

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

УТВЕРЖДЕНО

**Начальник
учебно-методического отдела
Т.Ф. Артеменко**

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Физика
по направлению:	Математика
профиль подготовки:	Фундаментальная математика Высшая школа современной математики Высшая школа современной математики
курс:	2
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

4 (весенний) - Дифференцированный зачет
5 (осенний) - Дифференцированный зачет
6 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 90 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 90 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 126 час.

Всего часов: 216, всего зач. ед.: 6

Программу составил: А.Н. Соболевский, д-р физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании Высшая школа современной математики 02.09.2024

Аннотация

Курс предназначен для введения будущих математиков-исследователей в современную теоретическую физику - науку, в которой математические модели, концепции и методы получили наиболее глубокое и плодотворное применение. Мы увидим, как на языке понятий современной математики возможна адекватная формулировка содержания механики, статистической физики, теории электричества и магнетизма, квантовой механики и квантовой теории поля.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Формирование знаний о содержании основных разделов современной теоретической физики, в том числе с точки зрения использования в них аппарата современной фундаментальной математики.

Задачи дисциплины

- приобретение слушателями знаний в области теоретической физики;
- демонстрация применения концепций и методов математических дисциплин в физике;
- приобретение навыков в применении методов фундаментальной математики в смежных научных дисциплинах.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области 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
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен проверять корректность математического доказательства, строить логически последовательные цепочки	ПК-3.1 Способен к формальной записи рассуждения в терминах логики предикатов
	ПК-3.2 Владеет понятием о математически строгом доказательстве, способен различать строгие и нестрогие рассуждения

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

Основные понятия механики, молекулярной и статистической физики, электродинамики и оптики, квантовой физики и применение концепций и методов современной фундаментальной математики в этих разделах физики.

уметь:

Уметь разбирать конкретные примеры и проводить необходимые вычисления в указанных разделах физики.

владеть:

Свободно владеть прогрессивным математическим инструментарием, необходимым для самостоятельного изучения актуальных научных работ по теоретической физике.

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	Основы классической механики.		8		12
2	Гамильтоново описание.		10		12
3	Аксиоматическая формулировка термодинамики по Каратеодори.		4		6
4	Основы классической теории поля.		4		6
5	Специальная теория относительности Эйнштейна.		4		6
6	Релятивистская теория поля.		4		6
7	Калибровочные поля.		4		6
8	Уравнение Шредингера.		10		12
9	Решеточные модели статистической физики.		12		18
10	Стандартная Модель.		4		6
11	Теория Янга-Миллса.		8		12
12	Интегрируемые модели классической и квантовой теории.		8		12
13	Функциональный интеграл.		10		12
Итого часов			90		126
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		216 час., 6 зач.ед.			

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

Семестр: 4 (Весенний)

1. Основы классической механики.

Основы классической механики.

Лагранжево описание.

Системы со связями

Теорема Нетер в классической механике

2. Гамильтоново описание.

Гамильтоново описание.

Симплектические многообразия

Интегрируемость. Примеры

3. Аксиоматическая формулировка термодинамики по Каратеодори.

Аксиоматическая формулировка термодинамики по Каратеодори.

Пфаффовы дифференциальные формы.

4. Основы классической теории поля.

Основы классической теории поля.

Поля как связности в расслоениях

5. Специальная теория относительности Эйнштейна.

Специальная теория относительности Эйнштейна

Семестр: 5 (Осенний)

6. Релятивистская теория поля.

Релятивистская теория поля.

Тензоры и четырехвекторы.

Тензорная запись уравнений поля.

7. Калибровочные поля.

Калибровочные поля.

Уравнения Максвелла и калибровочная инвариантность

8. Уравнение Шредингера.

Уравнение Шредингера и интеграл по траекториям Фейнмана

Квантовый гармонический осциллятор.

Спектр атома водорода.

Связь с представлениями компактных групп

9. Решеточные модели статистической физики.

Решеточные модели статистической физики.

Метод Пайерлса.

Теория Пирогова-Сина

Модель Изинга.

Метод трансфер-матрицы.

Решения Вдовиченко, Кауфмана-Онсагера

Уравнения Янга-Бакстера.

Семестр: 6 (Весенний)

10. Стандартная Модель.

Стандартная Модель.

Кварки и лептоны

11. Теория Янга-Миллса.

Теория Янга-Миллса.

Уравнения дуальности и инстантоны

12. Интегрируемые модели классической и квантовой теории.

