

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Физические основы и логика моделирования
по направлению:	Прикладная математика и информатика
профиль подготовки:	Прикладная математика, компьютерные науки и инженерия Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра общей физики
курс:	2
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

3 (осенний) - Дифференцированный зачет

4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 120 всего, в том числе:

лекции: 60 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 60 час.

Самостоятельная работа: 150 час.

Всего часов: 270, всего зач. ед.: 6

Программу составили:

А.В. Гавриков, д-р физ.-мат. наук, доцент, профессор

П.В. Попов, канд. физ.-мат. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры общей физики 24.02.2025

Аннотация

Обзорный курс, знакомящий слушателя с основными фундаментальными законами природы. Лекции посвящены качественному объяснению и демонстрации явлений. На лабораторных занятиях студенты знакомятся с изучаемыми явлениями на примере наглядных экспериментальных упражнений, учатся строить физические модели и проводить оценки физических величин.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Освоение студентами базовых знаний об устройстве природы, её фундаментальных законах и методах их моделирования.

Задачи дисциплины

- формирование представления о модельном методе описания физических явлений и научном методе в целом;
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения анализировать простейшие теоретические модели природных явлений.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- фундаментальные законы и понятия механики: законы Ньютона, законы сохранения импульса, энергии, момента импульса;
- законы вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси, понятие о законах движения гироскопов;
- основные законы колебательного движения: свободные и вынужденные колебания, резонанс;
- фундаментальные законы и понятия термодинамики и молекулярной физики;
- общие принципы моделей идеального и неидеального газа;
- основные законы термодинамики (1, 2, 3 «начала»), понятие энтропии;
- понятие о явлениях фазовых переходов и поверхностных явлений;
- основы статистической физики: распределения Больцмана, Максвелла, статистический смысл энтропии;
- понятие о флуктуациях и о законах случайных блужданий;
- основы теории процессов случайного переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость;
- фундаментальные законы и понятия физики электромагнитных явлений;
- закон сохранения заряда, закон Кулона, сила Лоренца, принцип суперпозиции полей;
- основные законы описания постоянных электрических и магнитных полей;
- закон электромагнитной индукции, правило Ленца;
- основные правила расчёта электрических цепей;
- основные понятия спектрального анализа электрических сигналов;
- представление об уравнениях Максвелла;
- представление об электромагнитной энергии и её распространении;
- фундаментальные законы и понятия геометрической и волновой оптики;
- законы преломления и отражения света;
- устройство простейших оптических приборов;
- основные свойства световых волн: поляризация, дисперсия;
- базовые принципы интерференции и дифракции волн;
- основные отличия квантовой физики от классической, понятие о корпускулярно-волновом дуализме;
- общие принципы строения атома и ядра.

уметь:

- описывать явления природы с помощью физических моделей;
- анализировать применимость различных физических моделей для описания окружающего мира.

владеть:

- методами оценки физических величин;
- базовыми методами обработки экспериментальных данных.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Законы Ньютона	2		2	5
2	Движение материальной точки	2		2	5
3	Законы сохранения	2		2	5
4	Вращение твердых тел	2		2	5
5	Механические колебания	2		4	7
6	Сплошные среды	2		2	5
7	Основы строения вещества	2		2	5
8	Идеальный и неидеальный газы	2		2	5
9	Начала термодинамики	2		2	5
10	Фазовые переходы	2		2	5

11	Поверхностное натяжение	2		2	5
12	Статистические законы	4		2	8
13	Флуктуации	2		2	5
14	Явления переноса	2		2	5
15	Электрическое поле	2		2	5
16	Магнитное поле	2		2	5
17	Электрическое и магнитное поля в веществе	2		2	5
18	Электромагнитная индукция	2		2	5
19	Электрические цепи	2		4	7
20	Спектры электрических сигналов	2		2	5
21	Уравнения Максвелла	2		2	5
22	Электромагнитные волны	4		2	8
23	Интерференция и дифракция	4		4	10
24	Понятие о квантовой механике	2		2	5
25	Строение атома	2		2	5
26	Строение ядра	2		2	5
27	Современные физические теории	2		2	5
Итого часов		60		60	150
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		270 час., 6 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 3 (Осенний)

1. Законы Ньютона

Основные законы механики. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Взаимодействие тел. Сила.

