

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан физико-математического
факультета



Е.Г. Пьяных, к.п.н, доцент

«26» мая 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Квантовая теория поля

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Теоретическая физика

Форма обучения: очная

1. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Курс «Квантовая теория поля» относится к вариативной части обязательной программы учебного плана ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 Физика и относится к обязательным дисциплинам. Преподаётся курс «Квантовая теория поля» в третьем семестре. Для изучения данного курса необходимы знания по теоретической физике, которые были получены обучающимися в курсе бакалавриата, а также в первом семестре магистратуры. Материал данного курса может быть использован при выполнении магистерской диссертации и в последующей научной работе в области теоретической физики высоких энергий.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Выпускник магистратуры должен обладать следующими компетенциями:

- ОК-1: способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;
- ОПК-6: способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе.

В процессе изучения курса «Квантовая теория поля» обучающийся должен:

знать основные модели теории различных полей, каноническое квантование свободных полевых моделей, функциональные методы квантовой теории поля, включая функциональный интеграл в калибровочной теории поля и технику эффективного действия, а также знать структуру фейнмановских диаграмм в различных полевых моделях;

уметь вычислять однопетлевые контрчлены, выводить уравнения ренормализационной группы, находить однопетлевой эффективный потенциал;

обладать навыками применения общих методов к решению конкретных задач.

3. Содержание учебной дисциплины (модуля)

1. Каноническое квантование свободных полей

Принципы канонического квантования, координатное и импульсное представления, шредингера и гейзенбергова картины динамики. Процедура канонического квантования в теории поля. Каноническое квантование вещественного и комплексного скалярных полей, операторы рождения и уничтожения, фоковский базис, операторы энергии-импульса и момента импульса. Квантование электромагнитного поля, лагранжиан Ферми, операторы рождения и уничтожения, векторы поляризации, физические и нефизические состояния, структура физического состояния. Квантование спинорного поля, динамические инварианты, ортогональность и полнота решения уравнения Дирака, оператор заряда, операторы рождения и уничтожения, частицы и античастицы, фоковский базис.

2. Матрица рассеяния и функции Грина

Матрица рассеяния, определение S-матрицы, представление взаимодействия, T-произведение, формула Дайсона, n-точечные функции Грина, функции Грина в представлении взаимодействия. Пропагатор скалярного поля. Представление матричного элемента оператора эволюции функциональным интегралом. Оператор эволюции в представлении Баргмана-Фока. Матрица рассеяния. Функции Грина. Производящий функционал функций Грина. Производящий функционал матрицы рассеяния. Функциональные интегралы и их свойства. Представление производящего функционала функций Грина функциональным интегралом.

3. Ковариантная теория возмущений

Ряд теории возмущений для функций Грина и фейнмановские диаграммы. Фейнмановские диаграммы в импульсном представлении. Связанные функции Грина. Вершинные функции Грина и эффективное действие. Петлевое разложение. Эффективный потенциал Коулмана-Вайнберга.

4. Теория возмущений в квантовой электродинамике

Понятие об алгебре и анализе с антикоммутирующими числами. Производящий функционал функций Грина свободного спинорного поля. Производящий функционал функций Грина свободного электромагнитного поля. Диаграммная техника в квантовой электродинамике.

5. Квантовая теория калибровочных полей

Понятие о калибровочных теориях общего вида. Калибровочная инвариантность и физические величины. Функциональный интеграл для калибровочных теорий. Души Фаддева-Попова. Эффективное действие для калибровочных теорий. BRST-симметрия. Фейнмановские диаграммы в теории поля Янга-Миллса. Тождества Славнова-Тейлора в калибровочных теориях. Фейнмановские диаграммы в квантовой гравитации.

6. Перенормировка и ренормализационная группа

Расходимости и способы регуляризации фейнмановских диаграмм. Вычитательная процедура и контрчлены. Индекс расходимости диаграммы. Перенормируемые и неперенормируемые теории. Условия нормировки. Перенормировка теории поля Янга-Миллса. Проблема расходимостей в квантовой гравитации. Уравнения ренормализационной группы. Асимптотическая свобода.

