

Численные методы и математическое моделирование \_\_\_\_\_

(наименование учебной дисциплины)

**Уровень основной образовательной программы бакалавриат** \_\_\_\_\_

(бакалавриат, магистратура, подготовка специалистов)

**Направление(я) подготовки (специальность) 011200**

**«Физика»** \_\_\_\_\_

**Профиль(и) «Физика наносистем», «Прикладная физика»** \_\_\_\_\_

**Форма обучения очная** \_\_\_\_\_

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

**Срок освоения ООП 4 года** \_\_\_\_\_

(нормативный или сокращенный срок обучения)

**Цели освоения учебной дисциплины:**

формирование мировоззрения и системного мышления, приобретение знаний и умений по использованию информационных технологий для решения физических задач в соответствии с ФГОС ВПО.

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):**

- ОК-4, ОК-12, ОК-16, ОК-17, ПК-1, ПК-2.

**Место дисциплины в учебном плане:**

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» относится к дисциплинам базовой части математического и естественнонаучного цикла основной образовательной программы по направлению 011200 – Физика, третья в модуле «информатика».

Дисциплина опирается на материалы курсов математического анализа и аналитической геометрии, линейной алгебры, векторного и тензорного анализа, дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика.

**Содержание дисциплины (кратко - в дидактических единицах):**

Введение. Машинная арифметика и ошибки вычислений.

Решение нелинейных уравнений и их систем.

Решение систем алгебраических линейных уравнений.

Аппроксимация данных.

Интерполяция.

Численные квадратуры.

Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем.

Аппроксимация данных тригонометрическими функциями и быстрое преобразование Фурье.

Методы Монте-Карло.

**Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: 3 \_\_\_\_\_ зачетных единиц, 108 \_\_\_\_\_ часов.**

Интегральные уравнения и вариационное исчисление \_\_\_\_\_

(наименование учебной дисциплины)

**Уровень основной образовательной программы бакалавриат** \_\_\_\_\_

(бакалавриат, магистратура, подготовка специалистов)

**Направление(я) подготовки (специальность) физика** \_\_\_\_\_

**Профиль(и) «Физика наносистем», «Информационные процессы и системы»** \_\_\_\_\_

**Форма обучения очная** \_\_\_\_\_

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

**Срок освоения ООП нормативный; 4-й семестр** \_\_\_\_\_

(нормативный или сокращенный срок обучения)

**Цели освоения учебной дисциплины:** Данная дисциплина предусмотрена государственным образовательным стандартом. Она состоит из двух самостоятельных разделов: «Интегральные уравнения» (ИУ) и «Вариационное исчисление» (ВИ), каждый из которых является неотъемлемой частью фундаментальной математической подготовки студентов-физиков.

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):** ОК-1, ОК-16, ПК-1, ПК-2.

**Место дисциплины в учебном плане:** Этот предмет требует от студентов наличия базовых знаний по следующим дисциплинам: алгебра, геометрия, тригонометрия из школьного курса; «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Теория функций комплексной переменной».

Понятия и методы курса ИУ используются в дальнейшем при изучении дисциплин общеподготовительной подготовки, в частности, квантовой механики, статистической физики, а также спецкурсов, например, теории переноса излучения, физики плазмы.

Понятия и методы ВИ используются далее при изучении теоретической физики: аналитической механики, электродинамики, квантовой электродинамики, общей теории относительности, и численных методов.

**Содержание дисциплины (кратко - в дидактических единицах):**

**Вариационное исчисление** (12 часов лекций, 6 часов семинаров, 18 часов самостоятельной работы)

Задачи вариационного исчисления. Необходимое условие экстремума функционала. Основная лемма вариационного исчисления.

Уравнение Эйлера. Интегралы уравнения Эйлера. Система уравнений Эйлера. Уравнение Эйлера – Остроградского.

Условный экстремум функционала. Метод множителей Лагранжа. Геодезическая задача. Неголономные связи. Изопериметрические задачи.

Задачи с подвижными границами. Условия трансверсальности. Изопериметрические задачи с подвижными границами.

Достаточные условия экстремума функционала.

Принцип Гамильтона. Уравнения Лагранжа II и I рода. Принцип Мопертюи, принцип Ферма.

**Интегральные уравнения** Физические задачи, приводящие к интегральным уравнениям.

Классификация линейных интегральных уравнений.

Линейные операторы в гильбертовом пространстве.

Уравнения Фредгольма с вырожденным ядром.

Теоремы Фредгольма.

Уравнения Вольтерры с вырожденным ядром.

Метод последовательных приближений. Достаточные условия сходимости ряда Неймана для уравнений Фредгольма и Вольтерры.

Уравнения Фредгольма типа свертки; решение их методом интегрального преобразования Фурье.

Уравнения Вольтерры типа свертки; решение их методом интегрального преобразования Лапласа. Задача Абеля.

Корректно и некорректно поставленные задачи. Методы регуляризации.

**Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет:**   2   зачетных единиц,   72   часов.

## Интегральные уравнения и вариационное исчисление

(наименование учебной дисциплины)

**Уровень основной образовательной программы** бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, подготовка специалистов)

**Направление(я) подготовки (специальность)** физика

**Профиль(и)** «Физика наносистем», «Информационные процессы и системы»

**Форма обучения** очная

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

**Срок освоения ООП** нормативный

(нормативный или сокращенный срок обучения)

**Цели освоения учебной дисциплины:** Данная дисциплина предусмотрена государственным образовательным стандартом. Она состоит из двух самостоятельных разделов: «Интегральные уравнения» (ИУ) и «Вариационное исчисление» (ВИ), каждый из которых является неотъемлемой частью фундаментальной математической подготовки студентов-физиков.

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):** ОК-1, ОК-16, ПК-1, ПК-2.

**Место дисциплины в учебном плане:** № Б.2.1.7. Базовая часть математического и естественнонаучного цикла. Этот предмет требует от студентов наличия базовых знаний по следующим дисциплинам: алгебра, геометрия, тригонометрия из школьного курса; «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Теория функций комплексной переменной».

Понятия и методы курса ИУ используются в дальнейшем при изучении дисциплин общефизической подготовки, в частности, квантовой механики, статистической физики, а также спецкурсов, например, теории переноса излучения, физики плазмы.

Понятия и методы ВИ используются далее при изучении теоретической физики: аналитической механики, электродинамики, квантовой электродинамики, общей теории относительности, и численных методов.

**Содержание дисциплины (кратко - в дидактических единицах):** Задачи вариационного исчисления. Необходимое условие экстремума функционала. Основная лемма вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Интегралы уравнения Эйлера. Система уравнений Эйлера. Уравнение Эйлера – Остроградского. Условный экстремум функционала. Метод множителей Лагранжа. Геодезическая задача. Неголономные связи. Изопериметрические задачи. Задачи с подвижными границами. Условия трансверсальности. Изопериметрические задачи с подвижными границами. Достаточные условия экстремума функционала. Принцип Гамильтона. Уравнения Лагранжа II и I рода. Принцип Мопертюи, принцип Ферма. Физические задачи, приводящие к интегральным уравнениям. Классификация линейных интегральных уравнений. Линейные операторы в гильбертовом пространстве. Уравнения Фредгольма с вырожденным ядром. Теоремы Фредгольма. Уравнения Вольтерры с вырожденным ядром. Метод последовательных приближений. Достаточные условия сходимости ряда Неймана для уравнений Фредгольма и Вольтерры. Уравнения Фредгольма типа свертки; решение их методом интегрального преобразования Фурье. Уравнения Вольтерры типа свертки; решение их методом интегрального преобразования Лапласа. Задача Абеля. Корректно и некорректно поставленные задачи. Методы регуляризации.

**Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет:** 2 зачетных единиц, 72 часов.

Модуль «Методы математической физики» (включает дисциплины «Линейные и нелинейные уравнения физики» и «Дополнительные главы линейных и нелинейных уравнений физики»)

(наименование учебной дисциплины)

**Уровень основной образовательной программы** бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, подготовка специалистов)

**Направление(я) подготовки (специальность)** физика

**Профиль(и)** «Физика наносистем», «Информационные процессы и системы»

**Форма обучения** очная

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

**Срок освоения ООП** нормативный

(нормативный или сокращенный срок обучения)

**Цели освоения учебной дисциплины:** Данная дисциплина предусмотрена государственным образовательным стандартом и является неотъемлемой частью фундаментальной подготовки студентов-физиков. Роль дисциплины ММФ и цель ее изучения обусловлены следующим. Задача математической физики в широком смысле заключается в построении и исследовании математических моделей физических процессов и явлений.

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):** ПК-1, ПК-2 ПК-4, ОК-1, ОК-7, ОК-9, ОК-16

**Место дисциплины в учебном плане:** Профессиональный цикл. Базовая часть Б.3.1.16 + Вариативная часть Б.3.2.4. Для изучения предмета «Методы математической физики» студент должен освоить следующие дисциплины: физика, алгебра, геометрия, тригонометрия из школьного курса; «Механика», «Математический анализ», «Молекулярная физика», «Электричество», «Дифференциальные уравнения», «Векторный и тензорный анализ». В равной степени имеют значение, с одной стороны, знание и понимание основных положений этих дисциплин, и, с другой стороны, постепенно вырабатываемые при их изучении умение самостоятельно решать задачи, более сложные, чем задачи «в одно действие», умение логически рассуждать, проводить доказательства утверждений; навыки выполнения математических преобразований. При изучении ММФ эти умения и навыки получают дальнейшее развитие. Материал курса ММФ и полученные навыки используются далее при изучении электродинамики, статистической физики, квантовой механики, различных спецкурсов, в которых встречаются дифференциальные уравнения 2-го порядка с частными производными, а также одномерные и многомерные задачи Штурма – Лиувилля, задачи теплопроводности и диффузии, волновые уравнения, обобщенные функции, специальные функции, нелинейные уравнения.

**Содержание дисциплины (кратко - в дидактических единицах):**

Дифференциальные уравнения математической физики. Постановка краевых задач. Классификация уравнений и приведение их к канонической форме. Задачи Коши для одномерного волнового уравнения и одномерного уравнения теплопроводности. Метод продолжений. Метод разделения переменных. Задача Штурма – Лиувилля. Метод функций Грина решения неоднородных задач. Существование, единственность и устойчивость решений начально-краевых задач. Специальные функции. Дифференциальные уравнения и общие свойства специальных функций. Цилиндрические функции. Сферические функции. Гипергеометрические функции. Дисперсия волн. Нелинейные уравнения математической физики. Метод конечных разностей.

**Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет:** 6 зачетных единиц, 216 часов.

Программирование \_\_\_\_\_

(наименование учебной дисциплины)

**Уровень основной образовательной программы бакалавриат** \_\_\_\_\_

(бакалавриат, магистратура, подготовка специалистов)

**Направление(я) подготовки (специальность) 011200**

**«Физика»** \_\_\_\_\_

**Профиль(и) «Физика наносистем», «Прикладная физика»** \_\_\_\_\_

**Форма обучения очная** \_\_\_\_\_

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

**Срок освоения ООП 4 года** \_\_\_\_\_

(нормативный или сокращенный срок обучения)

**Цели освоения учебной дисциплины:** формирование мировоззрения и системного мышления, приобретение знаний и умений по использованию информационных технологий для решения

физических задач в соответствии с ФГОС ВПО.

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):**

- ОК-3, ОК-4, ОК-12, ОК-16, ОК-17, ОК-21, ПК-1, ПК-2.

**Место дисциплины в учебном плане:**

Дисциплина «Программирование» относится к дисциплинам базовой части математического и естественнонаучного цикла основной образовательной программы по направлению 011200 – Физика, первая в модуле «информатика».

Дисциплина опирается на материалы курсов математического анализа и аналитической геометрии.

**Содержание дисциплины (коротко - в дидактических единицах):**

Раздел 1. Введение. Технические средства ИКТ. Архитектура ЭВМ.

Раздел 2. Системы коллективного пользования.

Раздел 3. Системное программное обеспечение.

Раздел 4. Основы алгоритмизации и программирования.

**Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет:** 5 \_\_\_\_\_ зачетных единиц, 180 \_\_\_\_\_ часов.

**Дисциплина «Вычислительная физика (Практикум на ЭВМ)»**

Уровень основной образовательной программы **бакалавриат**

Направление(я) подготовки (специальность) **011200 «Физика»**

Профиль(и) **«Физика наносистем», «Прикладная физика»**

Форма обучения **очная**

Срок освоения ООП **нормативный**

**Цели освоения учебной дисциплины:** формирование мировоззрения и системного мышления, приобретение знаний и умений по использованию информационных технологий для решения

физических задач в соответствии с ФГОС ВПО.

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):** ОК-4, ОК-12, ОК-16, ОК-17, ПК-1, ПК-2.

**Место дисциплины в учебном плане:** Дисциплина «Вычислительная физика (Практикум на ЭВМ)» относится к дисциплинам базовой части математического и естественнонаучного цикла основной образовательной программы по направлению 011200 – Физика, вторая в модуле «информатика».

Дисциплина опирается на материалы курсов математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, векторного и тензорного анализа.

**Содержание дисциплины (коротко - в дидактических единицах):** Обработка физического эксперимента. Табулирование функций. Поиск корней уравнения.

Аппроксимация данных. Случайные числа. Моделирование физических явлений.

**Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет:** 2 зачетных единиц, 72 часов.

Дисциплина «Химия»

Бакалавриат

Направление «Физика», 011200.62

Профиль «Физика наносистем»

Очная форма обучения

Нормативный срок освоения ООП – 4 года

**Цель дисциплины:** Цель изучения дисциплины – формирование у будущих специалистов теоретических знаний и практических навыков по использованию современного междисциплинарного подхода, известного как общая химия, представляющая собой обобщение физических знаний о строении атомов, связей атомов в конденсированных средах, физическому описанию процессов, протекающих в твердом состоянии. К настоящему времени сформированы общие представления о структуре и свойствах конденсированных сред и протекающих в них различных процессах, влияющих на структуру и свойства независимо от их физической природы. В то же время возникла необходимость формирования у студентов, специализирующихся в различных разделах физики, новых знаний, основанных на общих физических представлениях, идеях и методах, характеризующих физику конденсированного состояния.

При изучении дисциплины «общая химия материалов» рассматриваются и прикладные аспекты. Обучение предполагает использование персональных компьютеров и программных средств для решения ряда задач физического материаловедения.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

**иметь представление:** об основных тенденциях развития знаний о строении атома; о связях атомов в молекулы и формировании конденсированных сред; о термодинамическом подходе к изучению конденсированных сред; о кинетическом описании процессов в конденсированном состоянии;

**будет знать:** Основы строения атомов; основы возникновения химической связи; основы взаимодействия в конденсированных средах; потенциальные функции, описывающие взаимодействие в конденсированной среде; обобщение термодинамики для конденсированных сред; эффективно использовать программные средства и математические пакеты для решения поставленных задач, возникающих в процессе обучения, а также в

будущей профессиональной деятельности; эффективно использовать идеи и методы атомного строения вещества при решении конкретных задач в различных разделах физики;

Дисциплина «Химия» для профиля «**Физика наносистем**» расположена в Б.2.1.12 базовой части (общеобразовательные фундаментальные дисциплины) учебного плана подготовки бакалавров направления «**Физика**», 011200.62

#### **Содержание дисциплины:**

Атомистические представления. Модели строения атома. Модель атома Дж. Томсона. Планетарная модель строения атома Резерфорда. Атомные спектры излучения. Уравнение Бальмера. Идея М. Планка о квантах. Модель атома Н. Бора. Схема энергетических уровней атома водорода. Квантово-механическая модель атома водорода. Природа электрона. Атомная орбиталь. Квантовые числа: главное квантовое число; орбитальное квантовое число; магнитное квантовое число; спиновое квантовое число. Строение многоэлектронных атомов. Электронная конфигурация атома. Принцип минимальной энергии. Принцип Паули. Правило Хунда. Периодическая система. Электронная структура атомов. Электронные конфигурации S - элементов, p - элементов, d - элементов, f - элементов. Периоды элементов. Структура периодической системы. Периодические свойства элементов.