2. Движение материальной точки

Кинематика материальной точки. Интегрирование уравнения движения материальной точки.

3. Законы сохранения

Законы сохранения импульса, энергии и момента импульса.

4. Вращение твердых тел

Момент инерции и момент импульса твердого тела. Уравнение моментов. Гироскопы.

5. Механические колебания

Уравнение гармонических колебаний. Энергия колебаний. Примеры колебательных процессов в природе. Пружинный, математический, физический и другие маятники. Затухание колебаний. Вынужденные колебания, резонанс.

6. Сплошные среды

Описание течения сплошной среды. Закон Бернулли. Понятие о вязкости.

7. Основы строения вещества

Современные представления о строении вещества. Молекулы, атомы, элементарные частицы.

8. Идеальный и неидеальный газы

Модель идеального газа. Давление идеального газа. Идеально-газовая температура. Энергия идеального газа. Учет взаимодействия молекул, неидеальные газы, модель Ван-дер-Ваальса.

9. Начала термодинамики

Первое и второе начала термодинамики. Работа, теплота, внутренняя энергия. Энтропия. КПД тепловых двигателей.

10. Фазовые переходы

Понятие о фазовых переходах 1-го и 2-го рода. Фазовая диаграмма воды. Тройная и критическая точки.

11. Поверхностное натяжение

Поверхностная энергия. Уравнение Лапласа. Смачивание и несмачивание. Капиллярные явления.

12. Статистические законы

Основные законы статистической физики. Распределения Максвелла и Больцмана.

13. Флуктуации

Статистический смысл энтропии. Термодинамические флуктуации. Роль флуктуаций в природе и технике.

14. Явления переноса

Случайные блуждания. Закон Эйнштейна-Смолуховского. Явления молекулярного переноса: теплопроводность, вязкость, диффузия. Броуновское движение.

Семестр: 4 (Весенний)

15. Электрическое поле

Электрический заряд. Закон Кулона. Напряжённость поля. Разность потенциалов. Электрический конденсатор. Энергия электрического поля.

16. Магнитное поле

Постоянный ток. Сила Ампера и сила Лоренца. Магнитное поле тока. Закон Био-Савара.

17. Электрическое и магнитное поля в веществе

Электрические и магнитные диполи. Поляризация среды. Диэлектрическая проницаемость. Намагниченность среды. Магнитная проницаемость среды. Виды диэлектриков и магнетиков.

18. Электромагнитная индукция

Магнитный поток. Закон Фарадея электромагнитной индукции, ЭДС индукции. Правило Ленца. Катушка индуктивности. Энергия магнитного поля.

19. Электрические цепи

Электрические цепи постоянного и переменного тока. Правила Кирхгофа. Релаксационные и колебательные процессы в электрических цепях.

20. Спектры электрических сигналов

Спектральный анализ электрических сигналов. Спектральный метод как общий метод решения задачи об отклике линейной системы. Соотношение неопределённостей. Модуляция сигналов, многоканальная передача информации, спектры модулированных сигналов.

21. Уравнения Максвелла

Понятие об уравнениях Максвелла. Физический смысл уравнений. Магнито-электрическая индукция (ток смещения).

22. Электромагнитные волны

Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Поток энергии волны. Поляризация волн. Отражение и преломление волн.

23. Интерференция и дифракция

Интерференция монохроматических волн. Понятие о когерентности света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция как результат интерференции вторичных волн. Дифракция на щели и отверстиях. Влияние дифракции на работу оптических приборов.

24. Понятие о квантовой механике

Корпускулярно-волновой дуализм. Волновая функция. Квантовые соотношения неопределённостей. Понятие об уравнении Шредингера. Квантовые свойства волн: фотоэффект. Волновые свойства частиц: волна де Бройля, дифракция электронов, прохождение частицы под барьером (туннелирование).

25. Строение атома

Атом водорода. Квантовые состояния электрона. Дискретность электронных переходов, излучение атомов. Многоэлектронные атомы, заполнение атомных оболочек, таблица Менделеева.

