

приближении, так и в нелинейной форме разрабатывались С. Гупта [7], Д. Уилером [8] и рядом других исследователей. К сожалению, предлагавшиеся до сих пор варианты, основанные на формальной аналогии с квантовой электродинамикой, с физической точки зрения оказались бесплодными. Поскольку поле гравитации имеет особую природу и является, по-видимому, чисто геометрическим, трудно согласиться с тем, что его можно квантовать по тем же правилам, как и обычные материальные поля. Следует также иметь в виду, что при составлении условий квантования гравитационного поля приходится пользоваться псевдотензором энергии-импульса, физический смысл которого пока неясен. Большие сомнения вызывает вывод квантовой теории о существовании гравитона — гравитационной частицы, обладающей энергией, импульсом и спином, а особенно — заключение о возможности превращения материальных частиц в гравитоны и обратно.

Необходимость и процедура квантования материальных полей были результатом тщательного анализа множества твердо установленных фактов, необъяснимых с точки зрения классической физики. В отличие от этого, квантование полей гравитации до сих пор не имеет эмпирической основы и выполняется только по формальной аналогии с материальными полями. Трудно предположить, что этот путь окажется плодотворным и приведет к существенным успехам в теории гравитации.

3. Единые теории поля. Со времени завершения ОТО Эйнштейн и другие исследователи предпринимали многочисленные попытки создания единой теории поля, задачей которой является объяснение гравитации и электромагнетизма с единой точки зрения. Математическим аппаратом одного из первых вариантов единой теории поля служила геометрия Вейля [9], представляющая собой некоторое обобщение геометрии Римана. Наряду с метрическим тензором, в геометрии Вейля играет существенную роль четырехмерный вектор, интерпретируемый как электромагнитный потенциал. Идея Вейля разрабатывал Эддингтон [10], который построил геометрию на понятии параллельного переноса. К этому направлению примыкает один из ранних вариантов единой теории поля Эйнштейна [11]. Позднее Эйнштейн предлагает теорию, основанную на отказе от симметрии метрического тензора [12]. Последний разлагается на симметричный и антисимметричный компоненты, которые отвечают гравитационному и электромагнитному полям.

Другое направление начато исследованиями Калузы [13], который стремился описать гравитацию и электромагнетизм при помощи одного метрического тензора. Математическим аппаратом теории остается геометрия Римана, но число измерений континуума принимается равным пяти: к четырем измерениям пространственно-временного многообразия добавляется пятое, которое не обладает

непосредственным физическим смыслом, но позволяет увеличить число компонент метрического тензора. К этому направлению относятся работы Клейна [14], Фока [15], Манделя [16] и других.

В 1928 г. Эйнштейн предложил еще один вариант единой теории поля. Как известно, риманова метрика позволяет сравнивать величины линейных элементов, которые построены в точках, отделенных конечными расстояниями. Однако сравнение таких элементов по направлениям невозможно; в частности, нельзя говорить об их параллелизме. В геометрии Вейля линейные элементы, отделенные конечным расстоянием, нельзя сравнивать не только по направлениям, но и по величине. Эйнштейн, отходя от геометрии Римана, избирает противоположный путь: удерживая риманову метрику, он дополняет ее условием сравнимости линейных элементов также по направлениям, вводя понятие о параллелизме вдали [17]. В развитии теории поля, основанной на этой геометрии, кроме Эйнштейна [18], принимали участие Леви-Чивита [19], Майер [20] и другие.

Можно упомянуть о попытке построить теорию поля с использованием понятий кривизны и кручения пространственно-временного континуума [21], а также о теории Эйнштейна и Майера [22], в которой для совместного описания гравитации и электромагнетизма в четырехмерном континууме вводится вектор с пятью компонентами.

Не занимаясь дальнейшим перечислением вариантов единой теории поля, отметим, что в одной из последних работ [23] Эйнштейн дал новое изложение обобщенной теории тяготения при помощи несимметричного метрического тензора, содержащего симметричную и антисимметричную компоненты. Считая эту теорию удовлетворительной, Эйнштейн указывал, что только математическая сложность обобщенных уравнений поля не позволила ему применить теорию к конкретным задачам и найти следствия, пригодные для сравнения с опытом.

Ни одна из предлагавшихся до настоящего времени единых теорий не привела к результатам, представляющим непосредственный интерес с точки зрения физики или астрономии. Причиной этого является, по-видимому, то обстоятельство, что единые теории разрабатывались как чисто математические обобщения ОТО на основе той или иной формальной гипотезы и не содержали новых физических принципов или идей о связи между гравитацией и электромагнетизмом.

4. Переменная гравитация. В 1937 г. Дирак высказал гипотезу об изменении гравитации со временем [24]. Поводом для такого предположения послужило сравнение безразмерных величин, которые могут быть составлены из физических констант в комбинации с постоянной Хаббла.