

03.04.01 Прикладные математика и физика

Очная форма обучения, 2017 года набора

Аннотации рабочих программ дисциплин

История, философия и методология естествознания

Цель дисциплины:

приобщить студентов к историческому опыту мировой философской мысли, дать ясное представление об основных этапах, направлениях и проблемах истории и философии науки, способствовать формированию навыков работы с предельными вопросами, связанными с границами и основаниями различных наук и научной рациональности, овладению принципами рационального философского подхода к процессам и тенденциям развития современной науки.

Задачи дисциплины:

- систематизированное изучение философских и методологических проблем естествознания с учетом историко-философского контекста и современного состояния науки;
- приобретение студентами теоретических представлений о многообразии форм человеческого опыта и знания, природе мышления, соотношении истины и заблуждения;
- понимание роль науки в развитии цивилизации, соотношение науки и техники и связанные с ними современные социальные и этические проблемы, умение различать исторические типы научной рациональности, знать структуру, формы и методы научного познания в их историческом генезисе, современные философские модели научного знания;
- знакомство с основными научными школами, направлениями, концепциями, с ролью новейших информационных технологий в мире современной культуры и в области гуманитарных и естественных наук;
- понимание смысла соотношения биологического и социального в человеке, отношения человека к природе, дискуссий о характере изменений, происходящих с человеком и человечеством на рубеже третьего тысячелетия;
- знание и понимание диалектики формирования личности, ее свободы и ответственности, своеобразие интеллектуального, нравственного и эстетического опыта разных исторических эпох.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- структуру естественных и социо-гуманитарных наук, специфику их методологического аппарата;
- соотношение принципов и гипотез в построении научных систем и теорий;
- основы современной научной картины мира, базовые принципы научного познания и ключевые направления междисциплинарных исследований;
- концепции развития науки и разные подходы к проблеме когнитивного статуса научного знания;
- проблему материи и движения;
- понятия энергии и энтропии;
- проблемы пространства–времени;
- современные проблемы физики, химии, математики, биологии, экологии;
- великие научные открытия XX и XXI веков;
- ключевые события истории развития науки с древнейших времён до наших дней;
- взаимосвязь мировоззрения и науки;
- проблему формирования мировоззрения;
- систему интердисциплинарных отношений в науке, проблему редукционизма в науке;
- теоретические модели фундаментальных процессов и явлений в физике и ее приложениях к естественным наукам;
- о Вселенной в целом как физическом объекте и ее эволюции;
- о соотношении порядка и беспорядка в природе, о проблемах нелинейных процессов и самоорганизующихся систем;
- динамические и статистические закономерности в природе;
- о роли вероятностных описаний в научной картине мира;
- принципы симметрии и законы сохранения;
- новейшие открытия естествознания для создания технических устройств;
- особенности биологической формы организации материи, принципы воспроизводства и развития живых систем;
- о биосфере и направлении ее эволюции.

Уметь:

- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения,

умозаключения, гипотезы, доказательства, законы;

- применять методологию естествознания при организации конкретных исследований;
- дать панораму наиболее универсальных методов и законов современного естествознания.

Владеть:

- научной методологией как исходным принципом познания объективного мира;
- принципами выбора адекватной методологии исследования конкретных научных проблем;
- системным анализом;
- знанием научной картины мира;
- понятийным и методологическим аппаратом междисциплинарных подходов в науке.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Возникновение и развитие науки на Западе и на Востоке
- Методология научного и философского познания
- Современная философия о проблемах естественнонаучного знания
- Современная философия о проблемах естественнонаучного знания
- Современная философия о проблемах социального и гуманитарного знания
- Наука, религия, философия
- Проблема кризиса культуры в научном и философском дискурсе
- Наука и философия о природе сознания

Основная литература:

1. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] Т. 3. От Возрождения до Канта / С. А. Мальцева, Д. Антисери, Дж. Реале .— СПб. : Пневма, 2004, 2010 .— 880 с.
2. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] / Д. Антисери, Дж. Реале ; пер. с итал. под ред. С. А. Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2003. — Т. 1-2: Античность и Средневековье. - 2003. - 688 с.
3. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] : [в 4 т.] Т. 4 / Д. Антисери, Дж. Реале; пер. с итал. под ред. С. А. Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2003, 2008 .— 880 с.
4. Западная философия от истоков до наших дней [Текст]: [в 4 т.] / Д. Антисери, Дж. Реале; пер. с итал. С. А. Мальцевой .— СПб. : Пневма, 2004 .— Т. 3: От Возрождения до Канта. - 2004. - 880 с.
5. Философия [Текст] : Хрестоматия / сост. П. С. Гуревич .— М. : Гардарики, 2002 .— 543 с.
6. Философия науки [Текст] : учебник для магистратуры / под ред. А. И. Липкина ; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Юрайт, 2015 .— 512 с

