

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Нововоронежский политехнический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НВПИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДЕНА:

Руководителем НВПИ НИЯУ МИФИ


Е.Н. Булатова
« 14 »  2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Общая физика (Элементы квантовой физики атомов и физики атомного ядра)»

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы бакалавриата: Управление и информатика в технических системах

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Нововоронеж 2023 г.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 кредитов 180 часов.

<i>Контактная работа</i>	112	часов
лекции	48	часа
лабораторный практикум	40	часов
практические занятия	24	часов
<i>Самостоятельная работа</i>	32	часа
Индивидуальное домашнее задание	не предусмотрено	
Курсовая работа (проект)	не предусмотрено	
Другие виды самостоятельной работы	64	часа
<i>Форма отчетности:</i>		
Зачет с оценкой	3	Семестр
экзамен	4	Семестр

Курс: 2

Семестр: 3,4

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: изучение фундаментальных законов природы и основных физических законов.

1.2 Задачи освоения дисциплины:

- Формирование научного мировоззрения и современного физического мышления;
- Овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики;
- Формирование умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Общая физика (Элементы квантовой физики атомов и физики атомного ядра)» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплина «Общая физика (Элементы квантовой физики атомов и физики атомного ядра)» изучается в 4 семестре.

Для освоения данной дисциплины требуется знание дисциплин: Линейная алгебра. Аналитическая геометрия. Начала анализа, Математический анализ, Общая физика (Механика. Молекулярная физика и основы термодинамики), Общая физика (Электричество и магнетизм), Общая физика (Волны и оптика), Химия.

Знания, полученные при изучении дисциплины, помогут студентам при изучении других дисциплин: Безопасность жизнедеятельности – 5 семестр, в научно-исследовательской работе и дипломном проектировании, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

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

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ОПК-1 Знать базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ОПК-1 Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физикоматематический аппарат

ОПК-1 Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общефизических законов и принципов

ОПК-1 Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики

З-ОПК-1 Знать: принципы построения систем управления

У-ОПК-1 Уметь: анализировать задачи управления в технических системах

ОПК-1 Владеть: базовыми знаниями о типовых технических средствах автоматизации и управления

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

З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи

В-УКЕ-1 владеть: 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

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часа.

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Текущий контроль	Аттестация раздела	Максимальный балл за
-------	---------------------------	--------	--	------------------	--------------------	----------------------

			Лекции	Практ. занятия / семинары	Лаб. работы	В т.ч. в ИФ	Самост. работа	успеваемости (неделя, форма)	(неделя, форма)	раздел
3 семестр										
1	Раздел 1. Элементы квантовой физики атомов	1-10	32	16	32	4	28	10 ПР 10 ЛР 10 ОП	10 КИ	25
Зачет с оценкой										50
Итого за 3 семестр			32	16	32	4	28			100
4 семестр										
2	Раздел 2. Элементы физики атомного ядра	11-16	16	8	8		4	16 ПР 16 ЛР 16 ОП	16 КИ	25
Экзамен*										50
Итого за 4 семестр			16	8	8		4			100

ПР – контрольная работа на практическом занятии; ЛР – лабораторная работа; ОП – опрос; КИ – контроль по итогам.

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Наименование тем, их содержание и объем в часах

Раздел № 1. Элементы квантовой физики атомов – 32 ч.

Лекция № 1. Волновые свойства микрочастиц – 4 ч.

Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция, ее статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять.

Лекция № 2. Уравнение Шредингера – 4 ч.

Общее уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Движение свободной частицы. Квантовая частица в потенциальной яме. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Состояние микрочастицы в квантовой механике. Понятие о вырождении энергетических уровней.

Лекция № 3. Атом водорода – 4 ч.

Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Волновые функции и квантовые числа. Правила отбора для квантовых переходов. Опыт Штерна и Герлаха. Эффект Зеемана.

Лекция № 4. Элементы физики атомов и молекул – 4 ч.

Собственный механический и магнитный моменты электрона в атоме. Спин-орбитальное взаимодействие. Строение атомов и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Порядок заполнения электронных оболочек.

Лекция № 5. Спектры атомов и молекул – 3 ч.

