

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

УТВЕРЖДЕНО

**и.о. директора физтех-школы
физики и исследований им.
Ландау**

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Актуальные проблемы современной физики
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Физика и педагогика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра инновационной педагогики
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: К.В. Парфенов, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры инновационной педагогики 25.05.2020

Аннотация

Курс призван выработать правильные представления о современной физике и сформировать понимание ее основных идей, способности использовать эти знания в преподавании физики.

В ходе обучения слушатели знакомятся с базовыми теориями современной теоретической физики, изучают физические основы современных технологий и знакомятся с методикой преподавания этих вопросов в рамках общеобразовательных программ и программ предпрофессиональной подготовки.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

выработка у слушателей правильных представлений о современной физике и понимания ее основных идей, способности использовать эти знания в преподавании физики.

Задачи дисциплины

Изучение базовых теорий современной теоретической физики,
изучение физических основ современных технологий,
знакомство с методикой преподавания современной теоретической физики и современных технологий в рамках общеобразовательных программ и программ предпрофессиональной подготовки.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-5 Способен осмысливать культурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском аспектах	УК-5.1 Знает основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Определяет приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.9 Знает перечень ведущих периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
ПК-9 Способен организовывать совместную и индивидуальную учебную деятельность обучающихся, осуществлять педагогическую поддержку обучающихся с выдающимися способностями	ПК-9.4 Умеет осуществлять отбор учебного и методического материала для реализации в различных формах обучения физико-математическим дисциплинам в соответствии с дидактическими целями и возрастными особенностями обучающихся

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

Основные концепции современной теоретической физики,
физические основы современных информационных технологий, технологий физического эксперимента, технических инноваций.

уметь:

Обсуждать достижения современной физики и рассказывать о них на качественном уровне, но при этом полностью корректно, уверенно ориентироваться как в разделах курса физики и других естественных наук, связанных с фундаментальными законами, так и в новостном потоке современной науки.

владеть:

Методикой представления современных научных концепций и их практического применения в рамках общеобразовательных программ, руководства исследовательской и проектной деятельности в сфере современных технологий.

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	Классическая физическая картина мира и геометрия.	2			1
2	Специальная теория относительности. Геометрические аспекты СТО и релятивистская физика.	2			1
3	Общая теория относительности.	2			1
4	Физика микромира и квантование. Процедура измерения и квантовая информация.	2			1
5	Квантовая теория и релятивизм.	2			1
6	Фундаментальная структура материи.	2			1
7	Стандартная модель и объединение взаимодействий.	2			1
8	В поисках Теории Всего.	2			1
9	Микромир и Вселенная.	2			1
10	Квантовые законы и микроэлектроника.	2			1
11	Квантовые коллективные эффекты и свойства материалов.	2			1
12	Метаматериалы, квантовые точки и нанотехнологии.	2			1
13	Фотоника и квантовые оптические технологии.	2			1
14	Кубиты и квантовый компьютер.	2			1
15	Физика: перспективы развития.	2			1
Итого часов		30			15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

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

Семестр: 8 (Весенний)

1. Классическая физическая картина мира и геометрия.

Ньютоновская механика, максвелловская электродинамика, статистическая термодинамика: идеи, структура и основные выводы. Евклидова геометрия как основа механики. Неевклидовы геометрии: метрический подход Римана. Измерения в пространстве и времени. Кривизна, кручение и связанные с ними характеристики.

2. Специальная теория относительности. Геометрические аспекты СТО и релятивистская физика.

Преобразования Лоренца и геометрия Минковского. Основные релятивистские эффекты и элементы релятивистской механики. Причинно-следственные связи в СТО.

3. Общая теория относительности.

Принцип эквивалентности, физические и геометрические аспекты и структура ОТО. Основные общерелятивистские эффекты. Споры вокруг общей относительности. Проблема энергии в ОТО. Гравитационный коллапс и "черные дыры".

4. Физика микромира и квантование. Процедура измерения и квантовая информация.