Представления групп и алгебр Ли

Цель дисциплины:

- формирование базовых знаний по теории групп, алгебр Ли и их представлений для дальнейшего использования в теоретической и математической физике;
- формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по теории групп, алгебр Ли и их представлений;
- формирование общематематической культуры: умение логически мыслить, давать определения основных объектов и проводить доказательства основных утверждений;
- формирование умений и навыков использования теоретико-групповых методов в задачах квантовой механики и теории поля.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- определение основных алгебраических структур: группы, ассоциативные алгебры и алгебры Ли, линейные представления;
- основные геометрические понятия, необходимые для теории групп Ли и ее приложений (поверхности, многообразия, основы топологии, касательные вектора и пространства);
- действия групп, однородные пространства, нормальные подгруппы;
- классические группы Ли; Группы Лоренца и Пуанкаре;
- общую структуру представлений унитарных и ортогональных групп.

Уметь:

- доказывать основные факты теории конечно-мерных представлений $SL(2, \mathbb{C})$ и $SL(3, \mathbb{C})$ ($SU(2)$ и $SU(3)$);
- уметь раскладывать заданное представление $SL(2, \mathbb{C})$ в прямую сумму неприводимых;
- явно строить представления ортогональных групп в произвольной размерности. В том числе

спинорные.

Владеть:

- тензорными произведениями линейных пространств и представлений;
- методами комплексификации, овеществления и перехода к компактной вещественной форме;
- модулями Верма и весовыми разложениями представлений;
- методом индуцированных представлений, понятием малой группы для анализа унитарных представлений группы Пуанкаре, возникающих в квантовой теории.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Абстрактные группы, линейные представления, тензорная алгебра.
- Группы Ли и дифференцируемые многообразия. Компактные группы.
- Касательные алгебры Ли и их представления. Представления старшего веса.
- Спиноры и алгебры Клиффорда. Индуцированные представления алгебр и групп Ли. Унитарные представления группы Пуанкаре.

Основная литература:

1. Винберг Э.Б., Начала алгебры, Москва 2002.
2. Желобенко Д.П., Компактные группы Ли их представления, МЦНМО, 2007.
3. W. Fulton and J. Harris, Representation Theory. A First Course, Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, New-York, 1991.
4. С. Вайнберг, Квантовая теория поля. Т. 1. Общая теория.

Семинар по экспериментам в физике высоких энергий

Цель дисциплины:

Курс предназначен для студентов 5 курса МФТИ и имеет своей целью формирование знаний по экспериментальной физике на Большом адронном коллайдере и других ускорителях.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний по постановке экспериментов на Большом адронном коллайдере (БАК);
- формирование знаний по основным результатам, полученным в экспериментах на БАК.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

постановку экспериментов на БАК и других ускорителях и методику анализа данных в этих экспериментах.

Уметь:

интерпретировать экспериментальные результаты.

Владеть:

методикой анализа данных, получаемых на ускорителях элементарных частиц.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Доклады и выступление на семинаре по физике высоких энергий
- Доклады и выступление на семинаре по физике высоких энергий.

Основная литература:

1. Evidence for the direct decay of the 125 GeV Higgs boson to fermions, Serguei Chatrchyan et al, Nature Phys. 10 (2014)
2. Measurement of the properties of a Higgs boson in the four-lepton final state, Serguei Chatrchyan et al, Phys.Rev. D89 (2014) 092007

Сильные взаимодействия

Цель дисциплины:

Цель курса – ознакомить студентов с неабелевыми калибровочными теориями и их реализациями в физике фундаментальных взаимодействий. В первой части курса на примере квантовой электродинамики разбираются схемы перенормировок. В последующих разделах рассмотрено квантование неабелевых калибровочных теорий. Подробно рассмотрены пертурбативные эффекты квантовой хромодинамики.