Химические связи в молекулах. Понятие об энергетических уровнях молекул. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.

Лекция № 6. Оптические квантовые генераторы – 3 ч.

Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсное заселение уровней активной среды. Основные компоненты лазера. Условие усиления и генерации света. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение. Модовая структура оптических резонаторов.

Лекция №7. Элементы квантовой статистики – 2 ч.

Квантовые системы из одинаковых частиц. Принцип тождественности одинаковых микрочастиц. Симметричные и антисимметричные состояния (волновые функции) тождественных микрочастиц. Бозоны. Квантовое распределение Бозе – Эйнштейна. Теплоемкость твердых тел. Сверхтекучесть и сверхпроводимость.

Лекция №8. Элементы квантовой статистики (продолжение) – 2 ч.

Фермионы. Принцип Паули. Квантовое распределение Ферми – Дирака. Энергия Ферми. Электропроводность металлов. Электронная эмиссия.

Лекция №9. Элементы зонной теории твердых тел – 2 ч.

Исходные представления зонной теории твердых тел. Движение электронов в периодическом поле кристалла. Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Температурная зависимость проводимости полупроводников. Фотопроводимость полупроводников.

Лекция №10. Контактные явления в металлах и полупроводниках – 2 ч.

Потенциальная энергия электронов в металле. Потенциальная энергия электронов в области контакта двух металлов. Эффект Зеебека и эффект Пельтье. Потенциальная энергия электронов в области контакта электронного и дырочного полупроводников. Распределение электронов и дырок в p-n-переходе. Вольт-амперная характеристика p-n-перехода. Выпрямляющие свойства p-n-перехода.

Раздел № 2. Элементы физики атомного ядра – 16 ч.

Лекция № 11. Строение и свойства атомного ядра – 4 ч.

Основные свойства и строение ядра. Характеристики ядра: масса, заряд, энергия связи нуклонов. Ядерные силы. Радиоактивность, закон радиоактивного распада. Правила смещения. α -Распад. β -Распад. Гамма-излучение. Позитрон. Электронный захват.

Лекция № 12. Радиоактивность – 4 ч.

Детектирование ядерных излучений. Понятие о дозиметрии и защите. Естественная и искусственная радиоактивность. Радиоизотопный анализ.

Лекция № 13. Ядерные реакции – 2 ч.

Ядерные реакции и их основные типы. Законы сохранения в ядерных реакциях.

Лекция № 14. Ядерные реакции (продолжение) – 2 ч.

Ядерные реакции под действием нейтронов. Цепная реакция деления. Понятие о ядерной энергетике. Термоядерные реакции.

Лекция № 15. Элементарные частицы – 2 ч.

Космическое излучение. Мюоны, мезоны, их свойства. Кварки. Частицы и анти-частицы. Классификация элементарных частиц.

Лекция № 16. Элементарные частицы (продолжение) – 2 ч.

Элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия. Превращение элементарных частиц. Проблема объединения фундаментальных взаимодействий.

4.2.2 Темы практических занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Выполнение (час)	
			ауди-торных	СРС
4 семестр				
1	Раздел 1. Элементы квантовой механики	1. Корпускулярно-волновой дуализм свойств микрочастиц. Соотношение неопределенностей. 2. Движение свободной частицы. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Квантовый гармонический осциллятор. Прохождение частицы через потенциальный барьер. 3. Моменты импульса и магнитные моменты электронов и атомов. Вращательный и колебательный спектры двухатомной молекулы. 4. Распределения Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака. 5. Проводимость полупроводников. Свойства p-n-перехода.	16	16
2	Раздел 2. Элементы физики атомного ядра	1. Строение атомного ядра. Радиоактивность. 2. Ядерные реакции. 3. Свойства элементарных частиц.	8	16
		Всего	24	32

4.2.3 Темы лабораторных занятий, их содержание и объем в часах

Лабораторный практикум выполняется в соответствии с графиком выполнения лабораторных работ. Объем лабораторного практикума по дисциплине составляет 32 часа, студенты выполняют 8 лабораторных работ.