26. Строение ядра

Современные представления о строении ядра. Ядерные модели. Методы исследования строения вещества (рентгеноструктурный анализ, ядерный магнитный резонанс).

27. Современные физические теории

Фундаментальные физические взаимодействия. Понятие о стандартной модели. Роль симметрий в построении физических теорий. Связь симметрий и законов сохранения.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

- * Лекционный зал с мультимедийным проектором
- * Демонстрационный кабинет с набором физических демонстраций, оборудование для демонстраций
- * Лабораторные комнаты, оснащенные необходимым оборудованием для проведения физических экспериментов

Список лабораторных работ, для которых необходимо лабораторное оборудование

- Измерение ускорения свободного падения по движению по наклонной плоскости
- Измерение скорости полета пули
- Изучение колебаний физического маятника
- Изучение прецессии гироскопа
- Изучение колебаний струны
- Получение и измерение вакуума
- Изучение диффузии газов
- Изучение течения газов по тонким трубкам
- Измерение скорости звука в газах
- Измерение теплоёмкости твердых тел
- Изучение колебаний в электрических цепях
- Измерение магнитного поля Земли
- Спектральный анализ электрических сигналов
- Изучение ферромагнитного гистерезиса
- Изучение волн в длинных линиях
- Геометрическая оптика
- Изучение дифракции
- Изучение интерференции света
- Изучение поляризации света
- Изучение дифракции на шероховатых поверхностях
- Изучения спектра излучения водорода

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Общая физика. Механика [Текст], учеб. пособие для вузов / Н. А. Кириченко, К. М. Крымский, М., МФТИ, 2013
2. Лекции по термодинамике и молекулярной физике / В. А. Овчинкин. – Москва: Физматкнига, 2023
3. Электричество и магнетизм [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н. А. Кириченко ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. (гос. ун-т. — М. : МФТИ, 2011. — 420 с.
4. Принципы оптики / Н. А. Кириченко. – Москва: МФТИ, 2016.
5. Квантовая физика. Вводный курс [Текст] : учеб. пособие для вузов / Л. Л. Гольдин, Г. И. Новикова. — М. : Ин-т компьютерных исследований, 2002, 2005. — 496 с.

-

Дополнительная литература

-

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Раздел кафедры общей физики сайта МФТИ
<https://mipt.ru/institute-departments/kafedra-obshchey-fiziki>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

<http://lms.mipt.ru> — система управления курсами МФТИ, курс "Общая физика: механика".

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение курса требует самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- подготовку к лабораторным занятиям, дифференцированному зачету;
- решение расчётных задач, предлагаемых студентам на лабораторных занятиях.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладная математика и информатика
профиль подготовки:	Прикладная математика, компьютерные науки и инженерия Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра общей физики
курс:	<u>2</u>
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 3 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

А.В. Гавриков, д-р физ.-мат. наук, доцент, профессор
П.В. Попов, канд. физ.-мат. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Физические основы и логика моделирования» обучающийся должен:

знать:

- фундаментальные законы и понятия механики: законы Ньютона, законы сохранения импульса, энергии, момента импульса;
- законы вращательного движения твёрдого тела вокруг неподвижной оси, понятие о законах движения гироскопов;
- основные законы колебательного движения: свободные и вынужденные колебания, резонанс;
- фундаментальные законы и понятия термодинамики и молекулярной физики;
- общие принципы моделей идеального и неидеального газа;
- основные законы термодинамики (1, 2, 3 «начала»), понятие энтропии;
- понятие о явлениях фазовых переходов и поверхностных явлений;
- основы статистической физики: распределения Больцмана, Максвелла, статистический смысл энтропии;
- понятие о флуктуациях и о законах случайных блужданий;
- основы теории процессов случайного переноса: диффузия, теплопроводность, вязкость;
- фундаментальные законы и понятия физики электромагнитных явлений;
- закон сохранения заряда, закон Кулона, сила Лоренца, принцип суперпозиции полей;
- основные законы описания постоянных электрических и магнитных полей;
- закон электромагнитной индукции, правило Ленца;
- основные правила расчёта электрических цепей;
- основные понятия спектрального анализа электрических сигналов;
- представление об уравнениях Максвелла;
- представление об электромагнитной энергии и её распространении;
- фундаментальные законы и понятия геометрической и волновой оптики;
- законы преломления и отражения света;
- устройство простейших оптических приборов;
- основные свойства световых волн: поляризация, дисперсия;
- базовые принципы интерференции и дифракции волн;
- основные отличия квантовой физики от классической, понятие о корпускулярно-волновом дуализме;
- общие принципы строения атома и ядра.