Химическая связь.

Определение химической связи. Снижение энергии системы связанных частиц по сравнению с суммарной энергией изолированных частиц. Перераспределение электронной плотности в области химической связи. Сигма-связь. π-связь. δ-Связь. Метод молекулярных орбиталей.

Определение связывающих и разрыхляющих молекулярных орбиталей путем линейной комбинации атомных орбиталей. Порядок и энергия связи. Диаграммы энергетических уровней гомоядерных молекул 1 и 2 периодов. Электронные конфигурации двухатомных молекул 1 и 2 периодов. Взаимодействие в конденсированном состоянии. Характеристика вандерваальсовых взаимодействий. Диполь-дипольное взаимодействие. Индукционное взаимодействие. Дисперсионное взаимодействие. Энергия вандерваальсовых взаимодействий. Твердое состояние вещества. Аморфное и кристаллическое состояние. Кристаллические структуры. Молекулярные кристаллы. Ионные кристаллы. Ковалентные кристаллы. Металлические кристаллы. Характеристика металлической связи. Зонная теория кристаллов. Расщепление энергетических уровней атомов и молекул. Зонная структура металлов, диэлектриков и полупроводников.

Химическая термодинамика. Энергетические эффекты химических процессов. Общие термодинамические понятия. Термодинамические параметры системы. Равновесные и неравновесные процессы. Термодинамические функции системы. Внутренняя энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики. Энтальпия системы и ее изменение. Энтальпийный фактор процесса. Тепловой эффект процесса (реакции). Термохимические уравнения. Энтропия системы. Самопроизвольные процессы. Энтропия реакции. Вероятностное определение энтропии. Второй закон термодинамики для изолированных систем. Энтропийный фактор процесса. Энергия Гиббса. Критерии самопроизвольного протекания процесса.

Кинетика процессов. Скорость химических реакций (процессов). Зависимость скорости от концентрации реагирующих частиц. Порядок химических реакций. Уравнение скорости реакции первого порядка. Период полураспада. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Аналитическое и графическое представление. Энергия активации (потенциальный барьер). Понятие активированного комплекса. Предэкспоненциальный множитель в уравнении Аррениуса.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: **2** зачетных единицы, 72 часа.

Бакалавриат  
Направление «**Физика**», **011200.62**.  
Профиль «**Физика наносистем**»  
Очная форма обучения  
Нормативный срок освоения ООП – 4 года

**Цель дисциплины:** В курсе рассматривается сущность экологических процессов, поддерживающих биологическое разнообразие на планете и определяющих устойчивое сосуществование и развитие биосферы и человеческого общества, обеспечивающих сохранение жизни на Земле.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОК- 12,16,17,20,21. ПК-1,2.

Дисциплина «**Экология**» для профиля «**Физика наносистем**» расположена в МЕ, Б.2.1 базовой части (общеобразовательные фундаментальные дисциплины) учебного плана подготовки бакалавров направления: «**Физика**», **011200.62**

**Содержание дисциплины:**

Экология - строение мира и положение биологических наук. Учение о биосфере. Экологическая система, потоки вещества и энергии. Законы экологии. Экологические факторы среды. Понятие об экосистемах, биотоп биоценоз, биогеоценоз. Понятие трофических цепей. ЭБиохимический круговорот веществ в природе. Атмосфера. Гидросфера. Литосфера. Биосфера как система планетарной организации жизни. Основы устойчивости биосферы. Экологические проблемы. Антропогенное воздействие. Загрязнения биосферы. Охрана окружающей среды. Основные принципы и направления. Организационные и экономические основы охраны природы. Малоотходные и ресурсосберегающие производства. Экологическая экспертиза и мониторинг окружающей среды. Роль в ООС: культуры, общества, государства. Нормативно-правовое обеспечение. Международное сотрудничество в области ООС.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: **2** зачетных единицы, **72** часа.

Дисциплина «**Экология**»  
Бакалавриат  
Направление «**Информатика и вычислительная техника**», **230100.62**.  
Профиль «**Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем**»  
Очная форма обучения  
Нормативный срок освоения ООП – 4 года



**Цель дисциплины:** В курсе рассматривается сущность экологических процессов, поддерживающих биологическое разнообразие на планете и определяющих устойчивое сосуществование и развитие биосферы и человеческого общества, обеспечивающих сохранение жизни на Земле.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОК- 1, 3,10,12,15. ПК-2,4,5.

Дисциплина «**Экология**» для профиля «**Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем**» расположена в МЕ, Б.2.1 базовой части (общеобразовательные фундаментальные дисциплины) учебного плана подготовки бакалавров направления: «**Информатика и вычислительная техника**», **230100.62**

#### **Содержание дисциплины:**

Экология - мировоззрение о развития биосферы с учетом антропогенного воздействия. Причины современного экологического кризиса. Строение мира и положение биологических наук, изучающих различные уровни его организации по Реймерсу Н.Ф. Предмет и задачи экологии, структура современной экологии, связь с другими науками. Учение о биосфере. Экологическая система, потоки вещества и энергии. Основные компоненты экосистемы. Возникновение и развитие жизни. Законы экологии. Экологические факторы среды. Экологическая ниша и среда обитания. Адаптация живых организмов к экологическим факторам. Понятие об экосистемах, биотоп биоценоз, биогеоценоз. Структура наземных и водных экосистем. Гомеостаз и сукцессия экосистемы. Понятие трофических цепей. Энергия в экосистемах и их продуктивность. Пирамиды энергии и биомассы. Биохимический круговорот веществ в природе. Атмосфера. Состав, строение, загрязнение атмосферы. Последствия загрязнений: влияние изменения газового состава атмосферы на климат, воздействия на озоновый слой, увеличение кислотности атмосферы. Защита атмосферы от техногенного загрязнения. Гидросфера. Состав, круговорот воды в биосфере. Последствия загрязнений. Очистка сточных вод.

Литосфера. Состав, строение. Роль почвы в круговороте веществ в природе. Антропогенное воздействие на почву. Биосфера как система планетарной организации жизни. Отличие популяции человека от популяций других видов. Основные принципы функционирования биосферы. Основы устойчивости биосферы. Упрощенная схема круговорота вещества в природе и хозяйственной деятельности человека. Антропогенное воздействие на биосферу. Учение В.И.Вернадского о биосфере. Исторические циклы А.Л. Чижевского. Экологические проблемы. Антропогенное воздействие. Народонаселение, изменение климата, разрушение озонового слоя, кислотные осадки, обеднение видового разнообразия флоры и фауны. Загрязнения биосферы (твердые, жидкие, газообразные, радиоактивные, биологические). Антропогенное воздействие на функционирование биосферы в целом – круговорот элементов и прохождение потока энергии, так и в частности – изменение генофонда, воздействие на уровни популяций, на уровне особей, органов, клеток, ДНК, общей нервной системы. Охрана окружающей среды. Основные принципы и направления. Организационные и экономические основы охраны природы. Малоотходные и ресурсосберегающие производства. Экологическая экспертиза и мониторинг окружающей среды. Роль в ООС: культуры, общества, государства. Нормативно-правовое обеспечение. Международное сотрудничество в области ООС.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: **2** зачетных единицы, **72** часа.