Квантование. Вероятностная интерпретация волновой функции и структура причинно-следственных связей в микромире. Математический аппарат квантовых теорий. Наблюдаемые и операторы: описание измерений. Влияние наблюдателя. Квантовая суперпозиция и когерентность: чистые и смешанные состояния. Квантовая запутанность.

5. Квантовая теория и релятивизм.

Проблемы объединения. Теория Дирака. Корпускулярная интерпретация и вакуумные состояния. Вакуум как вид материи. Квантовая электродинамика: структура, проблемы и успехи. Концепция перенормировок.

6. Фундаментальная структура материи.

Мир элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Калибровочные симметрии и перенормируемость.

7. Стандартная модель и объединение взаимодействий.

Спонтанное нарушение симметрии. Стандартная модель. Модели Великого Объединения.

8. В поисках Теории Всего.

Суперсимметрия. Вакуумы с нетривиальной топологией. Дополнительные размерности. Струны, браны и контуры М-теории.

9. Микромир и Вселенная.

Классическая космология: Большой Взрыв и модели Фридмана. Квантовая космология: инфляция и разнообразие миров. Другие модели.

10. Квантовые законы и микроэлектроника.

Электронная структура проводников и полупроводников. Туннельный эффект и его применения. Кремниевая электроника: базовые технологии и их развитие.

11. Квантовые коллективные эффекты и свойства материалов.

Квантовые статистики. Куперовское спаривание и сверхпроводимость. Технологические применения сверхпроводимости.

12. Метаматериалы, квантовые точки и нанотехнологии.

Построение новых материалов для науки и технологий. Физика наночастиц. Молекулярный дизайн. Технологии квантовых точек. "Одноатомные" устройства.

13. Фотоника и квантовые оптические технологии.

Квантовые оптические генераторы. Управление светом и "малофотонные" процессы. Оптические устройства для нанотехнологий и электроники. Оптические схемы для квантовой криптографии.

14. Кубиты и квантовый компьютер.

Кубиты: идея и физические реализации. Ионные и электронные ловушки. Спинтроника. Квантовый компьютер и квантовые алгоритмы.

15. Физика: перспективы развития.

Обзор направлений развития физической картины мира и экспериментальной физики, обсуждение ближайших перспектив.

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

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором, экраном и микрофоном. Для проведения занятий в формате видеоконференции – ноутбук или персональный компьютер, оснащенный микрофоном и видеокамерой, имеющий выход в сеть Интернет с достаточной для участия в видеоконференции пропускной способностью.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. А.Эйнштейн «Геометрия и опыт»/Л.: 1923.
2. Ю.С.Владимиров «Пространство-время. Явные и скрытые размерности»/М.: Наука, 1989.
3. Грассман Г., Грассман Р. «Логика и философия математики»/М.: Наука, 2008.
4. Ю.С. Владимирова «Геометрофизика»/М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.
5. Д. Голдберг, Д. Бломквист «Вселенная. Руководство по эксплуатации»/М., Изд-во АСТ, 2010.
6. Д. Боумейстер, А. Экерт, А. Цайлингер «Физика квантовой информации»/М.: Постмаркет, 2002
7. Салех Б., Тейх М. «Оптика и фотоника. Принципы и применения.»/М.: Интеллект, 2012
8. В.В. Шмидт «Введение в физику сверхпроводников. 2-е издание»/ М.: МЦНМО, 2000
9. В.К. Воронов, А.В. Подоплелов, Р.З. Сагдеев «Физика на переломе тысячелетий», кн.3,4/М.: УРСС, 2018

Дополнительная литература

1. Д.И.Блохинцев «Пространство и время в микромире»/М.: Наука, 1982.
2. Шинтан Яу, С. Надис «Теория струн и скрытые измерения Вселенной», /СПб.: Питер, 2012.
3. Б. Грин «Элегантная Вселенная»/М.: Книжный дом Либроком, 2011 (5-е изд.)
4. М. Нильсен, И. Чанг. «Квантовые вычисления и квантовая связь»/М.: Мир, 2006
5. Д.А. Кронберг, Ю.И. Ожигов, А.Ю. Чернявский «Квантовая криптография»/М.: Макс Пресс, 2011

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

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

На занятиях могут использоваться мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентации.