уметь:

- описывать явления природы с помощью физических моделей;
- анализировать применимость различных физических моделей для описания окружающего мира.

владеть:

- методами оценки физических величин;
- базовыми методами обработки экспериментальных данных.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль на практических занятиях проходит в формате устных опросов, измерений физических величин, обработки экспериментальных данных.

За каждое занятие студент получает оценку за подготовку, выполнение и обработку мини-эксперимента.

Примеры вопросов по выполнению работы:

- Назовите основные физические законы, изучаемые в работе.
- Приведите примеры проявления этих законов в явлениях окружающего мира или в технических приложениях.
- Опишите свойства теоретической модели, используемой для получения результата работы.
- Перечислите явления, которыми пренебрегается в используемой модели.
- Оцените инструментальную погрешность полученного результата.
- Объясните наблюдаемые отклонения от теоретической модели.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1 семестр

1. Законы Ньютона
2. Движение материальной точки
3. Законы сохранения
4. Вращение твердых тел
5. Механические колебания
6. Сплошные среды
7. Основы строения вещества
8. Идеальный и неидеальный газы
9. Начала термодинамики
10. Фазовые переходы
11. Поверхностное натяжение
12. Статистические законы
13. Термодинамические флуктуации
14. Явления переноса

2 семестр

1. Электрическое поле
2. Магнитное поле
3. Электрическое и магнитное поля в веществе
4. Электромагнитная индукция
5. Электрические цепи
6. Спектры электрических сигналов
7. Уравнения Максвелла
8. Электромагнитные волны
9. Интерференция волн
10. Дифракция света
11. Понятие о квантовой теории
12. Строение атома
13. Строение ядра
14. Симметрии в физике

Примеры билетов

(Осенний семестр)

Билет N1

1. Законы Ньютона
2. Термодинамические флуктуации

Билет N2

1. Движение материальной точки
2. Явления переноса

(Весенний семестр)

Билет N1

1. Электрическое поле
2. Строение атома

Билет N2

1. Магнитное поле
2. Дифракция света

Критерии оценивания

Оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и за её пределами, а также умение уверенно применять их на практике.

Оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и умение уверенно применять их на практике.

Оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные глубокие знания учебной программы и умение применять их на практике, однако допустившему некоторые неточности при ответе.

Оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание и уверенное понимание материала учебной программы.

Оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание материала учебной программы.

Оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он продемонстрировал твердое знание и понимание материала учебной программы, однако допустил при ответе ряд неточностей.

Оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный характер знаний, допускавшему неточности в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом продемонстрировавшему основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.

Оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему сильно фрагментарный характер знаний, допускавшему грубые ошибки в формулировке основных законов и базовых понятий, но при этом продемонстрировавшему владение основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения.

Оценка «неудовлетворительно (2)» или «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает значительную часть основного содержания программы, систематически допускает грубые ошибки при формулировании основных физических законов.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Порядок проведения дифференцированного зачета.

Зачет проходит в форме беседы преподавателя со студентом по теме случайно вытянутого билета. Билет содержит два вопроса из программы курса.

На подготовку к ответу по билету студенту даётся от 15 до 30 минут. При подготовке студенту не разрешается пользоваться вычислительной техникой, литературой, заранее подготовленными собственными записями и другими материалами, относящимися к предмету, кроме программы курса.

Итоговая оценка ставится по результатам ответа студента на заданные вопросы и на основании оценок, полученных за выполнение лабораторных работ в течение семестра (текущий контроль успеваемости).