В 2.2(вариативная часть)

Дисциплина **«Виртуальные системы обработки данных»**

Бакалавриат

Направление **«Физика», 011200.62.**

Профиль **«Информационные системы в физике»**

Очная форма обучения

Нормативный срок освоения ООП – 4 года

**Цель дисциплины:** Цель дисциплины — изучение основ теории дискретных преобразователей информации и способов построения и исследования процедур, осуществляющих виртуальное преобразование от «исходных данных» к «результату». Изучение основ математического анализа экспериментальных результатов для получения объективных критериев проверки справедливости теоретических формул изучение основ теории автоматов, представляющих собой одну из основных моделей управляющих систем, позволяет рассмотреть математические модели преобразователей дискретной информации, с целью нахождения наилучших значений измеряемых констант и оценки ошибок.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОК- 1,5,18,21. ПК-1,2,3,4.

Дисциплина **«Виртуальные системы обработки данных»** для профиля **«Информационные системы в физике»** расположена в МЕ, Б.2.2 вариативная часть (общеобразовательные фундаментальные дисциплины) учебного плана подготовки бакалавров направления: **«Физика», 011200.62**

**Содержание дисциплины:**

Случайные величины и функции распределения. Расчет функции распределения. Понятие виртуальной системы, предпосылки его возникновения, основные определения. Синхронные и асинхронные виртуальные системы. Примеры виртуальных систем, описывающих сложение  $n$ -разрядных чисел (порядок от младших разрядов к старшим) и деление на фиксированное число (порядок от старших разрядов к младшим). Многомерные случайные величины. Независимость случайных величин и классов событий. Расчет среднего взвешенного для массива «Дрейф нуля». Способы задания абстрактных виртуальных систем. Система канонических уравнений для  $r, v, s$  условия. Диаграмма Мура для приведенного абстрактного автомата. Математическое ожидание. Условные функции распределения и условные математические ожидания. Математическое ожидание произведения случайных величин. Дисперсия. Коэффициент корреляции и другие числовые характеристики. Понятие функции виртуальной системы. Ограниченно-детерминированная функция над классом детерминированных функций. Доказательство леммы и теоремы существования о.д.-функции. Состояние неотличимости (доказательство лемм, теоремы), понятие сильной и слабой эквивалентности. Пример несовпадения сильной и слабой эквивалентности. Последовательности независимых случайных величин. Предельные теоремы. Изоморфизм как необходимое условия для решения задачи приведения виртуальной системы.

Доказательство лемм, теоремы. Теорема о единственности приведенного автомата, эквивалентного данному. Оценка параметров распределения случайных величин. Практические методы проверки вида распределения. Критерий согласия. Абстрактные автоматы. Теорема о периодичности. Проверка эквивалентности состояний виртуальной системы, теорема Мура ( с доказательством ) о длине слова, проверяющего эквивалентность состояний виртуальной системы. Следствие из теоремы Мура о длине слова, отличающего конечные виртуальные системы. Проблема достижимости оценки длины слова отличающего конечные виртуальные системы. Эксперименты с виртуальными системами. Задача расшифровки «черного ящика». Невозможность определения с помощью экспериментов числа состояний виртуальной системы и начального состояния виртуальной системы. Простые и кратные эксперименты, условные эксперименты. Установочный эксперимент. Теорема об оценке длины установочного эксперимента. Основные понятия теории распознавания образов. Распознавание последовательной информации виртуальной системы. Задача синтеза минимального распознавателя виртуальной системы. Методы оценки грубых погрешностей. Доверительные интервалы. Толерантные интервалы. Систематические погрешности измерений. Оценивание систематических погрешностей. Прямые измерения. Методы обработки результатов наблюдений прямых измерений. Косвенные измерения, линейные косвенные измерения, нелинейные косвенные измерения. Нелинейная регрессия, примеры сведения нелинейной зависимости к линейной. Параболическая регрессия (представление в виде многочлена), дисперсионный анализ (постановка задачи), Фурье – анализ. Конечные автоматы как сверхакцепторы. Теорема Мак-Нотона. Задача о реакции автомата на сверхслово. Конечные автоматы в лабиринтах. Прямоугольный лабиринт. Виртуальные системы с «камнями», виртуальные системы с «краской». Структурные виртуальной системы, операция суперпозиции и обратной связи. Схемы в базисе из булевых функций и «задержки». Оператор замыкания. Задача о задержке. Решение системы канонических уравнений содержащих задержку. Проблема полноты и выразимости. Автоматы «без входа», проблема полноты и выразимости для них. Бесконечность полных относительно суперпозиции систем автоматов. Задача о полноте для автомата «без входа». Полугруппа автомата, связь операций над автоматами с операциями над их полугруппами. Виртуальной системы с ограниченным числом входов. Полнота системы двухместных виртуальных систем. Линейные виртуальной системы. Проблема полноты для линейных автоматов относительно суперпозиции. Алгоритмическая неразрешимость проблемы полноты для конечных систем автоматов относительно суперпозиции. Континуум предполных классов виртуальных систем для операций суперпозиции и обратной связи. Решение систем канонических уравнений для операций суперпозиции и обратной связи. Системы автоматов, явно содержащие булевы функции. Проблема разрешимости задачи полноты для них. Синтаксис и минимизация.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: **4 зачетных единицы, 144** часа.

В 3.1(базовая часть)

**Учебная дисциплина: механика**

**Уровень основной образовательной программы: бакалавриат**

**Направление подготовки: 011200 «Физика»**

**Профили: «Физика наносистем»,  
«Прикладная физика»**

**Форма обучения: очная**

**Срок освоения ООП: нормативный**

**Цели освоения учебной дисциплины: состоят в формировании у студента системы знаний по основам классической механики и специальной теории относительности, выработке навыков построения физических моделей и решения физических задач.**

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции): ОК-1, ОК-3**

**Место дисциплины в учебном плане: математический и естественнонаучный цикл**

**Содержание дисциплины (кратко - в дидактических единицах): предмет и задачи механики; кинематика; законы Ньютона; работа и энергия; упругие силы; силы трения; тяготение и силы инерции; основы специальной теории относительности; основные теоремы и законы сохранения для системы материальных точек; динамика твердого тела**

**Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: 5 зачетных единиц, 180 часов.**

**Дисциплина «Молекулярная физика»**

**Бакалавриат**

**Направление «Физика», 011200.62**

**Профиль «Физика наносистем»**

**Очная форма обучения**

**Нормативный срок освоения ООП – 4 года**

**Цель дисциплины:** формирование у будущих специалистов теоретических знаний и практических навыков по исследованию и изучению структуры и свойств природы на молекулярном и статистическом уровне ее организации.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОК-1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 16; ПК-1, 2, 3, 5, 6, 8, 10.

Дисциплина «Молекулярная физика» для профиля «Физика наносистем» расположена в Б.3.1.2 базовой (общепрофессиональной) части (Профессиональный цикл) учебного плана

подготовки направления бакалавров «Физика», 011200.62

### **Промежуточный контроль и текущий контроль.**

В течение семестра студенты выполняют: домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических и лабораторных занятиях; три курсовых контрольных работы по завершению указанных во введении учебных блоков в течение семестра;

### **Итоговый контроль**

Зачет и экзамен в конце 2 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решать практические задачи по всему пройденному материалу.

Учебно-методические материалы для проведения промежуточного контроля (контрольных работ) каждый учебный год разрабатываются заново. Варианты контрольных работ прошлых лет доступны на сайте физико-технического факультета. Примеры вариантов контрольных работ можно найти в приложении программы курса «**Молекулярная физика**».

### **Содержание дисциплины:**

**Введение.** Предмет молекулярной физики. Основные экспериментальные факты, свидетельствующие о дискретном строении вещества. Атомное строение вещества. Тепловое движение с точки зрения молекулярных представлений. Масштабы физических величин в молекулярной теории. Массы и размеры молекул, атомов. Относительные массы атомов. Число Авогадро. Особенности межмолекулярного взаимодействия. Агрегатные состояния и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах. Микроскопическое описание вещества. Макроскопические параметры. Понятие о термодинамике.