4. Трудоемкость дисциплины (модуля) по видам учебных занятий, самостоятельной работы обучающихся и формам контроля

4.1. Очная форма обучения Объем в зачетных единицах 3

4.1.1. Виды учебных занятий, самостоятельная работа обучающихся, формы контроля (в академических часах)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам (в академических часах)
		3 семестр
Лекции	14	14
Лабораторные работы		
Практические занятия/ Семинары	14	14
Самостоятельная работа	53	53
Курсовая работа		
Другие виды занятий		
Формы текущего контроля		собеседование
Формы промежуточной аттестации	27	экзамен
Итого часов	108	

4.1.2. Содержание учебной дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Всего часов	Аудиторные занятия (в часах)			Самостоятельная работа (в часах)
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Лабораторные работы	

1.	Каноническое квантование свободных полей	14	2	3		9
2.	Матрица рассеяния и функции Грина	14	3	3		8
3.	Ковариантная теория возмущений	14	2	2		10
4.	Теория возмущений в квантовой электродинамике	12	2	2		8
5.	Квантовая теория калибровочных полей	15	3	2		10
6.	Перенормировка и ренормализационная группа	12	2	2		8
	Итого	81	14	14		53

5. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

5.1. Основная учебная литература

1. И. Л. Бухбиндер Релятивистская симметрия: учебное пособие/И. Л. Бухбиндер ; МОиН РФ, ФГБОУ ВПО ТГПУ.-Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2012.-104 с.
2. И.Л. Бухбиндер Модели теории поля: учебное пособие/И. Л. Бухбиндер ; МОиН РФ, ФГБОУ ВПО ТГПУ.-Томск:Издательство Томского государственного педагогического университета, 2012.-78с.

5.2. Дополнительная литература

1. Н.Н. Боголюбов, Д.В. Ширков. Квантовые поля, М., Наука, 1980.
2. Л. Райдер. Квантовая теория поля, М., Мир, 1987.
3. М.Е. Пескин, Д.В. Шрёдер. Введение в квантовую теорию поля, РХД, 2001.
4. П. Рамон. Теория поля, М., Мир, 1984.
5. К. Ициксон, Ж.-Б. Зюбер. Квантовая теория поля, в 2-х томах, М., Мир, 1984.
6. Н.Н. Боголюбов, Д.В. Ширков. Введение в теорию квантованных полей, М., Наука, 1984.
7. А.А. Славнов, Л.Д. Фаддеев. Введение в квантовую теорию калибровочных полей. М., Наука, 1988.
8. В.А. Рубаков, Классические калибровочные поля. УРСС, 1999.
9. А.А. Соколов, И.М. Тернов, В.Ч. Жуковский, А.В. Тернов, Калибровочные поля. Изд-во МГУ, 1986.
10. С. Швебер. Введение в релятивистскую квантовую теорию поля. М., Изд-во Инстр. лит-ра, 1963.
11. А.Н. Васильев, Функциональные методы в квантовой теории поля и статистике, Изд-во ЛГУ, 1976.
12. Б.де Витт. Динамическая теория групп и полей. М., Наука, 1987.
13. А.И. Ахиезер, В.Б. Берестецкий. Квантовая электродинамика. М., Наука, 1981.
14. Дж.Д. Бьеркен, С.Д. Дрелл. Релятивистская квантовая теория, в 2-х томах, М., Наука, 1978.
15. В.Б. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский. Квантовая электродинамика. М., Наука, 1989.
16. С. Вайнберг, Квантовая теория поля, в 2-х томах, М., УРСС, 2001.
17. I.L. Buchbinder, S.D. Odintsov, I.L. Shapiro, Effective Action in Quantum Gravity, IOP Publishing, 1992.

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

<http://lib.mexmat.ru/books/3552> <http://lib.mexmat.ru/books/6841>

<http://lib.mexmat.ru/books/6791> <http://lib.mexmat.ru/books/6845>

<http://lib.mexmat.ru/books/6146> <http://lib.mexmat.ru/books/6147>

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

Программы, позволяющие смотреть видеоматериалы по тематике дисциплины.

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

Лекционная аудитория, мультимедийный проектор.

№п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1	Теория возмущений в квантовой электродинамике		мультимедийный проектор

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

Обучающимся предлагается использовать рекомендованную литературу для более прочного усвоения учебного материала, изложенного на лекциях. По каждой теме дается большой цикл задач для самостоятельного решения с последующим отчетом, оценки за которые учитываются при выставлении оценок на экзаменах.

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Представлен в виде отдельного документа (приложение к рабочей программе учебной дисциплины (модуля)).

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки: 03.04.02 Физика

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена профессором кафедры теоретической физики, доктором физ.-мат. наук В.А. Крыхтиным.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры теоретической физики

Протокол № 5 от « 25 » мая 2016г.

Заведующий кафедрой теоретической физики



И.Л. Бухбиндер
профессор, д.ф.-м.н.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена учебно-методической комиссией физико-математического факультета ТГПУ

Протокол № 9 от « 26 » мая 2016г.

Председатель учебно-методической комиссии
физико-математического факультета



З.А. Скрипко
профессор, д.п.н.