

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ТГПУ)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.4 «Классическая теория поля»

ТРУДОЕМКОСТЬ (В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ) 3.

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки: Теоретическая физика

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

1. Цели изучения учебной дисциплины.

Курс «Классическая теория поля» ставит своей целью знакомство студентов с методами построения различных моделей теории поля и вопросами спонтанного нарушения симметрии. Задачей курса является формирование навыка анализа свойств полевых моделей и исследования явления спонтанного нарушения симметрии.

2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программе.

Курс «Классическая теория поля» входит в Блок-1 ---дисциплины, вариативная часть, «дисциплины по выбору студента» программы магистратуры. Преподается предмет во втором семестре. Программа подготовлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО. Изучение предмета опирается на знания по теоретической физике. Материал дисциплины используется в курсах «Квантовая теория поля», «Космология», «Квантовая теория излучения».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП.

Выпускник магистратуры должен обладать следующими компетенциями.

Общекультурными (ОК): ОК-1, ОК-2, ОК-3.

Обще-профессиональными (ОПК): ОПК-5, ОПК-6.

Профессиональными (ПК): ПК-1.

В процессе изучения курса «Классическая теория поля» студент должен:

знать неприводимые представления группы Лоренца и группы Пуанкаре, релятивистские волновые уравнения, принципы построения калибровочных моделей теории поля и физический смысл спонтанного нарушения глобальной и калибровочной симметрий и механизма Хиггса.

уметь записывать действия различных моделей теории поля, доказывать калибровочную инвариантность(в случае калибровочных моделей) и выводить уравнения движения и анализировать нарушения симметрии.

обладать навыками вывода уравнений движения и тензора энергии-импульса для конкретных моделей теории поля и применения общих методов релятивистской теории поля к решению конкретных задач.

4. Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетных единиц и виды учебной работы.

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час)	Распределение по семестрам (час)
	Всего 108	2
Аудиторные занятия	30	30
Лекции	10	10
Практические занятия	20	20
Семинары		
Лабораторные работы		
Другие виды аудиторных работ	16	16
Другие виды работ		
Самостоятельная работа	51	51
Курсовой проект (работа)		
Реферат		
Расчетно-графические работы		
Формы текущего контроля		

Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом	27	экзамен
--	----	---------

5. Содержание программы учебной дисциплины.

5.1. Содержание учебной дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной работы (час) (в соответствии с учебным планом)				
		Аудиторные часы				
		Всего	Занятия в интерактиве	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
	2 семестр					
1	Релятивистская симметрия. Лагранжев формализм в теории поля.	11	5	4	7	17
2	Модели теории калибровочных полей	10	5	3	7	17
3	Спонтанное нарушение симметрии и механизм Хиггса	9	6	3	6	17
	Итого	Час/зач. ед 30/0,8	16	10 ч.	20 ч	51

5.2. Содержание разделов дисциплины.

- 1. Релятивистская симметрия. Лагранжев формализм в теории поля.** Группа Лоренца, группа Пуанкаре. Алгебра Ли группы Лоренца и группы Пуанкаре. Неприводимые представления группы Лоренца. Неприводимые представления группы Пуанкаре. Релятивистские волновые уравнения: уравнение Клейна-Гордона-Фока, уравнение Дирака, уравнение Максвелла, уравнение Прока. Действие, лагранжиан, уравнение движения в теории поля. Глобальные и локальные симметрии, теорема Нетер, тензор энергии-импульса.
- 2. Модели теории калибровочных полей.** Понятие модели теории поля. Модель вещественного скалярного поля. Модель комплексного скалярного поля. Модель многокомпонентного скалярного поля. Нелинейная сигма-модель. Модель спинорного поля. Теория взаимодействующих скалярного и спинорного полей, юкавская связь. Теория электромагнитного поля, калибровочная инвариантность, взаимодействие электромагнитного поля со скалярными и спинорными полями. Массивная электродинамика, штюкельберговы поля. Теория поля Янга-Миллса. Эйнштейновская гравитация, гравитация с высшими производными. Линеаризованная теория гравитация. Модели теории поля во внешнем гравитационном поле, неминимальная связь. Модель массивного свободного симметричного тензорного поля, восстановление калибровочной симметрии с помощью штюкельберговых полей. Теория свободного безмассового антисимметричного тензорного поля. Теория свободного массивного антисимметричного тензорного поля. Модель антисимметричного тензорного поля второго ранга с взаимодействием.
- 3. Спонтанное нарушение симметрии и механизм Хиггса.** Понятие о классическом вакууме.

Спонтанное нарушение дискретной симметрии. Спонтанное нарушение симметрии относительно группы $SO(2)$, спонтанное нарушение глобальной непрерывной симметрии. Свойства теории со спонтанным нарушением непрерывной глобальной симметрии, теорема Голдстона. Спонтанное нарушение калибровочной симметрии и механизм Хиггса. Спонтанное нарушение симметрии в электрослабой теории.

5.3. Лабораторный практикум - не предусмотрен учебным планом.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине.

6.1. Основная литература по дисциплине:

1. Н.Н. Боголюбов, Д.В. Ширков. Квантовые поля, М., Физматлит, 2011. (ЭБС «КнигаФонд»)
2. Бухбиндер, И.Л. Релятивистская симметрия. Учебное пособие/И.Л. Бухбиндер. – Томск: ТГПУ, 2012, 96 с.
3. Бухбиндер, И.Л. Модели теории поля. Учебное пособие/И.Л. Бухбиндер. – Томск: ТГПУ, 2012, 72 с.

