

причины деления частиц со спином $1/2$ на лептоны и кварки. Неясно происхождение их внутренних квантовых чисел. С какими степенями свободы связаны внутренние квантовые числа? С обычным четырёхмерным пространством временем связаны только такие характеристики элементарных частиц, как спин и внутренняя чётность. Какой механизм определяет массы истинно элементарных частиц? Чем обусловлено наличие у элементарных частиц различных классов взаимодействий с различными свойствами симметрии? Эти и другие вопросы предстоит решить будущей теории элементарных частиц.

Описание взаимодействия элементарных частиц связано с калибровочными теориями поля. Эти теории имеют развитый математический аппарат, который позволяет производить расчёт процессов с элементарными частицами (по крайней мере принципиально) на том же уровне строгости, как и квантовая электродинамика. Но в настоящем своём виде калибровочные теории поля обладают одним серьёзным недостатком, общим с квантовой электродинамикой, - в них в процессе вычислений получаются не имеющие физического смысла бесконечно большие значения для некоторых физических величин. С помощью специального приёма перераспределения наблюдаемых величин (массы, заряда) – перенормировки, удаётся устранить бесконечность из окончательных результатов вычислений. В наиболее хорошо изученной электродинамике это пока не сказывается на согласии предсказаний теории с экспериментом. Однако процедура перенормировки - чисто формальный обход трудности, существующей в аппарате теории, которая на каком-то уровне точности должна сказаться на степени согласия расчетов с измерениям.

Появление бесконечностей в вычислениях связано с тем, что в лагранжианах взаимодействия поля разных частиц отнесены к точке, т.е. предполагается, что частицы точечные, а четырёхмерное пространство-время остаётся плоским до самых малых расстояний. Указанные предположения могут оказаться неверными по следующим причинам:

а/ истинно элементарные частицы, очевидно, должны быть материальными объектами конечной протяженности;

б/ свойства пространства-времени в малом (в масштабах определяемых т.н. фундаментальной длиной) скорее всего радикально отличны от его макроскопических свойств;