Задачи дисциплины:

– формирование у обучающихся базовых знаний неабелевых калибровочных теорий.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

– определение основных алгебраических структур: группы, ассоциативные алгебры и алгебры Ли, линейные представления.

Уметь:

- явно строить представления ортогональных групп в произвольной размерности. В том числе спинорные.

Владеть:

- тензорными произведениями линейных пространств и представлений;

- методами комплексификации, овеществления и перехода к компактной вещественной форме.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Лагранжев формализм для классических полей.
- Квантование свободных полей.
- Перестановочные соотношения.
- Спинорные поля.
- Матрица рассеяния.
- Диаграммы и правила Фейнмана.
- Расходимости в квантовой теории поля.
- Устранение расходимостей.
- Перенормировки.
- Перенормировки в КЭД.
- Перенормировки КХД
- Модель кваркония.
- Примеры вычислений физических процессов
- Глубоко-неупругое рассеяние.
- Массы кварков. КХД при низких энергиях.
- Физика топ-кварков в рамках Стандартной модели.

Основная литература:

1. Винберг Э.Б., Начала алгебры, Москва 2002.
2. Желобенко Д.П., Компактные группы Ли их представления, МЦНМО, 2007.
3. W. Fulton and J. Harris, Representation Theory. A First Course, Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, New-York, 1991.
4. С. Вайнберг, Квантовая теория поля. Т. 1. Общая теория.

Системы сбора данных в физике высоких энергий

Цель дисциплины:

Данный курс знакомит студента с основными детекторами, лежащими в основе физических установок в области физики ядра и элементарных частиц. Он создает необходимую базу для дальнейшего изучения и анализа экспериментальных установок. В ходе лабораторных, входящих в настоящий курс, студенты получают навыки экспериментальной работы, необходимые для проведения исследований по НИР.

Задачи дисциплины:

Основная задача этого курса – дать представление о системах сбора данных экспериментов в области физики элементарных частиц. Курс предназначен для студентов, специализирующихся в экспериментальной физике высоких энергий.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- эффекты, возникающие при прохождении частиц через вещество;
- основные типы детекторов элементарных частиц, их устройство и принцип работы;
- основные компоненты систем сбора и накопления информации.

Уметь:

- оценивать потери энергии частицы при прохождении детектора и его отклик;
- работать с основными типами детекторов;
- работать с системами сбора и накопления информации;
- создавать простейший микрокод для ПЛИС и микроконтроллеров.

Владеть:

- опытом работы с основными детекторами и системами считывания;
- опытом обработки событий.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Введение в системы сбора данных. Введение в системы сбора данных.

- Магистрально-модульные системы. Магистрально-модульные системы. Введение в триггер.
- Триггерная электроника. Программное обеспечение ССД. Системы управления ССД. Контроль и мониторинг принимаемых данных. Визуализация данных.

Основная литература:

1. Д. Перкинс. Введение в физику высоких энергий. 1991 г.
2. Группен К. Детекторы элементарных частиц: Справочное издание. 1999 г.
3. Шмидт Х. Измерительная электроника в ядерной физике. 1989 г.

Слабые взаимодействия. Стандартная модель

Цель дисциплины:

Первая часть курса знакомит слушателей с теорией электрослабых взаимодействий – естественной частью подготовки любого специалиста в области современной физики частиц. Вторая часть курса посвящена более традиционной проблематике – распадам лептонов и адронов.

Задачи дисциплины:

- формирование у обучающихся базовых знаний по электрослабым взаимодействиям;
- формирование навыков для решения задач.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

теорию Вайнберга-Салама.

Уметь:

вычислять времена жизни частиц.

Владеть:

математическим аппаратом квантовой теории поля.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Взаимодействия и массы нейтрино.
- Осцилляции нейтрино.
- Универсальное слабое взаимодействие.
- Распад мюона.
- Бозонный сектор Стандартной Модели.
- Фермионы в Стандартной Модели.

Основная литература:

1. Окунь Л.Б. Лептоны и кварки. – М.: Наука, 1990
2. Высоцкий М.И. Лекции по теории электрослабых взаимодействий, Физматлит, М., 2011
3. Пескин М., Шредер Д. Введение в квантовую теорию поля. – Пер. с англ.. – М.: R&C Dynamics, 2001.

Современные проблемы естествознания и устойчивого развития.