6.2. Дополнительная литература:

1. Рубаков, В. А.. Классические калибровочные поля. Бозонные теории /В. А. Рубаков.- Изд. 2-е, испр. и доп.-М.:КомКнига, 2005.-204 .
2. Рубаков, В. А. Классические калибровочные поля. Теории с фермионами. Некоммутативные теории /В. А. Рубакова.-Изд. 2-е, испр. и доп.-М.:КомКнига, 2005.-236 с.
3. «Успехи физических наук». (Периодическое издание)

6.3. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины.

1. <http://lib.mexmat.ru/books/6044>
2. <http://lib.mexmat.ru/books/6045>
3. <http://www.desy.de/~jlouis/Vorlesungen/QFTIII1/QFTIIIscript.pdf>
4. <http://www.knigafund.ru/> --электронная библиотечная система КнигаФонд

6.4. Рекомендации по использованию информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

№ п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины (модуля)	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1	Спонтанное нарушение симметрии и механизм Хиггса	презентация	мультимедийное оборудование

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

7.1. Методические рекомендации для студентов.

Студентам предлагается использовать рекомендованную литературу для более прочного усвоения учебного материала, изложенного в лекциях, а также для изучения материала, запланированного для самостоятельной работы. В течении семестра слушателям будут даны

задачи для самостоятельного решения, которые необходимо сдать для получения зачета и допуска к экзамену. Типичные задачи разбираются на практических занятиях.

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

8.1. Тематика рефератов (докладов, эссе):

не предусмотрено учебным планом.

8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:

1. Коммутационные соотношения для генераторов группы Пуанкаре.
2. Неприводимые представления группы Лоренца на спин-тензорах.
3. Массивные и безмассовые представления группы Лоренца.
4. Доказательство теоремы Нетер.
5. Уравнения движения в сигма-модели.
6. Тензор энергии-импульса сигма-модели.
7. Уравнения движения в теории поля Янга-Миллса
8. Тензор энергии-импульса поля Янга-Миллса.
9. Свойства калибровочных преобразований в теории поля Янга-Миллса.
10. Вывод уравнений движения в эйнштейновской гравитации из принципа действия.
11. Бесконечно малая форма калибровочных преобразований в гравитации.
12. Лианеризованное приближение в эйнштейновской гравитации.
13. Модель свободного массивного симметричного тензорного поля второго ранга.
14. Тензор энергии-импульса теории скалярного поля неминимально связанного с гравитацией.
15. Лагранжиан стандартной модели электрослабых взаимодействий

8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:

1. Доказательство теоремы Нетер.
2. Уравнения движения в сигма-модели.
3. Уравнения движения в теории поля Янга-Миллса
4. Вывод уравнений движения в эйнштейновской гравитации из принципа действия.
5. Модель свободного массивного симметричного тензорного поля второго ранга.
6. Лагранжиан стандартной модели электрослабых взаимодействий

8.4. Примеры тестов: не предусмотрено учебным планом.

8.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен):

1. Группа Лоренца.
2. Группа Пуанкаре.
3. Генераторы и операторы Казимира группы Лоренца.
4. Генераторы группы и операторы Казимира группы Пуанкаре.
5. Действие, лагранжиан, уравнения движения.
6. Уравнение Клейна-Гордона-Фока.
7. Уравнение Дирака.
8. Уравнения Максвелла.
9. Уравнения Прока.
10. Лагранжиан теории вещественного скалярного поля
11. Лагранжиан теории комплексного скалярного поля
12. Лагранжиан сигма-модели
13. Лагранжиан свободного спинорного поля
14. Лагранжиан теории скалярного и спинорного полей с юкавским взаимодействием

15. Лагранжиан спинорной электродинамики
16. Лагранжиан скалярной электродинамики
17. Лагранжиан теории поля Янга-Миллса
18. Действие эйнштейновской гравитации
19. Модель массивной электродинамики
20. Лагранжиан теории безмассового антисимметричного тензорного поля второго ранга
21. Лагранжиан теории массивного антисимметричного тензорного поля второго ранга
22. Производящий функционал функций Грина.
23. Понятие о классическом вакууме.
24. Понятие спонтанного нарушения симметрии.
25. Спонтанное нарушение дискретной симметрии.
26. Спонтанное нарушение симметрии относительно группы $SO(2)$.
27. Спектр масс частиц.
28. Спонтанное нарушение глобальной непрерывной симметрии.
29. Свойства теории со спонтанным нарушением непрерывной глобальной симметрии
30. Теорема Голдстоуна.
31. Голдстоуновские бозоны.
32. Спонтанное нарушение калибровочной симметрии
33. Механизм Хиггса.
34. Спектр масс в теориях со спонтанным нарушением калибровочной симметрии.
35. Спонтанное нарушение симметрии в электрослабой теории.
36. Проблема детектирования хиггсовского бозона


8.6. Темы для написания курсовой работы: не предусмотрено учебным планом.

8.7. Формы контроля самостоятельной работы:

Проверка индивидуальных заданий, контрольный опрос (на коллоквиумах устный или письменный), выполнение контрольных работ.


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

Рабочую программу учебной дисциплины составил:
доктор физ.- мат. наук, профессор

 И.И. Бухбиндер.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики, протокол № 9 от "15" октября 2015 г.

Заведующий кафедрой теоретической физики

 И.И. Бухбиндер

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена УМК физико-математического факультета ТГПУ, протокол № 3 от "16" октября 2015 г.

Председатель УМК физико-математического факультета

 З. А. Скрипко