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

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Прикладные математика и физика
профиль подготовки: Физика и педагогика
Физтех-школа физики и исследований им. Ландау
кафедра инновационной педагогики
курс: 4
квалификация: бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 8 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: К.В. Парфенов, канд. физ.-мат. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-5 Способен осмысливать культурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском аспектах	УК-5.1 Знает основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Определяет приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.9 Знает перечень ведущих периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
ПК-9 Способен организовывать совместную и индивидуальную учебную деятельность обучающихся, осуществлять педагогическую поддержку обучающихся с выдающимися способностями	ПК-9.4 Умеет осуществлять отбор учебного и методического материала для реализации в различных формах обучения физико-математическим дисциплинам в соответствии с дидактическими целями и возрастными особенностями обучающихся

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Актуальные проблемы современной физики» обучающийся должен:

знать:

Основные концепции современной теоретической физики, физические основы современных информационных технологий, технологий физического эксперимента, технических инноваций.

уметь:

Обсуждать достижения современной физики и рассказывать о них на качественном уровне, но при этом полностью корректно, уверенно ориентироваться как в разделах курса физики и других естественных наук, связанных с фундаментальными законами, так и в новостном потоке современной науки.

владеть:

Методикой представления современных научных концепций и их практического применения в рамках общеобразовательных программ, руководства исследовательской и проектной деятельности в сфере современных технологий.

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

Не предусмотрено.

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

Перечень контрольных вопросов:

1. Методы описания взаимодействия в теоретической физике: обзор концепций.

2. Геометрическая интерпретация специальной теории относительности.
3. Риманова дифференциальная геометрия: основные понятия и использование в физике.
4. Содержание и методы общей теории относительности.
5. Проблема энергии в ОТО. Гравитационный коллапс.
6. Алгоритмы квантования.
7. Вероятность в квантовой теории. Квантовая суперпозиция.
8. Процедура измерения в квантовой теории: математическое описание, интерпретация.
9. Чистые и смешанные состояния. Квантовая запутанность. Парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена.
10. Проблемы объединения релятивистских и квантовых теорий, подходы к их решению.
11. Корпускулярная интерпретация в квантовых теориях поля. Роль вакуума в физических процессах.
12. Роль симметрий в квантовых теориях поля.
13. Стандартная Модель в физике элементарных частиц.
14. Теории Великого объединения, Суперобъединение, нелокальность и дополнительные измерения.
15. Идеология и методология построения М-теории.
16. Классические космологические модели, их успехи и недостатки.
17. Темная материя в космологических моделях.
18. Вакуум и вакуумоподобные формы материи в космологических моделях.
19. Стохастическая инфляция. Физика ранней Вселенной.
20. Структура и свойства материалов. Проводники и полупроводники.
21. Туннельный эффект: физика, описание и технологическое использование.
22. Сверхпроводимость: модели и применение. Магнитная левитация.
23. Одноатомные электронные устройства и квантовые точки.
24. Метаматериалы: создание и применение.
25. Кубиты и системы запутанных кубит: реализация и возможности использования.
26. Квантовые компьютеры и квантовые алгоритмы.
27. Квантовая криптография: классические и квантовые каналы, теорема о запрете копирования состояния, квантовая телепортация информации.
28. Квантовые оптические генераторы: принципы и технологическое применение.
29. Лазерный пинцет: принципы лазерного удержания, применение.
30. Фотоника. Фотонные информационные технологии. Ультракороткие импульсы.

Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - 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 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - 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 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

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

Дифференцированный зачёт проводится в устной форме по билетам. В каждом билете представлено два теоретических вопроса и одна задача. При проведении зачёта и экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.