<3	
КР1	Контрольная работа №1	выставляется студенту, если все пять задач решены верно	10	10 – 6
		выставляется студенту, если четыре задачи решены верно, а одна задача не решена или решение содержит ошибки	9-8	
		выставляется студенту, если три задачи решены верно, а две задачи не решены или решения содержат ошибки	7	
		выставляется студенту, если две задачи решены верно, и хотя бы одна задача из трех оставшихся решена с незначительными недочетами	6	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<6	
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту, если все пять задач решены верно	10	10 – 6
		выставляется студенту, если четыре задачи решены верно, а одна задача не решена или решение содержит ошибки	9-8	
		выставляется студенту, если три задачи решены верно, а две задачи не решены или решения содержат ошибки	7	
		выставляется студенту, если две задачи решены верно, и хотя бы одна задача из трех оставшихся решена с незначительными недочетами	6	
ЛР	Лабораторная работа	все расчеты произведены верно, присутствуют нужные схемы и рисунки, указаны ключевые формулы, правильно сделан вывод, работа оформлена аккуратно;	5	5-3
		все расчеты произведены верно, присутствуют нужные схемы и рисунки, указаны ключевые формулы, сделан ошибочный вывод, работа оформлена аккуратно;	4	

		работа оформлена небрежно, рисунки и схемы не отражают сути происходящих явлений, либо вообще отсутствуют, но при этом все расчеты произведены верно, указаны ключевые формулы, правильно сделан вывод;	3	
		нужные формулы указаны, но расчет произведен не правильно, вывод и рисунки либо отсутствуют, либо не верны.	<3	
Э	Экз	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной	40-50	50-30
		выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34	
		если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы	<30	

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за	Требования к знаниям на устном зачёте
---	-----------------	---------------------------------------

	разделы	
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы к экзамену

1. Предмет классической физики. Вещество и излучение.
2. Волновые свойства частиц. Гипотеза Луи де Бройля.
3. Вырожденные состояния в квантовой механике.
4. Гипотеза Планка. Фотоэлектрический эффект.
5. Спектральные свойства атома водорода. Обозначения спектральных термов.
6. Качественный анализ уравнения Шредингера для атома водорода.
7. Квантовая теория атомов щелочных металлов.
8. Магнитный момент многоэлектронного атома. Множитель Ланде.
9. Момент импульса в квантовой механике.
10. Операторы физических величин. Основные постулаты квантовой механики.
11. Орбитальный и собственный магнитный момент электрона.
12. Основные постулаты квантовой механики.
13. Тонкая структура спектральных линий. Гипотеза спина электрона.
14. Принцип корпускулярно-волнового дуализма.
15. Принцип неопределенности Гейзенберга.

16. Принцип тождественности одинаковых частиц.
17. Принципы построения периодической системы химических элементов.
18. Проблема измерения физических величин в квантовой механике.
19. Простой эффект Зеемана.
20. Вырожденные состояния в квантовой механике. Кратность вырождения.
21. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер.
22. Свойства волновой функции.
23. Сложный эффект Зеемана.
24. Собственный и орбитальный момент импульса в классической механике.
25. Собственный момент импульса электрона.
26. Спектральные свойства атома водорода согласно квантовой механике.
27. Спектральные свойства атома. Обобщенная формула Бальмера.
28. Стационарное уравнение Шредингера.
29. Тонкая структура спектральных линий. Гипотеза спина.
30. Уравнения Шредингера для атома водорода.
31. Формула тонкой структуры спектральных линий атома водорода.
32. Частица в бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме.
33. Частицы Бозе и частицы Ферми. Принцип Паули.
34. Принцип тождественности одинаковых частиц. Свойства четности волновых функций.
35. Эффект Зеемана в слабом магнитном поле.
36. Эффект Комптона. Свойства фотонов.
37. Проблема измерения физических величин в квантовой физике.
38. Ядерная модель атома. Постулаты Бора.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Детлаф, А.А. Курс физики [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. - 9-е изд., стер. - М. : Академия, 2014. - 719, [1] с. : ил., табл. -

(Высшее профессиональное образование). - Предм. указ.: с. 693-713. - ISBN 978-5-4468-0470-2

2. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Иродов И.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 256 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6551>. — ЭБС «IPRbooks»
3. Савельев, И.В. Курс общей физики [Текст]: в 5 т. / И. В. Савельев. - 5-е изд., испр. - СПб.: Лань, 2011. - (Учебники для вузов. Специальная литература). Т. 1: Механика: учебное пособие для студентов вузов. - 2011. - 336с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=704 - ЭБС «Лань»
4. Струков, Б.А. Физика [Текст]: учебник для студентов учреждений высшего проф. образования / Б. А. Струков, Л. Г. Антошина, С. В. Павлов; под ред. Б. А. Струкова. - М.: Академия, 2011. - 400 с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Библиогр.: с. 392. - ISBN 978-5-7695-6521-2
5. Трофимова, Т.И. Курс физики. Задачи и решения [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки и специальностям / Т. И. Трофимова, А. В. Фирсов. - 5-е изд., стер. - Москва: Академия, 2012. - 591 с. : ил. ; 24 см. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-9467-0 (в пер.)
6. Трофимова, Т. И. Основы физики. Атом, атомное ядро и элементарные частицы: учебное пособие по техническим направлениям и специальностям / Т. И. Трофимова. – М. : КноРус, 2015 . – 224 с. - ISBN 978-5-406-04102-4 .- Режим доступа: <http://www.book.ru/book/916637> - ЭБС «Лань»

7.2 Дополнительная литература

1. Ландсберг, Г.С. Элементарный учебник физики: Учеб. пособие Т. 3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика [Электронный ресурс]: учебник. — Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2009. — 664 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2239 - ЭБС «Лань»
2. Трофимова, Т.И. Курс физики. Задачи и решения [Текст]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим

направлениям подготовки и специальностям / Т. И. Трофимова, А. В. Фирсов. - 5-е изд., стер. - Москва: Академия,

2012. - 591 с. : ил. ; 24 см. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-9467-0 (в пер.)

3. Трофимова, Т.И. Физика в таблицах и формулах [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. специальностям / Т. И. Трофимова. - 4-е изд., стер. - Москва: Академия, 2010. - 447 с.: рис., табл., граф. - (Высшее профессиональное образование). - Предм. указ.: с. 431-442. - ISBN 978-5-7695-7036-0
4. Милантьев, В. П. Атомная физика : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. П. Милантьев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 415 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00405-2.

7.3 Периодические издания

1. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Математическое моделирование физических процессов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=10605> , свободный. – статья в интернете.
2. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Математика. Информатика. Физика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/32515.html>, свободный. – статья в интернете.

7.4 Интернет-ресурсы

1. Гончар, И. И. Строение и свойства атомных ядер: учебно-методическое пособие / И. И. Гончар, Н. А. Хмырова, М. В. Чушнякова. — Омск: ОмГУПС, 2020. — 26 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/165639> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кузнецов С.И. Курс физики с примерами решения задач. Часть III. Геометрическая и волновая оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Основы физики элементарных частиц: учебное пособие / Кузнецов С.И.. —

Томск: Томский политехнический университет, 2015. — 302 с. — ISBN 978-5-4387-0428-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/34672.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>