

**Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования Московской области  
«Международный университет природы, общества и человека «Дубна»  
(университет «Дубна»)  
Факультет естественных и инженерных наук  
Кафедра теоретической физики**

**УТВЕРЖДАЮ**

проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ С.В. Моржухина

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2011 г.

**ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Стандартная модель»**

Магистерская программа 010700.68

«Теоретическая и математическая физика»

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: *магистр*

Курс 6, семестр В

г. Дубна, 2011 г.

## 1. Требования ГОС ВПО

Дисциплина «Стандартная модель» входит в цикл специальных дисциплин магистерской подготовки (СДМ.Ф). Знания, умения и навыки определяются ООП ВУЗа

## 2. Аннотация

Программа дисциплины «Стандартная модель» составлена в соответствии с ГОС ВПО магистерской программы 010700.68 «Теоретическая и математическая физика».

В курсе «Стандартная модель» изучается теория, объединяющая электромагнитные и слабые взаимодействия.

### Место курса в профессиональной подготовке бакалавров

При чтении данного курса предполагается, что студенты уже изучили курсы теории групп, теории поля, классической электродинамики, квантовой механики. Дисциплина «Стандартная модель» продолжает и дополняет курсы квантовой теории поля, физики фундаментальных взаимодействий. Полученные знания необходимы в будущей исследовательской работе.

**Формы работы студентов** в ходе изучения дисциплины предусмотрены лекции, семинарские занятия, выполнение домашних работ. Отдельные темы теоретического курса прорабатываются студентами самостоятельно.

**Самостоятельная работа** студентов: подготовка к семинарским занятиям, выполнение домашних работ.

**Виды текущего контроля** – проверка домашних заданий, опросы. Текущий контроль проводится, чтобы установить степень усвоения студентами лекционного материала, а также проверить их навыки решения задач физики элементарных частиц.

### Форма промежуточного контроля

экзамен

## 3. Цели и задачи дисциплины

Целью курса «Стандартная модель» является углубленное изучение избранных вопросов единой теории электромагнитных и слабых взаимодействий, оставшихся за рамками курсов «Физика фундаментальных взаимодействий» и «Квантовая теория поля». Задача курса – подготовить студента к выполнению расчетов современной физики высоких энергий.

## 4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины (знания, умения, навыки)

Изучив материал курса «Стандартная модель», студент должен:

**Знать** современный экспериментальный статус теории электрослабых взаимодействий, структуру стандартной модели, входящие в нее поля, механизм Хиггса, **уметь** вычислять фейнмановские интегралы в альфа-представлении, амплитуды электрослабых процессов рассеяния, **владеть** методами устранения расходимостей и методами вычисления радиационных поправок.

## 5. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид занятий	Всего часов		
		В	С
<b>Общая трудоемкость</b>	90	90	
<b>Аудиторные занятия:</b>	44	<b>44</b>	
Лекции (Л)	22	22	
Практические занятия (ПЗ)	22	22	
<b>Самостоятельная работа:</b>	46	46	
<b>Вид итогового контроля</b>	экзамен	экзамен	

## 6. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п	Раздел дисциплины	Л	ПЗ	СР
1	Слабые взаимодействия	8	6	16
2	Объединение электромагнитных и слабых взаимодействий	8	8	15
3	Экспериментальный статус теории.	6	8	15

### Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1. Слабые взаимодействия

1. Слабые взаимодействия.  $V - A$ - форма, нарушение четности. Экспериментальные проявления нарушения четности.
2. Аналогия электромагнитных и слабых взаимодействий. Оценка массы переносчика слабого взаимодействия, если  $g_{weak}=e$ .
3. Угол смешивания Каббиво. Необходимость введения поколений (механизм ГИМ).
4. Матрица смешивания Кабаяши-Маскава для трех поколений. Возможность комплексных элементов, нарушение CP-четности.
5. Нейтральные слабые токи. Их вид и характер взаимодействия.
6. Неренормируемость теории с массивными бозонами. Неабелева калибровочная симметрия. Самодействие бозонов.

#### Раздел 3. Объединение электромагнитных и слабых взаимодействий

1. Объединение электромагнитных и слабых взаимодействий на основе группы  $SU(2)_L \times U(1)_Y$ . Угол Вайнберга. Массы  $W$  – и  $Z$  – бозонов. Лагранжиан стандартной модели электрослабых взаимодействий и его свойства.
2. Спонтанное нарушение симметрии. Появление массы. Голдстоуновские бозоны. Спонтанное нарушение калибровочной симметрии, механизм Хиггса.

3. Модель Салама-Вайнберга, выбор полей Хиггса, массы  $W$ - и  $Z$ - бозонов, их взаимодействие с полем Хиггса. Свойства скаляра Хиггса и программа его изучения на ЛНС
4. Массы фермионов и взаимодействие фермионов с полем Хиггса. Понятие о перенормируемости теории. Лептон-кварковая аналогия. Киральные аномалии

### Раздел 3. Статус теории

1. Экспериментальный статус теории. Различные типы экспериментов для проверки Стандартной модели.
2. Основные методы прецизионной проверки стандартной модели и поиска новых физических явлений во взаимодействиях частиц. Радиационные поправки.
3. Методы вычисления радиационных поправок в слабом секторе стандартной модели
4. Возможные расширения минимальной стандартной модели.

№	Раздел курса	Тема практического занятия
1	1	Слабые взаимодействия, теория Ферми. Упражнения и задачи.
2	1	Матрица Смешивания Каббиво-Кабаяши-Маскава. Упражнения и задачи..
3	1	Нейтральные слабые токи. Глубоко неупругое рассеяние нейтрино и антинейтрино на нуклоне. Упражнения и задачи..
4	1	Лагранжиан стандартной модели электрослабых взаимодействий и его свойства.
5	2	Неабелева калибровочная симметрия.
6	2	Упражнения на спонтанное нарушение симметрии.
7	2	Механизм Хиггса
8	2	Взаимодействие бозонов с хиггсом.
9	3	Методы устранения расходимостей
10	3	Методы вычисления радиационных поправок в слабом секторе стандартной модели
11	3	Зачетная неделя

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Вайнберг С.** Квантовая теория поля: Пер.с англ. Т.2 : Современные приложения / Вайнберг Стивен; Под ред. В.Ч.Жуковского. - М.: Физматлит, 2003.
2. Н.Н. Боголюбов и Д.В. Ширков, Квантовые поля, М: Наука, 1993, 2005.
3. Пескин М, Шредер.Д Введение в квантовую теорию поля.- Ижевск-Москва:РХД, 2002.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. **Окунь Л.Б.** Физика элементарных частиц / Окунь Лев Борисович. - 3-е изд.,стер. - М.: Едиториал УРСС, 2005. - 216с. - Прил.:с.141.-Предм.указ.:с.210. - ISBN 5-354-01085-3.
5. **Красников Н.В., Матвеев В.А.** Новая физика на Большом адронном коллайдере / Н.В. Красников, В.А. Матвеев.. - КРАСАНД, 2011. - ISBN 978-5-396-00313-2
6. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Теоретическая физика: т. IV. Квантовая Электродинамика; М: ФИЗМАТЛИТ, 2001.