**Идеальный газ.** Модель идеального газа. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Биномиальное распределение (распределение Бернулли). Предельные случаи биномиального распределения: распределение Пуассона и Гаусса. Флуктуации плотности идеального газа. Малость относительных флуктуаций. Молекулярная теория давления идеального газа.

**Понятие температуры.** Температура. Температура, как степень нагретости тела. Принципы конструирования термометра. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Газовая шкала температур. Абсолютный нуль температуры и его смысл. Законы идеальных газов. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева).

**Броуновское движение.** Столкновение молекул в газе. Длина свободного пробега. Частота соударений. Газокинетический диаметр. Рассеяние молекулярных пучков в газе. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы.

Броуновское движение. Формула Эйнштейна. Опыты Перрена по определению числа Авогадро.

**Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений.** Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия. Принцип термодинамической аддитивности. Физические ограничения термодинамической теории. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы.

**Работа в термодинамике.** Квазистатические процессы. Процессы в идеальных газах и их графическое изображение. Определение работы. Вычисление работы в некоторых частных случаях. Работа есть функция процесса. "Механический" закон сохранения энергии неверен в термодинамике. Когда он верен?

**Внутренняя энергия.** Понятие о внутренней энергии с точки зрения МКТ. Внутренняя энергия – функция состояния. Изменение внутренней энергии без совершения работы. Количество теплоты. Формулировка первого начала термодинамики.

**Первое начало термодинамики.** Вычисление количества теплоты в простейших случаях. Теплота – функция процесса. Понятие о теплоемкости. Теплоемкость системы. Теплоемкость – функция процесса. Вычисление теплоемкости в некоторых частных случаях. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Уравнение Майера.

Адиабатический процесс. Уравнение адиабаты идеального газа и его вид в разных координатах. Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Фундаментальные трудности классической теории теплоемкости.

Закон Бернулли. Истечение газа из отверстия и другие задачи. Скорость звука в газах.

**Циклические процессы.** Преобразование теплоты в работу. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Коэффициент полезного действия. Тепловой двигатель и холодильная машина. Циклический процесс. КПД цикла. Цикл Карно и его КПД. Проблема максимального КПД

**Второе начало термодинамики.** Получение работы из внутренней энергии. Обратимые и необратимые процессы.

Теоремы Карно. Неравенство Клаузиуса. Термодинамическая шкала температур и ее тождественность идеально-газовой шкале. Нестандартные единицы измерения температур. Второе начало термодинамики. Формулировка Клаузиуса и Томсона (Кельвина). Их эквивалентность. Энтропия – функция состояния. Закон возрастания энтропии.

**Статистический подход к описанию молекулярных явлений.** Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Макроскопические и микроскопические состояния системы. Молекулярная система, как совокупность частиц и как сплошная среда.

Тепловое равновесие систем. Условия равновесия.

**Давление.** Давление газа с точки зрения МКТ. Связь давления со средней кинетической энергией. Температура и средняя кинетическая энергия. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Понятие о распределении молекул по скоростям.

**Распределение молекул газа по скоростям** Элементы теории вероятности. Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул. Принцип детального равновесия. Распределение Максвелла по проекции скорости. Нормировка распределения. Вычисление некоторых средних.

Распределение Максвелла по модулю скорости. Распределение молекул по компонентам скоростей. Пространство скоростей. Распределение Максвелла как концентрация молекул в скоростном пространстве.

Вычисление средней скорости, среднеквадратичной скорости, наиболее вероятной скорости. Число ударов молекул о стенку. Формула Аррениуса. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.

**Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.** Барометрическая формула. Концентрация молекул в реальном пространстве. Распределение Больцмана. Нормировка. Примеры использования распределения Больцмана. Испарение. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.

Фазовое пространство. Концентрация молекул в фазовом пространстве. Распределение Максвелла-Больцмана. Некоторые частные случаи фазового пространства. Распределение энергии молекул по степеням свободы. Закон равнораспределения. Вычисление теплоемкости при постоянном объеме. "Поражение" классической физики. Квантование энергии. Понятие о распределении Бозе и Ферми.

**Понятие энтропии термодинамической системы.** Энтропия. Биномиальное распределение. Закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе. Статистический характер закона возрастания энтропии. Энтропия и вероятность. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Формула (принцип) Больцмана. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики. Энтропия и развитие Вселенной.

**Процессы переноса.** Понятие о релаксационных процессах в молекулярных системах. Сечение и длина свободного пробега. Теплопроводность: перенос тепла, закон Фурье. Перенос массы. Диффузия с точки зрения МКТ. Закон Фика. Внутреннее трение (перенос импульса): закон Ньютона-Стокса. Вязкость с точки зрения МКТ. Уравнение переноса. Процессы (явления) переноса в разреженных газах. Связь коэффициентов переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками газа. Ламинарное течение газа в трубе.

Распределение скорости газа по сечению трубы. Закон Пуазейля.

**Реальные газы.** Взаимодействие между молекулами. Реальные газы. Уравнение Дитеричи. Изотермы Амага. Уравнение Ван-Дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-Дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Правило Максвелла. Критическое состояние. Область двухфазовых состояний. Метастабильные состояния. Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний. Сжижение газов.

Силы межмолекулярного взаимодействия. Внутренняя энергия реального газа. Потенциал Леннарда-Джонса. Эффект Джоуля-Томсона для реального газа. Применение эффекта для сжижения газов. Методы получения низких температур.

**Фазовые переходы.** Фаза. Фазы и фазовые превращения, условия равновесия фаз. Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Анализ фазовых переходов на примере реальных газов. Термодинамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Тройная точка. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Фазовые переходы второго рода. Аномалии теплового расширения при фазовых переходах. Испарение и кипение. Метастабильные состояния. Фазовые диаграммы в различных осях.

**Физика растворов.** Растворимость тел. Осмос. Закон Рауля. Правило фаз. Диаграмма состояний бинарных смесей.

**Физика поверхностного натяжения.** Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой угол. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.

**Физики кристаллов.** Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Элементы точечной симметрии: ось симметрии, плоскость симметрии, центр инверсии, инверсионная ось симметрии, зеркально-поворотная ось симметрии. Трансляция и трансляционная симметрия. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Сингонии. Решетка Браве. Индексы Миллера. Изоморфизм и полиморфизм. Фазы переменного состава. Дефекты в кристаллах. Дислокации. Понятие о жидких кристаллах.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: 5 зачетных единиц, 180 часов.



Дисциплина «оптика»  
Бакалавриат  
Направление **011200.62 «физика»**  
Профили «физика наносистем, прикладная физика»  
Очная форма обучения  
Нормативный срок освоения ООП – 4 года

**Цель дисциплины:** приобретение бакалаврами знаний по основам тензорного исчисления в аффинном пространстве навыков.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОК1, ОК3, ПК1.

Дисциплина «оптика» для профилей «физика наносистем, прикладная физика» расположена в Б.3.1.4 базовой части (профессиональный цикл) учебного плана подготовки бакалавров направления **011200.62 «физика»**.

**Содержание дисциплины:**

Электромагнитная природа света: природа света, волновые уравнения, поперечность электромагнитных волн, плотность потока энергии и импульса электромагнитных волн, суперпозиция электромагнитных волн, поляризация света, фотометрические величины.

Отражение и преломление света: законы отражения и преломления света, формулы Френеля, полное внутреннее отражение, отражение и преломление света на границе металла.

Геометрическая оптика: метод геометрической оптики, уравнение эйконала, луча в неоднородной среде, принцип Ферма, оптическая система (кардинальные точки и главные плоскости, фокусные расстояния, основные формулы идеальной оптической системы, оптические приборы: микроскоп, зрительная труба); преломление света на сферических поверхностях, преломление луча призмой.

Интерференция света: когерентность колебаний, двухлучевая интерференция (деление волнового фронта, деление амплитуды, интерференционные полосы в квазимонохроматическом и белом свете, при протяженном источнике, видность полос).