Теоретическая физика

Цель дисциплины:

дать студентам, поступившим в магистратуру и не имеющим необходимой подготовки по курсам базовой и вариативной части Б.3 кода УЦ ООП блока «Теоретическая физика» знания, необходимые для описания различных физических явлений методами теоретической физики, методы построения соответствующих математических моделей, показать соответствие системы постулатов, положенных в основу теории классической теории поля, квантовой механики и статистической физики, существующим экспериментальным данным, что позволяет считать теорию достоверной в области её применимости. Дать навыки, позволяющие понять как адекватность теоретической модели соответствующему физическому явлению, так и её пределы применимости.

Задачи дисциплины:

- изучение математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;

- изучение методов решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики;
- изучение методов описания систем заряженных частиц и создаваемых ими электромагнитных полей, в том числе систем взаимодействующих с внешним электромагнитным полем;
- овладение студентами методами релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики для описания свойств различных конкретных физических систем.
- изучение математического аппарата нерелятивистской квантовой механики;
- изучение методов решения задач нерелятивистской квантовой механики;
- изучение методов решения задач, описывающих микроскопические (квантовые) системы;
- овладение студентами методами нерелятивистской квантовой механики одночастичных систем.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- постулаты и принципы специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики, методы описания релятивистских частиц и систем заряженных частиц, а также электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами и взаимодействующего с ними;
- основные уравнения и свойства электромагнитного поля;
- основные методы математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической электродинамики: трехмерную тензорную алгебру, векторный анализ и аппарат четырехмерных векторов и тензоров;
- основные методы решения задач релятивистской кинематики и динамики и классической микроскопической электродинамики, включая движение заряженных частиц в электромагнитном поле и создание поля системами заряженных частиц;
- методы и способы описания излучения электромагнитных волн системами заряженных частиц;
- методы описания рассеяния электромагнитных волн заряженными частицами.
- постулаты и принципы квантовой механики, методы описания квантовых систем, связь состояний и операторов с наблюдаемыми и измеряемыми величинами;
- основные свойства точно решаемых моделей квантовых систем;

- основные приближенные методы решения задач квантовой механики: квазиклассическое приближение; стационарную и нестационарную теорию возмущений.

Уметь:

- пользоваться аппаратом трехмерного векторного анализа;
- пользоваться аппаратом трехмерной тензорной алгебры;
- пользоваться аппаратом четырехмерных векторов и тензоров;
- решать кинематические задачи с участием релятивистских частиц;
- решать задачи о движении релятивистских заряженных частиц в заданном внешнем электромагнитном поле различной конфигурации;
- применять метод мультипольных моментов для решения задач электростатики и магнитостатики;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн системами нерелятивистски движущихся заряженных частиц, используя мультипольные моменты;
- решать задачи про излучение электромагнитных волн релятивистски движущимися заряженными частицами.
- определять энергетические спектры и волновые функции в одномерных случаях;
- определять средние значения (физические величины) квантовых систем, если известны их волновые функции;
- определять состояния и классифицировать энергетические спектры частицы в симметричных потенциалах, в частности, обладающих аксиальной и центральной симметрией;
- решать простые модельные задачи и применять квазиклассическое приближение для оценки уровней энергии и вероятностей проникновения в одномерных потенциалах;
- применять стационарную теорию возмущений для нахождения поправок к уровням энергии и волновым функциям;
- применять нестационарную теорию возмущений для нахождения вероятностей переходов между состояниями;

Владеть:

- основными методами математического аппарата специальной теории относительности, релятивистской механики и классической микроскопической электродинамики;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных как со свойствами систем заряженных частиц, взаимодействующих с электромагнитным полем, так и со свойствами самого электромагнитного поля, создаваемого заряженными частицами

- основными методами решения задач о нахождении состояний и энергетических спектров различных квантовых систем;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами микроскопических и наносистем, обладающих как дискретным, так и непрерывным спектрами.

