

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования****«Московский физико-технический институт (государственный университет)»
МФТИ****Кафедра «Фундаментальных и прикладных проблем физики микромира»****«УТВЕРЖДАЮ»****Проректор по учебной работе****_____ О.А. Горшков****_____ 2013 г.****РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА****по дисциплине: Квантовая теория поля ч.II****по направлению: 010900 «Прикладные математика и физика»****бакалаврская программа: 010912 – «Теоретические проблемы физики
элементарных частиц»****факультет: ФОПФ****кафедра: Фундаментальных и прикладных проблем физики микромира****курс: 4 (бакалавратура)****семестр: весенний****Экзамен: 8 семестр****Трудоёмкость в зач. ед.: вариативная - 4 зач.ед.****в т.ч.:****лекции: вариативная часть - 32 часа****семинарские занятия: вариативная часть - 32 часа****лабораторные занятия: нет****самостоятельная работа: вариативная часть - 48 часов, 1 зач.ед.****ВСЕГО АУДИТОРНЫХ ЧАСОВ: 112****Программу составил д.ф.-м.н., профессор Казаков Д.И.****Программа обсуждена на заседании кафедры «Фундаментальных и прикладных
проблем физики микромира»****« ____ » _____ 2013 г.****Заведующий кафедрой****д.ф.-м.н., профессор Казаков Д.И.**

ОБЪЁМ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ И ВИДЫ ОТЧЁТНОСТИ

Вариативная часть, в т.ч. :	<u> 4 </u> зач. ед.
Лекции	<u> 32 </u> часа
Семинарские занятия	<u> 32 </u> часа
Лабораторные работы	<u> – </u> часов
Индивидуальные занятия с преподавателем	<u> – </u> часов
Самостоятельные занятия	<u> 48 </u> часов
ВСЕГО	112 часов (4 зач. ед.)
Итоговая аттестация	Экзамен 8 семестр

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Цель курса - освоение студентами фундаментальных знаний в области современной физики элементарных частиц и изучение основ квантовой теории поля.

Задачами данного курса являются:

- формирование базовых знаний в области теоретической физики элементарных частиц;
- обучение студентов современным методам теоретического описания различных процессов физики элементарных частиц и навыкам решения сопутствующих задач;
- формирование подходов к выполнению студентами исследований в области теоретической физики в рамках работ на степень бакалавра.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина «**Квантовая теория поля ч.II**» включает в себя разделы, которые могут быть отнесены к вариативной части профессионального цикла ООП Б.3.

Дисциплина «**Квантовая теория поля ч.II**» базируется на материалах курсов, читаемых в рамках базовой и вариативной частей УЦ ООП Б.2 и Б.3 (Математический анализ, Дифференциальные уравнения, Теория функций комплексного переменного, Уравнения математической физики, Физика элементарных частиц, Теория калибровочных полей, Квантовая теория поля ч.1), и относится к профессиональному циклу.

КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «**Квантовая теория поля ч.II**» направлено на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций магистра:

а) общекультурные (ОК):

- компетенция самообразования и самоорганизации (ОК-1);
- компетенция профессиональной мобильности (ОК-2);

- компетенция получения знаний и использования новой информации (ОК-3);
- компетенция системного аналитического мышления (ОК-4);
- компетенция креативности (ОК-5).

б) профессиональные (ПК):

- компетенция профессионального использования информации (ПК-1);
- компетенция профессиональной аналитической деятельности (ПК-2);
- компетенция креативности в научно-исследовательской и инновационной деятельности (ПК-3);
- компетенция профессионального владения информационно-коммуникационными технологиями (ПК-4);
- компетенция презентации своей деятельности (ПК-6);
- компетенция самостоятельных исследований (ПК-10);
- компетенция обобщения и презентации результатов исследований (ПК-15).

3. КОНКРЕТНЫЕ ЗНАНИЯ, УМЕНИЯ И НАВЫКИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины «Квантовая теория поля ч.II» обучающийся должен:

1. Знать:

- лагранжиан скалярной теории;
- лагранжиан квантовой электродинамики;
- лагранжиан квантовой хромодинамики;
- правила Фейнмана для скалярной теории;
- правила Фейнмана для квантовой электродинамики;
- правила Фейнмана для квантовой хромодинамики;
- общую структуру R-операции;
- уравнение ренормгруппы;
- определение инвариантного заряда теории;
- определение масштабного параметра теории;
- аномалии в квантовой теории поля;
- формфактор Судакова;
- теорему Киношита-Ли-Науэнберга.