Дифракция света: принцип Гюйгенса–Френеля, дифракция Френеля, дифракции Фраунгофера, дифракция в оптических приборах, дифракционная решетка.

Дисперсия и поглощение света: электронная теория, нормальная и аномальная дисперсия, поглощение света, дисперсия и поглощение света в проводящих средах.

Тепловое излучение и квантовая природа света: законы теплового излучения, спектры, законы фотоэффекта, эффект Комптона, индуцированное излучение, лазеры.

Элементы нелинейной оптики: нелинейная поляризованность, генерация второй и третьей гармоник, самофокусировка света.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: **4** зачетных единицы, **144** часа.

Дисциплина «оптика»  
Бакалавриат  
Направление **011200.62 «физика»**  
Профили «**физика наносистем, прикладная физика**»  
Очная форма обучения  
Нормативный срок освоения ООП – 4 года

**Цель дисциплины:** приобретение бакалаврами знаний по основам тензорного исчисления в аффинном пространстве навыков.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОК1, ОК3, ПК1.

Дисциплина «оптика» для профилей «**физика наносистем, прикладная физика**» расположена в Б.3.1.4 базовой части (профессиональный цикл) учебного плана подготовки бакалавров направления **011200.62 «физика»**.

**Содержание дисциплины:**

Электромагнитная природа света: природа света, волновые уравнения, поперечность электромагнитных волн, плотность потока энергии и импульса электромагнитных волн, суперпозиция электромагнитных волн, поляризация света, фотометрические величины.

Отражение и преломление света: законы отражения и преломления света, формулы Френеля, полное внутреннее отражение, отражение и преломление света на границе металла.

Геометрическая оптика: метод геометрической оптики, уравнение эйконала, луча в неоднородной среде, принцип Ферма, оптическая система (кардинальные точки и главные плоскости, фокусные расстояния, основные формулы идеальной оптической системы, оптические приборы: микроскоп, зрительная труба); преломление света на сферических поверхностях, преломление луча призмой.

Интерференция света: когерентность колебаний, двухлучевая интерференция (деление волнового фронта, деление амплитуды, интерференционные полосы в квазимонохроматическом и белом свете, при протяженном источнике, видность полос).

Дифракция света: принцип Гюйгенса–Френеля, дифракция Френеля, дифракции Фраунгофера, дифракция в оптических приборах, дифракционная решетка.

Дисперсия и поглощение света: электронная теория, нормальная и аномальная дисперсия, поглощение света, дисперсия и поглощение света в проводящих средах.

Тепловое излучение и квантовая природа света: законы теплового излучения, спектры, законы фотоэффекта, эффект Комптона, индуцированное излучение, лазеры.

Элементы нелинейной оптики: нелинейная поляризованность, генерация второй и третьей гармоник, самофокусировка света.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: **4** зачетных единицы, **144** часа.

Физика атомного ядра и элементарных частиц \_\_\_\_\_  
(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы бакалавриат \_\_\_\_\_  
(бакалавриат, магистратура, подготовка специалистов)

Направление(я) подготовки  
(специальность) 011200

«Физика» \_\_\_\_\_

Профиль(и) «Физика наносистем», «Прикладная физика» \_\_\_\_\_

Форма обучения очная \_\_\_\_\_  
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Срок освоения ООП 4 года \_\_\_\_\_  
(нормативный или сокращенный срок обучения)

**Цели освоения учебной дисциплины:**

формирование научного мировоззрения и системного мышления; приобретение знаний о физике атомного ядра, элементарных частиц, высоких энергий и космологии; умений по использованию полученных знаний для решения физических задач в соответствии с ФГОС ВПО.

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):**

ОК-1, ОК-7, ОК- 18, ОК-16, ОК-17, ОК-21, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-10.

**Место дисциплины в учебном плане:**

Дисциплина «Физика атомного ядра и элементарных частиц» относится к дисциплинам базовой части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 011200 – Физика, заключительная в модуле «общая физика».

Дисциплина опирается на материалы курсов атомной физики, электродинамики, квантовой теории и сопровождается соответствующим разделом общего физического практикума.

**Содержание дисциплины (кратко - в дидактических единицах):**

Основные понятия, обозначения. Формула Резерфорда. Формула Мотта. Энергия связи ядер. Модель жидкой капли. Квантовые свойства ядер. Деление атомных ядер. Радиоактивный распад. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Ядерные силы. Ядерные реакции. Модель ядерных оболочек. Элементарные частицы, основные сведения. Систематика частиц. Квантовая хромодинамика. Экспериментальное подтверждение кварковой теории. Слабые взаимодействия. Теория великого объединения. Эволюция Вселенной. Свидетельства Большого взрыва. Дозвёздный синтез ядер. Звездная эра.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: 3 \_\_\_\_\_ зачетных единиц, 108 \_\_\_\_\_ часов.

# Электродинамика

(наименование учебной дисциплины)

**Уровень основной образовательной программы** Бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, подготовка специалистов)

**Направление подготовки (специальность)** 011200.62 Физика

**Профили** Физика наносистем; Прикладная физика

**Форма обучения** Очная

**Срок освоения ООП** Нормативный

**Цели освоения учебной дисциплины:**

Обеспечить приобретение знаний в соответствии с государственным образовательным стандартом;

Сформировать теоретические знания и практические навыки по главным положениям классической теории электромагнитного поля

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):**

ОК-1, ОК-9; ПК-1

**Место дисциплины в учебном плане:**

5 семестр;

Следует за родственными курсами общей физики «Электричество и магнетизм», «Оптика»;

Предшествует курсам «Квантовая теория», «Статистическая физика», «Астрофизика»

**Содержание дисциплины (кратко - в дидактических единицах):**

Уравнения Максвелла и законы сохранения;

Электромагнитные потенциалы и поле точечного заряда;

Стационарные электрические и магнитные поля;

Излучение и рассеяние электромагнитных волн;

Специальная теория относительности;

Макроскопическая теория поля

**Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет:** 3 зачётные единицы, 108 часов

**Учебная дисциплина:** квантовая теория

**Уровень основной образовательной программы:** бакалавриат

**Направление подготовки:** 011200 «Физика»

**Профили:** «Физика наносистем»,

«Прикладная физика»

**Форма обучения:** очная

**Срок освоения ООП:** нормативный

**Цели освоения учебной дисциплины:** сформировать у студентов представления о квантомеханических закономерностях, лежащих в основе современной физики и ее фундаментальных приложений

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):** ОК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-4

**Место дисциплины в учебном плане:**

Дисциплина «Квантовая механика» относится к базовым дисциплинам профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 011200 — «Физика». Дисциплина базируется на следующих дисциплинах образовательной программы бакалавра по направлению «Физика»: модули «Математика» и «Общая физика» базовой части цикла математических и естественнонаучных дисциплин, а также курсов «Электродинамика» и «Теоретическая механика» базовой части профессионального цикла.

**Содержание дисциплины (кратко - в дидактических единицах):** фундаментальные идеи квантовой физики; принципы и постулаты квантовой теории; квантовая механика систем, имеющих классическую аналогию; квантовая динамика; теория момента количества движения, спин; теория возмущений; элементы теории рассеяния; полуклассическая теория взаимодействия излучения с веществом; основы релятивистской квантовой механики; элементы квантовой механики системы частиц.

**Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет:** 6 зачетных единиц, 216 часов.

**Учебная дисциплина:** Физика конденсированного состояния вещества

**Уровень основной образовательной программы:** бакалавриат

**Направление(я) подготовки (специальность) 11200**

«Физика»

**Профили:** специализации физики

**Форма обучения:** очная

**Срок освоения ООП:** нормативный

**Цели освоения учебной дисциплины:** Понятие конденсированного вещества является очень ёмким понятием и включает в себя: элементарные частицы, атомные ядра и химические элементы, а так же молекулы, газы, жидкости, и твёрдые тела (кристаллические и аморфные) т.е. объекты, которые каким-либо образом могут осязаться органами чувств человека. Все составляющие конденсированной материи кроме твёрдых тел, изучаются студентами факультета либо в курсе общей физики, либо в специальных курсах. Настоящий курс преследует цель изучения строения и физических свойств конденсированных тел и включает в себя элементы электронного строения кристаллических тел: металлов, полупроводников, а также их сплавов и соединений, фазовых превращений. Кроме того, часть вопросов будет посвящена рассмотрению методов исследования электронного строения и физических свойств неупорядоченных систем и жидких кристаллов. Кроме этого часть времени уделяется некоторым вопросам по новому развивающемуся направлению: нанотехнологии, а так же вопросам о строении новых материалов как, например, фуллерены и нано трубки. Отчёт студентов за освоение курса проводится в форме экзамена.

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):** ОК–11, ОК–12, ПК–1, ПК–2, ПК–3,

**Место дисциплины в учебном плане:** профессиональный цикл

**Содержание дисциплины (кратко - в дидактических единицах):** понятие пространства и времени массы, силы; свойства симметрии физических систем, элементы теории групп, физика твёрдого тела, фазовые превращения в конденсированных средах, электронное строение неупорядоченных систем, физика жидких

кристаллов, фуллерены и нанотрубки.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: 2 зачетных единиц, 72 часов.

**Термодинамика**

(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы: **бакалавр**

(бакалавриат, магистратура, подготовка специалистов)

Направление(я) подготовки (специальность): **011200.62 «Физика»**

Профиль(и): **физика наносистем, прикладная физика**

Форма обучения: **очная**

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Срок освоения ООП: **нормативный**

(нормативный или сокращенный срок обучения)

**Цели освоения учебной дисциплины:**

Основная цель физической дисциплины «Термодинамика» - дать студентам глубокие и прочные знания об основных термодинамических закономерностях макроскопических систем, а также научить применять эти знания к решению прикладных задач.

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):**

ОК-1, ПК-1

**Место дисциплины в учебном плане:**

Дисциплина «Термодинамика» относится к дисциплинам базовой части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 011200.62 «Физика».

**Содержание дисциплины (кратко - в дидактических единицах):**

Основные законы и методы термодинамики, начала термодинамики, термодинамические потенциалы, уравнения и неравенства. Условия равновесия и устойчивости, фазовые переходы. Основы термодинамики необратимых процессов

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: 2 зачетных единицы, 72 часа.

**Статистическая физика**

(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы: **бакалавр**

(бакалавриат, магистратура, подготовка специалистов)

Направление(я) подготовки (специальность): **011200.62 «Физика»**

Профиль(и): **физика наносистем, прикладная физика**

**Форма обучения:** очная \_\_\_\_\_  
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

**Срок освоения ООП:** нормативный \_\_\_\_\_  
(нормативный или сокращенный срок обучения)

**Цели освоения учебной дисциплины:**

Основная цель физической дисциплины «Статистическая физика» - дать студентам глубокие и прочные знания об основных статистических закономерностях макроскопических систем, а также научить применять эти знания к решению прикладных задач.

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):**  
ОК-1, ПК-1 \_\_\_\_\_ .

**Место дисциплины в учебном плане:**

Дисциплина «Статистическая физика» относится к дисциплинам базовой части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 011200.62 «Физика».

**Содержание дисциплины (коротко - в дидактических единицах):**

Основные представления, квантовые и классические функции распределения. Общие методы равновесной статистической механики, канонические распределения. Теория идеальных систем. Статистическая теория неидеальных систем. Теория флуктуаций. Броуновское движение и случайные процессы.

**Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет:** 3 зачетных единицы, 108 часов.

**Физическая кинетика** \_\_\_\_\_  
(наименование учебной дисциплины)

**Уровень основной образовательной программы:** бакалавр \_\_\_\_\_  
(бакалавриат, магистратура, подготовка специалистов)

**Направление(я) подготовки (специальность):** 011200.62 «Физика»

**Профиль(и):** физика наносистем, прикладная физика \_\_\_\_\_

**Форма обучения:** очная \_\_\_\_\_  
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

**Срок освоения ООП:** нормативный \_\_\_\_\_  
(нормативный или сокращенный срок обучения)

**Цели освоения учебной дисциплины:**

Основная цель физической дисциплины «Физическая кинетика» - дать студентам знания об основных положениях микроскопической теории статистически неравновесных систем.

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):**  
ОК-1, ПК-1 \_\_\_\_\_ .

**Место дисциплины в учебном плане:**

Дисциплина «Физическая кинетика» относится к дисциплинам базовой части профессионального цикла

основной образовательной программы по направлению 011200.62 «Физика».

**Содержание дисциплины (коротко - в дидактических единицах):**

Кинетическая теория газов, диффузионное приближение, кинематика плазмы

**Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет:** 2 зачетных единицы, 72 часа.

Дисциплина «Новые материалы»

Бакалавриат

Направление «Физика»

Очная форма обучения

Нормативный срок освоения ООП — 4 года.

**Цель дисциплины:** дать анализ современного состояния новых материалов и научных исследований в этой области, показать перспективы их развития, сформировать у студентов представление об основных свойствах, технологиях получения, областях применения новых материалов и тенденциях их дальнейшего развития.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПК — 1,2,3,4.

Дисциплина «Новые материалы» расположена в Б.3 базовой части(профессиональный цикл,вариативная часть) учебного плана подготовки бакалавров направления «**Физика**», **011200**.

**Содержание дисциплины:**

Основные определения и классификация композиционных материалов. Металлические композиционные материалы. Углерод-углеродные композиционные материалы. Керамические композиционные материалы. Производство железных порошков. Порошковые стали. Тенденции при производстве порошковых деталей. Жаропрочные сплавы. Конструкционные стали и сплавы повышенной надежности. Сплавы специального назначения. Современный уровень исследований и производства сверхтвердых материалов. Синтез высокопрочных поликристаллов из графита с использованием сложного легированных катализаторов. Высокопрочные алмазные поликристаллы. Многокомпонентные наноструктурные пленки. Новые магнитотвердые и магнитомягкие материалы. Материалы для магнитной записи. Ферриты. Сверхпроводящие материалы. Водорастворимые полимеры и перспективы их использования. Фотоактивные гетероциклические полимеры (олигомеры). Наполненные эластомерные композиционные материалы со специальными свойствами. Состояние и проблемы развития текстильной и легкой промышленности. Конкуренентоспособные материалы потребительского спроса. Новые текстильные материалы специального назначения.



Общая трудоёмкость освоения учебной дисциплины составляет: 3 зачётных единицы, 108 часов.

В 3.2 (базовая часть)

**Астрофизика**

(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы **бакалавриат**

(бакалавриат, магистратура, подготовка специалистов)

Направление(я) подготовки (специальность) **011200 Физика»**

Профиль(и) **«Физика наносистем», «Прикладная физика»**

Форма обучения **очная**

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Срок освоения ООП **4 года**

(нормативный или сокращенный срок обучения)

**Цели освоения учебной дисциплины:**

Курс астрофизики, наряду с дисциплинами общей и теоретической физики, закладывает основы фундаментальных знаний в области наук, изучающих окружающий мир. Целью изучения курса «Астрофизика» является получение общих знаний о происхождении, эволюции и устройстве астрономических объектов, представления о ближнем и дальнем космосе, о Вселенной в целом и происходящих в ней физических процессах и явлениях.

**Требования к результатам освоения дисциплины (указать компетенции):**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

1. способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук (ОК-1);
2. способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач (ПК-1);

**Место дисциплины в учебном плане:**

Дисциплина «Астрофизика» является дисциплиной вариативной части Профессионального (специального) цикла основной образовательной программы по направлению 011200.62 – Физика и изучается студентами в 6-м семестре после освоения большинства курсов общей физики и части курсов теоретической физики.

