

# КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ

## QUANTUM FIELD THEORY

Авторы: Севостьянов Николай Андреевич (Северный (Арктический) Федеральный университет им. М.В. Ломоносова)

Аннотация: Квантовая теория поля — это концепция описания элементарных микрочастиц, а также их свойств и поведения в пространстве, взаимосвязей и взаимопревращений. Данное учение позволяет определить процесс внедрения квантовых систем в рамки, называемых в науке степеней свободы, предполагающих определенное количество независимых координат, которые крайне важны для обозначения общего движения механической концепции.

Ключевые слова: Физика, квантовая механика, стандартная модель, процесс рассеяния, суперсимметрия.

Annotation: Quantum field theory is the concept of describing elementary microparticles, as well as their properties and behavior in space, interconnections and interconversions. This doctrine allows us to determine the process of introducing quantum systems into a framework called degrees of freedom in science, involving a certain number of independent coordinates, which are extremely important to indicate the general movement of a mechanical concept.

Keywords: Physics, quantum mechanics, standard model, scattering process, supersymmetry.

В отличие от многих других физических теорий, нет канонического определения того, что такое квантовая теория поля. Вместо этого можно сформулировать ряд совершенно разных объяснений, каждый из которых имеет свои достоинства и ограничения. Возможно, лучшее и наиболее полное понимание квантовой теории поля можно получить, остановившись на его отношении к другим физическим теориям, прежде всего в отношении квантовой механики, а также в отношении классической электродинамики, специальной теории относительности, физики твердого тела или, в более общем смысле, статистической физики. Однако связь между квантовой теорией поля и этими теориями также сложна и не может быть аккуратно описана шаг за шагом.

Если кто-то думает о квантовой механике как о современной теории одной частицы, то можно думать о квантовой теории поля как о расширении квантовой механики для анализа систем с множеством частиц, следовательно, с большим числом степеней свободы. Однако общий порог пересекается, когда речь идет о полях, таких как электромагнитное поле, которые не просто сложны, но невозможны в рамках квантовой механики. Таким образом, переход от квантовой механики к квантовой теории поля позволяет обрабатывать как частицы, так и поля в единой теоретической структуре. Однако очевидно, что это существенно для теории, описывающих процессы рассеяния, когда частицы одного вида разрушаются, а другие создаются.

Теперь общие принципы, на которых основана квантовая теория поля. Фактически, основываясь на эти принципы, можно построить множество различных

непротиворечивых теорий. Среди этих различных возможных теорий есть класс теорий, называемых «калибровочной теорией» или «теорией Янга-Миллса», которые оказываются особенно интересными и важными. Они характеризуются структурой симметрий, называемой группой Ли, и отношением различных частиц материи к конкретным образцам симметрии. Существует бесконечный набор возможностей для выбора группы симметрии, и для каждой группы существует много возможных вариантов представлений групп для частиц вещества.

Из всех бесконечных совокупностей теорий одна была экспериментально выделена. Она называется "стандартной моделью". Частицы вещества состоят из трех семейств кварков и лептонов. Существуют также частицы добавочной материи, называемые частицами Хиггса, которые необходимы для учета того факта, что часть симметрии нарушена.

К счастью, для различных явлений законно пренебрегать постулатами специальной теорией относительности, а именно, когда соответствующие скорости малы по отношению к скорости света и, когда кинетическая энергия частиц мала по сравнению с их массовыми энергиями. Это причина того, что в нерелятивистской квантовой механике, хотя оно и не может быть правильной теорией, в конце концов, имеет свои эмпирические успехи. Но это никогда не может быть подходящей основой для электромагнитных явлений, потому что электродинамика, которая в значительной степени охватывает описание поведения света, уже релятивистски инвариантная, следовательно, несовместима с квантовой механикой. Поскольку вовлеченные частицы часто ускоряются почти до скорости света, релятивистскими эффектами больше нельзя пренебрегать. По этой причине эксперименты Гейгера-Марсдена могут быть правильно поняты только с помощью квантовой теории поля.

В конечном счете, характеристика квантовой теории поля, с одной стороны, как квантово-физическое описание систем с бесконечным числом степеней свободы, а с другой стороны, как единственный способ примирения квантовой механики со специальной теорией относительности.

#### Список источников

- Боголюбов Н.Н., Логунов А.А., Оксак А.И., Тодоров И.Т. Общие принципы квантовой теории поля / Под. Общ. Ред. А.Д. Суханова. – 2-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2006. – 744с.
- Хренников А.Ю. Введение в квантовую теорию информации. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2008. – 284 с.
- Квантовая теория / Б. Клегг; [пер. с англ. О.И. Перфильева]. – М.: РИПОЛ классик, 2014. – 160с.: ил