На первом, вводном занятии до студентов доводится содержание и календарный план проведения практикума, Указывается число баллов, которое может набрать студент при выполнении лабораторного практикума в соответствии с действующей в вузе рейтинговой системой со 100-балльной шкалой оценок, проводится инструктаж по технике безопасности при выполнении работ с оформле-

нием в соответствующем журнале. На этом же занятии преподаватель выдает задание к первой лабораторной работе. Студенты знакомятся с теорией, получают допуск к лабораторной работе и приступают к ее выполнению.

На втором занятии студенты выполняют первую лабораторную работу.

На третьем занятии студенты выполняют вторую лабораторную работу и осуществляют защиту первой лабораторной работы и т.д.

Итоговое занятие завершает лабораторный практикум в целом.

Перед каждой лабораторной работой студент сдаёт краткий коллоквиум, отражающий уровень предварительной подготовки к выполнению работы. Коллоквиум проводится в виде устного собеседования с преподавателем.

В процессе выполнения работы студент

а) изучает по литературным данным параметры и характеристики исследуемого прибора, обращая особое внимание на предельные эксплуатационные параметры;

б) составляет план проведения эксперимента, оценивает интервал изменения измеряемых величин, выбирает количество характеристик, подлежащих измерению и число точек на кривых, обращая особое внимание на возможные не монотонности в их ходе, согласует план работы с преподавателем;

в) изучает экспериментальную установку, собирает (если нужно) измерительную схему, знакомится с правилами эксплуатации всех её элементов;

г) готовит установку к работе и проверяет правильность подготовки у преподавателя или дежурного инженера;

д) включает нужные приборы и выполняет запланированный объем измерений, обращая внимание на воспроизводимость результатов. Все экспериментальные данные и показания приборов заносятся в рабочий журнал;

е) проводит предварительную обработку результатов эксперимента и сравнивает их с ожидаемыми значениями. Предъявляет полученные данные преподавателю или дежурному инженеру;

ж) выключает установку и сдает ее дежурному инженеру.

Все данные, полученные в ходе работы, записываются в рабочий лабораторный журнал. Рабочий журнал по лабораторному практикуму ведется в отдельной тетради. По каждой лабораторной работе в журнал заносятся:

- название работы;
- задание на выполнение работы;
- план работы;
- схема установки;
- первичные экспериментальные данные в виде таблиц без каких-либо пересчетов или преобразований;
- результаты предварительной обработки данных в объеме, необходимом для определения их полноты и надежности.

По окончании работы лабораторный журнал подписывается преподавателем.

По итогам каждой лабораторной работы оформляется отчет, который сдается преподавателю на следующем после выполнения данной работы занятии.

Отчет должен включать:

- краткое теоретическое введение, отражающее устройство, принцип действия и назначение исследуемого прибора;
- задание на выполнение работы;
- план проведения эксперимента;
- схему установки и ее краткое описание;
- результаты и их обсуждение, в том числе анализ погрешности эксперимента, методику обработки результатов,
- теоретические расчеты, анализ полученных данных и сравнение их с литературными;
- выводы;
- список использованной литературы.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Лабораторные работы	Выполнение (час)	
			аудиторных	СРС
4 семестр				
1	Раздел 1. Элементы квантовой механики	Вводное занятие (знакомство со студентами; инструктаж по технике безопасности; ознакомление студентов с планом лабораторных работ по дисциплине). Выполнение и защита лабораторных работ: «Изучение спектра атома водорода» «Изучение р-п перехода» «Опыты Франка – Герца» «Изучение температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников»	32	
2	Раздел 2. Элементы квантовой статистики и физики твердого тела	Выполнение и защита четырех лабораторных работ (по вариантам) из перечня: «Измерение периода полураспада долгоживущего изотопа» «Исследование газоразрядного счетчика» «Изучение и анализ свойств материалов с помощью сцинтилляционного счетчика» «Изучение поглощения космического излучения в свинце и углового распределения интенсивности космического излучения» «Определение длины пробега альфа-частиц в воздухе»	8	
		Всего	32	

4.2.4 Контрольные работы (индивидуальные домашние задания)

Контрольная работа по дисциплине рабочим учебным планом не предусмотрена.

4.3. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного и практического материала, рекомендуемой литературы для подготовки к практическим и лабораторным занятиям, к контрольной работе, к экзамену.