2. Уметь:

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

3. Владеть:

- основными методами вычисления петлевых интегралов;
- основными методами регуляризации расходящихся петлевых интегралов;
- основными схемами вычитания расходимостей;
- методом ренормгруппы.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Структура преподавания дисциплины

Перечень разделов дисциплины и распределение времени по темам

№ темы и название	Количество часов
1. Радиационные поправки. Общий анализ расходящихся интегралов.	7
2. Регуляризация.	7
3. Примеры вычислений (часть I).	7
4. Примеры вычислений (часть II).	7
5. Общая идея ренормировки (часть I).	7
6. Общая идея ренормировки (часть II).	7
7. Ренормировка в калибровочных теориях.	7
8. Ренормировка в Стандартной Модели.	7
9. Ренормгруппа (часть I).	7
10. Ренормгруппа (часть II).	7
11. Нуль заряда и асимптотическая свобода.	7
12. Аномалии (часть I).	7
13. Аномалии (часть II).	7
14. Инфракрасные расходимости (часть I).	7
15. Инфракрасные расходимости (часть II).	7
16. Коллинеарные расходимости.	7
ВСЕГО (часов (зач.ед.))	112 часов (4 зач.ед.)

ВИД ЗАНЯТИЙ: ЛЕКЦИИ

№ п.п.	Темы	Трудоёмкость в зач. ед. (количество часов)
1	Радиационные поправки. Общий анализ расходящихся интегралов.	2
2	Регуляризация.	2
3	Примеры вычислений (часть I).	2
4	Примеры вычислений (часть II).	2
5	Общая идея ренормировки (часть I).	2
6	Общая идея ренормировки (часть II).	2
7	Ренормировка в калибровочных теориях.	2

8	Ренормировка в Стандартной Модели.	2
9	Ренормгруппа (часть I).	2
10	Ренормгруппа (часть II).	2
11	Нуль заряда и асимптотическая свобода.	2
12	Аномалии (часть I).	2
13	Аномалии (часть II).	2
14	Инфракрасные расходимости (часть I).	2
15	Инфракрасные расходимости (часть II).	2
16	Коллинеарные расходимости.	2
ВСЕГО (зач. ед. (часов))		32 часа

ВИД ЗАНЯТИЙ: СЕМИНАРЫ

№ п.п.	Темы	Трудоёмкость в зач. ед. (количество часов)
1	Радиационные поправки. Общий анализ расходящихся интегралов.	2
2	Регуляризация.	2
3	Примеры вычислений (часть I).	2
4	Примеры вычислений (часть II).	2
5	Общая идея ренормировки (часть I).	2
6	Общая идея ренормировки (часть II).	2
7	Ренормировка в калибровочных теориях.	2
8	Ренормировка в Стандартной Модели.	2
9	Ренормгруппа (часть I).	2
10	Ренормгруппа (часть II).	2
11	Нуль заряда и асимптотическая свобода.	2
12	Аномалии (часть I).	2
13	Аномалии (часть II).	2
14	Инфракрасные расходимости (часть I).	2
15	Инфракрасные расходимости (часть II).	2
16	Коллинеарные расходимости.	2
ВСЕГО (зач. ед. (часов))		32 часа

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ:

№ п.п.	Темы	Трудоёмкость в зач. ед. (количество часов)
1	Изучение теоретического курса Выполняется самостоятельно каждым студентом по итогам каждой из лекций. Результаты контролируются преподавателем на лекционных занятиях. Используются конспекты лекций, учебное пособие, а также рекомендованная учебная литература.	16
2	Решение задач по заданию преподавателя Решаются задачи, выданные преподавателем по итогам лекционных занятий. Результаты контролируются преподавателем на семинарских занятиях. Используются конспекты лекций, учебное пособие, а также рекомендованная учебная литература.	20
3	Подготовка к экзамену	12
ВСЕГО (зач. ед. (часов))		48 часов (1 зач.ед.)

Содержание дисциплины**Развёрнутые темы и вопросы по разделам**

№ п/п	Название модулей	Разделы и темы лекционных занятий	Содержание	Объем	
				Аудиторная работа (зачетные единицы / часы)	Самостоятельная работа (зачетные единицы / часы)
1		Радиационные поправки. Общий анализ расходящихся интегралов.	Радиационные поправки. Расходимость петлевых импульсных интегралов. Общий анализ ультрафиолетовых расходимостей. Анализ размерностей.	4	3
2		Регуляризация.	Евклидов интеграл и обрезание на верхнем пределе. Регуляризация Паули-Вилларса. Размерная регуляризация.	4	3
3		Примеры вычислений (часть I).	Однопетлевые импульсные интегралы в скалярной теории и квантовой электродинамике.	4	3
4		Примеры вычислений (часть II).	Однопетлевые импульсные интегралы в квантовой хромодинамике.	4	3

5		Общая идея ренормировки (часть I).	Ренормировка в скалярной теории в однопетлевом и двухпетлевом приближениях.	4	3
6		Общая идея ренормировки (часть II).	Общая структура R-операции.	4	3
7		Ренормировка в калибровочных теориях.	Ренормировка в квантовой электродинамике и квантовой хромодинамике.	4	3
8		Ренормировка в Стандартной Модели.	Ренормировка в Стандартной Модели фундаментальных взаимодействий.	4	3
9		Ренормгруппа (часть I).	Групповые уравнения и их решения методом характеристик. Эффективный заряд. Размерная регуляризация и MS-bar схема.	4	3
10		Ренормгруппа (часть II).	Масштабный параметр теории. Бегущие массы.	4	3
11		Нуль заряда и асимптотическая свобода.	Нуль заряда. Асимптотическая свобода. Экранировка и антиэкранировка заряда.	4	3
12		Аномалии (часть I).	Аксиальная аномалия и ее следствия.	4	3
13		Аномалии (часть II).	Конформная аномалия.	4	3
14		Инфракрасные расходимости (часть I).	Дважды логарифмическая асимптотика. Излучение мягких фотонов.	4	3
15		Инфракрасные расходимости (часть II).	Сокращение инфракрасных расходимостей.	4	3
16		Коллинеарные расходимости.	Коллинеарные расходимости в безмассовой теории. Кварковые распределения и функции расщепления. Получение конечных ответов.	4	3

