

Курс для студентов 2 года магистратуры (направление: мат.физика)

## Основы квантовой теории поля

П.А. Сапонов

Данный курс является введением в квантовую теорию поля — глубокую и сложную область современной математической и теоретической физики. Квантовые поля являются инструментом исследования самых фундаментальных законов природы и, как следствие, находят применение в решении очень широкого круга задач — от взаимодействия микро-частиц до астрофизики и космологии.

Одно из основных отличий квантовой теории поля от квантовой механики состоит в изменении группы пространственно-временной симметрии: вместо преобразований Галилея уравнения теории инвариантны относительно преобразований группы Пуанкаре (так называемая релятивистская инвариантность). Поэтому курс начинается с краткого обзора групп Пуанкаре и Лоренца, соответствующих алгебр Ли и их теории представлений. Далее рассматривается каноническое (операторное) квантование основных типов свободных полей (скалярного, векторного и спинорного), дается интерпретация состояний поля в терминах частиц, изучаются функции Грина полевых уравнений и т.д.

После этого вводится формализм функционального интеграла, который позволяет проводить квантование абелевых и неабелевых калибровочных полей — переносчиков всех основных взаимодействий между полями материи.

Далее мы рассмотрим взаимодействующие поля и познакомимся с основными на сегодняшний день инструментами практических вычислений — теорией возмущений, Фейнмановскими диаграммами, расходимостями и перенормировками. Предполагается рассмотреть и некоторые непертурбативные методы.

В завершение курса будут рассмотрены некоторые модели математической физики: солитоны и инстантоны, монополи Дирака и т'Хофта-Полякова, суперсимметричные теории — в зависимости от количества оставшегося времени.

### **Необходимые и желательные предварительные знания у слушателей курса:**

1. Основы квантовой механики (обязательно);
2. Основы лагранжевой и гамильтоновой механики и классической теории поля (очень желательно)
3. Основы теории обобщенных функций, ряды и интегралы Фурье (очень желательно).