Раздел дисциплины	Вид учебной деятельности для самостоятельной работы студентов и трудоемкость в часах				Всего на раздел
	Проработка лекционного материала	Проработка практического материала	Подготовка к лабораторным работам	Выполнение ИДЗ	
1. Элементы квантовой физики атомов	10	8	10	-	28
2. Элементы физики атомного ядра	1	1	2	-	4

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Образовательные технологии

При реализации программы учебной дисциплины «Общая физика (Элементы квантовой физики атомов и молекул)» используются традиционные и интерактивные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий. Каждая лабораторная работа выполняется бригадами в составе, как правило, не более четырех студентов согласно графику выполнения лабораторных работ.

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала и рекомендуемой литературы для подготовки к практическим и лабораторным занятиям, опросам и экзамену.

При реализации программы учебной дисциплины «Общая физика (Элементы квантовой физики атомов и молекул)» используются формы занятий с применением компьютерных технологий – лекции-презентации с применением каталога физических демонстраций НИЯУ МИФИ.

5.2. Информационные технологии

Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем - MS Office 2010 для учебных заведений.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

6.1.1 Модели контролируемых компетенций.

Компетенция, формируемая в процессе изучения дисциплины:

3 семестр 6.1.2 Программа оценивания контролируемых компетенций.

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции или ее части	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1	Элементы квантовой механики	ОПК-1 УКЕ-1	ПР №1 ЛР №1,2,3,4 Опрос №1	КИ
2	Элементы квантовой статистики и физики твердого тела	ОПК-1 УКЕ-1	ПР №2 ЛР №5,6,7,8 Опрос №2	КИ

ПР – контрольная работа на практическом занятии; ЛР – лабораторная работа; КИ – контроль по итогам.

Зачетная оценка выставляется преподавателем с учетом всех работ по дисциплине, представленных студентами в течение семестра.

Формой аттестации по дисциплине является экзамен, проводимый в традиционной форме.

6.2. Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации (аннотация).

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Контрольная работа на практическом занятии	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по разделу	Комплект контрольных заданий
2	Опрос	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное в виде письменных ответов обучающихся на заданные вопросы и/или тестирование.	Вопросы по разделам дисциплины, фонд тестовых заданий
3	Лабораторная работа	Конечный продукт, получаемый в результате выполнения комплекса учебных заданий в соответствии с заданным алгоритмом	Комплект лабораторных работ по раз-

	<p>проведения работ. Позволяет оценить: 1) умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач; 2) владения навыками проведения эксперимента. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.</p>	делам
--	--	-------

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики [Текст] : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. -20-е изд.,стер. - Москва : Академия, 2019. - 560 с.
2. Трофимова Т.И. Курс физики. Задачи и решения [Текст] : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, А. В, Фирсов. -5-е изд., стер. - Москва : Академия, 2019. - 592 с.
3. Трофимова Т.И. Физика [Текст] : учеб. для вузов / Т. И. Трофимова. - Москва: Академия, 2019. - 320 с.
4. Савельев, И.В. Курс физики (в 3 тт.). Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Савельев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 308 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98247>. — Загл. с экрана.

б) Дополнительная литература

1. Алпатов А.В. Физика. Атомная физика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Алпатов А.В.— Электрон. текстовые данные.— Волгоград: Волгоградский институт бизнеса, Вузовское образование, 2009.— 116 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11355>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Задачник по физике [Электронный ресурс]/ С.Н. Белолипецкий [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.— 368 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17245>. — ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Иродов, И.Е. Квантовая физика. Основные законы [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Е. Иродов. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 261 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94103>. — Загл. с экрана.
4. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Е. Иродов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71750>. — Загл. с экрана.
5. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Савельев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/708>. — Загл. с экрана.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки; выделять ключевые понятия, термины. Проверка терминов с помощью энциклопедий, справочников, словарей с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, решение практических задач по алгоритму.
Лабораторные занятия	Выполнение лабораторных работ в соответствии с методическими рекомендациями (проведение измерений, обработка результатов измерений, формулирование выводов), подготовка ответов на контрольные вопросы.