Интегрируемые модели классической и квантовой теории.

Уравнение Кортевега-де Фриза

Интегралы движения.

Пара Лакса.

Анзац Бете

13. Функциональный интеграл.

Функциональный интеграл.

Корреляционные функции

Теорема Нетер.

Интегралы движения

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

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором, экраном и микрофоном.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Введение в квантовую теорию поля [Текст] : [учебник для вузов] / М. Пескин, Д. Шредер ; пер. с англ. под ред. А.А. Белавина, А. В. Беркова .— М. ; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2001 .— 784 с.
2. Математические методы классической механики [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / В. И. Арнольд .— 5-е изд., стереотип. — М. : Эдиториал УРСС, 2003 .— 416 с.

Дополнительная литература

1. Современная геометрия. Методы и приложения [Текст] : учеб. пособие для вузов / Б. А. Дубровин, С. П. Новиков, А. Т. Фоменко .— 2-е изд., перераб. — М. : Наука, 1986 .— 759 с.

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

<https://strings.itp.ac.ru>

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

На лекционных и практических (семинарских) занятиях могут использоваться мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций, а также технологии дистанционной аудиовидеоконференцсвязи.

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

Методические указания приводятся в разрабатываемых аудиторных и домашних раздаточных материалах (листочках).

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Математика
профиль подготовки:	Фундаментальная математика Высшая школа современной математики Высшая школа современной математики
курс:	<u>2</u>
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 4 (весенний) - Дифференцированный зачет
- 5 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 6 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: А.Н. Соболевский, д-р физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области 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
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценивать качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-3 Способен проверять корректность математического доказательства, строить логически последовательные цепочки рассуждений	ПК-3.1 Способен к формальной записи рассуждения в терминах логики предикатов
	ПК-3.2 Владеет понятием о математически строгом доказательстве, способен различать строгие и нестрогие рассуждения
	ПК-3.3 Способен выявлять использованные при доказательстве предположения и предпосылки, в том числе неявные, и контролировать их корректность

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Физика» обучающийся должен:

знать:

Основные понятия механики, молекулярной и статистической физики, электродинамики и оптики, квантовой физики и применение концепций и методов современной фундаментальной математики в этих разделах физики.

уметь:

Уметь разбирать конкретные примеры и проводить необходимые вычисления в указанных разделах физики.

владеть:

Свободно владеть прогрессивным математическим инструментарием, необходимым для самостоятельного изучения актуальных научных работ по теоретической физике.

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

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по материалу предыдущего занятия.

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

1. Основы классической механики. Лагранжево описание. Системы со связями
2. Гамильтоново описание. Симплектические многообразия
3. Интегрируемость. Примеры
4. Теорема Нетер в классической механике
5. Пфаффовы дифференциальные формы. Аксиоматическая формулировка термодинамики по Каратеодори
6. Основы классической теории поля. Поля как связности в расслоениях
7. Специальная теория относительности Эйнштейна
8. Релятивистская теория поля
9. Калибровочные поля. Уравнения Максвелла и калибровочная инвариантность
10. Уравнение Шредингера и интеграл по траекториям Фейнмана
11. Квантовый гармонический осциллятор
12. Спектр атома водорода. Связь с представлениями компактных групп
13. Решеточные модели статистической физики. Метод Пайерлса. Теория Пирогова-Синая
14. Модель Изинга. Метод трансфер-матрицы. Решение Онсагера.
15. Уравнение Янга-Бакстера.
16. Стандартная Модель. Кварки и лептоны.
17. Теория Янга-Миллса. Инстантоны.
18. Интегрируемые модели классической и квантовой теории. Уравнение Кортевега-де Фриза
19. Пара Лакса. Метод обратной задачи рассеяния.
20. Функциональный интеграл. Корреляционные функции
21. Теорема Нетер. Интегралы движения.

Критерии оценивания

- оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;
- оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;
- оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение применять их на практике при решении конкретных задач, и правильное обоснование принятых решений;
- оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (6)» выставляется студенту, если он знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «хорошо (5)» выставляется студенту, если он знает материал, и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;
- оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

- оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет фрагментарно основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;
- оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач;
- оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, который не знает формулировок основных понятий дисциплины.

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

Зачет проводится по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий, предусмотренных программой дисциплины.

Во время проведения зачета обучающимся запрещается пользоваться помощью других лиц и мобильными телефонами, разрешается пользоваться программой учебной дисциплины и справочной литературой по выбору экзаменатора.