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Принцип относительности и преобразования Лоренца. Четырехмерное псевдоевклидово пространство Минковского и математический аппарат теории относительности
- Движение свободной релятивистской частицы и релятивистская кинематика
- Классическая система зарядов в электромагнитном поле
- Уравнения Максвелла как обобщение опытных фактов
- Энергия системы зарядов в электромагнитном поле.
- Свободное электромагнитное поле. Излучение
- Математический аппарат квантовой механики, теория представлений
- Уравнение Шредингера и его свойства. Временная эволюция физической системы. Симметрии в квантовой механике и законы сохранения
- Момент импульса
- Задача двух тел. Движение в поле центрально-симметричного потенциала
- Квазиклассическое приближение
- Стационарная теория возмущений. Метод функции Грина. Теория рассеяния. Борновское приближение.
- Нестационарная теория возмущений. Представление взаимодействия

Основная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 2. Теория поля.— М.: Наука, 1988.
2. Белоусов Ю.М. Методы теоретической физики. Часть 1. – М.: МФТИ, 2010.
3. Белоусов Ю.М. Курс квантовой механики. Нерелятивистская теория. – М.: МФТИ, 2006.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. – М.: Наука, 2002.
5. Белоусов Ю.М., Бурмистров С.Н., Тернов А.И. Задачи по теоретической физике. – Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2012.
6. Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике. – М.: Наука, 1981.

Физика за пределами Стандартной Модели

Цель дисциплины:

- освоение студентами знаний в области релятивистские поля.

Задачи дисциплины:

- формирование базовых знаний в области группы релятивистского поля.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- ☑ определения метрика Минковского и ее изометрии;
- ☑ классы сопряженностей группы перестановок;
- ☑ особенности дифференцируемых групп.

Уметь:

- ☑ эффективно применять вышеуказанные знания на практике для решения фундаментальных и прикладных научных задач в области современной теоретической физики элементарных частиц.

Владеть:

- ☑ методами построения конечномерных представлений алгебры;
- ☑ техникой работы со спинорными обозначениями

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Ограничения на новую физику из прецизионных измерений и редких процессов
- Модели BSM
- Аксион
- Большой взрыв

Основная литература:

1. М.Пескин, Д.Шредер, Введение в квантовую теорию поля, , перевод Ижевск «Регулярная и хаотическая динамика», 2001
2. Т.-П.Ченг, Л.-Ф.Ли. Калибровочные теории в физике элементарных частиц, Мир,1987

3. В.М.Емельянов, Стандартная модель и ее расширения, Физматлит, 2007
4. Вилчек Ф., Космическая асимметрия между материей и антиматерией, пер. с англ., "УФН", 1982, т. 136, с. 149
5. Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., Сажин М.В. Космология ранней Вселенной. М.: Изд-во МГУ, 1988

Физика легких кварков и киральная динамика

Цель дисциплины:

Дать представление о современных проблемах физики частиц и методах исследования этих проблем, выходящих за рамки стандартной квантовополевой теории возмущений по перенормированной константе связи. Курс построен так, чтобы создать надежный базис для самостоятельного углубленного изучения этих проблем.

Курс рассчитан на студентов, специализирующихся в физике высоких энергий. Для усвоения курса студенты должны быть знакомы с основами квантовой теории поля, элементами теории групп и теории обобщенных функций. Многие математические вопросы, связанные с излагаемой тематикой, обсуждаются в самом курсе.

Задачи дисциплины:

– формирование у обучающихся базовых знаний по непертурбативные проблемы физики частиц.

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

– определение основных алгебраических структур: группы, ассоциативные алгебры и алгебры Ли, линейные представления.

Уметь:

- явно строить представления ортогональных групп в произвольной размерности. В том числе спинорные.

Владеть:

- тензорными произведениями линейных пространств и представлений

К содержанию дисциплины относятся основные разделы курса:

- Глобальные симметрии квантовой хромодинамики и легкие кварки.
- Функциональный формализм квантовой теории поля.
- Динамика спонтанного нарушения киральной симметрии.
- Аксиальные аномалии.
- Солитоны.
- Монополи.

Основная литература:

1. Введение в теорию квантовых полей [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Н. Н. Боголюбов, Д. В. Ширков .— 4-е изд., испр. — М. : Наука, 1984 .— 600 с.
2. 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.
3. Классические калибровочные поля : Бозонные теории [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / В. А. Рубаков .— 3-е изд. — М. : Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2010 .— 296 с.
4. С. Вейнберг. Квантовая теория поля, т. 1, 2, М.: Физматлит, 2003
5. К. Ициксон, Ж.-Б. Зюбер. Квантовая теория поля, т. 1, 2, М.: Мир, 1984