**Содержание дисциплины (кратко - в дидактических единицах):**

1. Введение в астрофизику. Солнце и звезды. Галактики.
2. Космическое излучение и его взаимодействие с веществом.
3. Наблюдаемая структура вселенной, сценарии ее образования и эволюции.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: 2 зачетных единиц, 72 часов.

В 3.3

Дисциплина «**Экспериментальные методы исследований**»

Бакалавриат

Направление «**Физика**», 011200.62

Профиль «**Физика наносистем**»

Очная форма обучения

Нормативный срок освоения ООП – 4 года

**Цель дисциплины:** Дисциплина "Экспериментальные методы исследований" представляет собой одну из важных общепрофессиональных дисциплин при подготовке бакалавров по направлению 011200.62 «Физика». Изучение дисциплины базируется на материалах предшествующих естественно - научных дисциплин. Целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с основными методами и приборами для измерений физических параметров, методами анализа и обработки экспериментальных данных, а также формирование у студентов навыков работы на установках.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности в качестве бакалавра по направлению 011200.62 «Физика». Освоение дисциплины способствует формированию следующих **общепрофессиональных компетенций (ОПК):**

- умение планировать и организовывать эксперимент;

**инструментальных компетенций (ИК):**

- умение выбирать методы и средства измерений в соответствии со стандартами (техническими регламентами) и анализировать полученные результаты,
- умение пользоваться приборами и оборудованием;

**специальных профессиональных компетенций (СПК):**

- умение осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований.

Специалист должен:

**Знать:** физические принципы, положенные в основу методов исследования и работы измерительных приборов, характеристики и принцип действия измерительных установок, методы анализа и обработки экспериментальных данных.

**Уметь:** пользоваться обширным справочным материалом по методам, приборам и датчикам для микроскопического и спектроскопического анализа состава и свойств поверхности наноматериалов, для использования их в конкретных экспериментальных условиях, планировать измерительный эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели, учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры к их устранению, анализировать результаты измерений и делать правильные выводы.

Дисциплина «Экспериментальные методы исследований» для профиля «**Физика наносистем**» расположена в Б.3.3.2 базовой части (общеобразовательные фундаментальные дисциплины) учебного плана подготовки бакалавров направления «**Физика**», 011200.62

**Содержание дисциплины:**

Исследование поверхности наноразмерных материалов. Сканирующая зондовая микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Методы неконтактной зондовой микроскопии и

зондовой литографии. Фотоэлектронная спектроскопия. Оже-электронная спектроскопия и микроскопия.

Основы анализа экспериментальных данных. Классификация ошибок. Анализ и обработка экспериментальных данных. Анализ результатов измерений.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: **4** зачетных единицы, **144** часа.

Дисциплина «Тепломассообмен»

Бакалавриат

Направление «Физика», **011200.62.**

Профиль «Физика наносистем»

Очная форма обучения

Нормативный срок освоения ООП – 4 года

**Цель дисциплины:** Цель изучения дисциплины — изучение процессов теплообмена, а также его видов: теплопроводности, конвекции, лучистого теплообмена, т.е. изучение процессов в природе (например, эволюцию звезд и планет, метеорологические процессы на поверхности Земли и т. д.), технике и в быту, и исследование процессов сушки, испарительного охлаждения, диффузии.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОК- 1,5,18,21. ПК-1,2,3,4.

Дисциплина «Тепломассообмен» для профиля «Физика наносистем» расположена в МЕ, Б.3.3 дисциплины по выбору студентов (общеобразовательные фундаментальные дисциплины) учебного плана подготовки бакалавров направления: «Физика», **011200.62**

**Содержание дисциплины:**

Законы сохранения энергии и момента импульса при движении жидкости. Частные случаи теплопередачи. Теплопередача через стенки. Теплопередача через сложные стенки. Турбулентное течение. Уравнение Рейнольдса. Логарифмический профиль в трубе. Связь коэффициентов трения и тепломассообмена. Законы сопротивления в трубах при ламинарном и турбулентном течениях. Связь коэффициентов трения и тепломассообмена. Конвективные коэффициенты переноса. Методы измерения температуры. Интенсификация процессов переноса. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. Гидродинамика и тепломассообмен в двухфазных потоках и стационарных упаковках. Тепломассообмен в конденсированной фазе. Процессы тепломассопереноса в средах при терморегулировании. Тепломассообмен в «квазивязкой среде» с учетом потерь на радиацию. Условия возникновения «квазивязкой среды», тепломассообмен.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: **4** зачетных единицы, **144** часа.

### В 3.3.1

#### Дисциплина «Физическое материаловедение наноматериалов»

Бакалавриат

Направление «Физика», 011200.

Профиль «Физика наносистем»

Очная форма обучения

Нормативный срок освоения ООП – 4 года

**Цель дисциплины:** Цель изучения дисциплины – формирование у будущих специалистов теоретических знаний и практических навыков по использованию современного междисциплинарного подхода, известного как физическое материаловедение применительно к наноразмерным материалам. К настоящему времени сформированы общие представления о структуре и свойствах конденсированных сред и протекающих в них различных процессах, влияющих на структуру и свойства независимо от их физической природы. Концепция перехода от традиционных материалов к наноматериалам имеет огромное мировоззренческое значение, так как на этом масштабном уровне в полной мере раскрывается огромный мир конденсированного состояния. При изучении дисциплины «физическое материаловедение наноматериалов» рассматриваются и прикладные аспекты.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** Дисциплина «ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ» обеспечивает приобретение знаний в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействует фундаментализации образования и развитию логического мышления. В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОК- 1,2, 3, 6,11,12,13. ПК-1, 2, 3, 5, 6. Дисциплина «Физическое материаловедение» для профиля «Физика наносистем» расположена в Б.3.3.1 базовой части (общеобразовательные фундаментальные дисциплины) учебного плана подготовки бакалавров направления «Физика», 011200.

#### **Содержание дисциплины:**

Предмет физического материаловедения наноматериалов. Описание структуры конденсированных сред. Кристаллические, аморфные, наноструктурные среды. Критерий наноструктур. Кристаллические структуры. Трансляция и кристаллические решетки. Набор операций симметрии. Положение и ориентация атомных плоскостей в кристаллах. Индексы Миллера. Простые кристаллические структуры. Симметрия в кристаллах. Ось симметрии пятого порядка в наночастицах. Дифракция в кристаллах. Закон Брегга. Экспериментальные дифракционные методы. Метод Лауэ. Вывод уравнения Лауэ для амплитуды рассеянной волны. Обратная решетка. Структурные факторы, влияющие на эффекты рассеяния. Типы связей в конденсированных средах. Взаимодействие Ван-дер-Ваальса. Энергия связи. Ионное взаимодействие, электростатическая энергия (энергия Маделунга) взаимодействия. Ковалентные связи. Металлические связи атомов. Водородные связи. Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты и их комплексы как наноструктурные компоненты. Точечные дефекты по Френкелю. Точечные дефекты по Шотки. Вакансии.

Равновесная концентрация вакансий. Атом-вакансионный механизм самодиффузии. Влияние точечных дефектов на свойства конденсированного состояния. Дефекты кристаллического строения. ДЖ. Тейлор и понятие линейных дефектов (дислокации). Дислокация как одномерные наноструктурные компоненты кристаллической среды. Краевая дислокация. Винтовая дислокация. Определение вектора Бюргерса. Энергия дислокаций. Размножение дислокаций. Дислокационный источник Франка-Рида. Частичные и двойнивающие дислокации в металлах. Плоские дефекты кристаллического строения. Плоские дефекты как двумерные наноструктуры. Границы зерен (границы наклона, границы кручения). Малоугловые границы. Двойниковые границы. Антифазные границы. Объемные дефекты. Структура и свойства наноразмерных материалов. Объемные и поверхностные свойства наночастиц.

Общая трудоемкость освоения учебной дисциплины составляет: **4** зачетных единицы,  
**144** часа.