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии:

№ п/п	Вид занятия	Форма проведения занятий	Цель
1	Лекция	Изложение теоретического материала	Получение теоретических знаний по дисциплине
2	Семинар	Решение задач	Повышение степени понимания материала, осознание связи между теорией и практикой, осознание взаимосвязи между различными дисциплинами, а также выработка навыков практического применения полученных знаний
3	Самостоятельная работа студента	Изучение теоретического курса и решение задач	Повышение степени понимания материала и выработка профессиональных навыков

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Контрольно-измерительные материалы:

Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена в 8-ом семестре:

1. Правила Фейнмана для скалярной теории.
2. Правила Фейнмана для квантовой электродинамики.
3. Правила Фейнмана для квантовой хромодинамики.
4. Причины расходимостей петлевых импульсных интегралов.
5. Индекс расходимости диаграммы. Индекс вершины.
6. Максимальный индекс вершины и перенормируемость теории.
7. Размерность константы связи и перенормируемость теории.
8. Основные методы вычисления петлевых интегралов.
9. Основные методы регуляризации расходящихся петлевых интегралов.
10. Основные схемы вычитания расходимостей.
11. Контрчлены.
12. Общая структура R-операции.
13. Ренормгрупповое уравнение в частных производных.
14. Инвариантный заряд теории.
15. Масштабный параметр теории.
16. Полусная и бегущая масса частицы.
17. Нуль заряда и асимптотическая свобода.
18. Экранировка и антиэкранировка заряда.
19. Аксиальная аномалия и ее следствия.
20. Конформная аномалия.

21. Формфактор Судакова.
22. Сокращение инфракрасных расходимостей.
23. Коллинеарные расходимости в безмассовой теории.
24. Теорема Киношиты-Ли-Науэнберга.
25. Кварковые распределения и функции расщепления.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Необходимое оборудование для лекций и практических занятий:

компьютер и мультимедийное оборудование (проектор)

Необходимое программное обеспечение:

Adobe Acrobat Reader

Обеспечение самостоятельной работы:

доступ к библиотеке и базам данных по профильным журналам по физике элементарных частиц.

8. НАИМЕНОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ учебным планом не предусмотрено

9. ТЕМАТИКА И ФОРМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ РАБОТЫ учебным планом не предусмотрено

10. ТЕМАТИКА ИТОГОВЫХ РАБОТ учебным планом не предусмотрено

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Д.И.Казаков, Радиационные поправки, расходимости, регуляризация, ренормировка, ренормгруппа и все такое в примерах в квантовой теории поля, Москва, ИТЭФ, 2008.
2. Н.Н.Боголюбов и Д.В.Ширков, Введение в теорию квантованных полей, 4-е изд. - Москва, Наука, 1984.
3. М.Пескин и Д.Шредер, Введение в квантовую теорию поля, Ижевск, 2001.
4. С.Вайнберг, Квантовая теория поля, Москва, Физматлит, 2003.
5. Н.Н.Боголюбов и Д.В.Ширков, Квантовые поля, 3-е изд. - Москва, Физматлит, 2005.
6. Т.-П.Ченг и Л.-Ф.Ли, Калибровочные теории в физике элементарных частиц, Москва, Мир, 1987.
7. А.И.Ахиезер и В.Б.Берестецкий, Квантовая электродинамика, 4-е изд. - Москва, Наука, 1981.
8. М.Б.Волошин и К.А.Тер-Мартirosян, Теория калибровочных взаимодействий элементарных частиц, Москва, Энергоатомиздат, 1984.
9. Дж.Д.Бьеркен и С.Д.Дрел, Релятивистская квантовая теория, Москва, Наука, 1978.
10. К.Ициксон и Ж.-Б.Зюбер, Квантовая теория поля, Москва, Мир, 1984.
11. П.Рамон, Теория поля. Современный вводный курс, Москва, Мир, 1984.

12. А.А.Славнов и Л.Д.Фаддеев, Введение в квантовую теорию калибровочных полей, 2-е изд. - Москва, Наука, 1988.
13. D.Bardin and G.Passarino, The Standard Model in the Making, Oxford UK: Clarendon, 1999.
14. A.Grozin, Lectures on QED and QCD, Singapore, World Scientific, 2007.

Электронные ресурсы, включая доступ к базам данных:

Информационные ресурсы: Доступные через интернет профильные журналы по физике элементарных частиц, а также учебное пособие, разработанное для данного курса.

Программу составил
д.ф.-м.н., профессор Казаков Д.И.

«_____»_____2013 г.