

§ 2. Единая теория поля, геометродинамика, фундаментальная масса и длина

За созданием ОТО последовали попытки аналогичным образом изложить теорию электромагнетизма, попытки геометризации электромагнитного поля и создания единой теории поля, объединяющей гравитацию и электромагнетизм. Все эти попытки не удались. Гравитационное поле обладает универсальностью действия и сообщает одинаковое ускорение любым объектам. Эта универсальность делает возможным его описание изменением того пространства — времени, в котором все эти объекты движутся. Электромагнитное поле такой универсальностью не обладает, различные тела и частицы имеют разное отношение e/m и испытывают различные ускорения. Электромагнитное поле само создает гравитационные поля, пропорциональные квадратичным величинам, составленным из напряженностей электромагнитных полей. Грубо говоря, электромагнитное поле имеет энергию, и эта энергия имеет вес, как и всякая энергия.

Оказывается, что уравнения ОТО для пространства — времени, в котором есть электромагнитные поля, с необходимостью приводят к тому, что эти поля должны подчиняться уравнениям Максвелла. Этот результат можно сопоставить с тем известным фактом, что для «обычных» материальных тел (точечных масс или твердых тел) уравнения ОТО дают не только описание гравитационного поля, но и уравнения движения этих тел, т. е. включают в себя уравнения механики Ньютона. Уравнения Максвелла являются такими же уравнениями движения электромагнитных полей.

Отметим еще один важный пример вмешательства ОТО в теорию других, негравитационных, полей: из лагранжиана поля в кривом пространстве — времени путем варьирования метрики пространства — времени можно получить выражение тензора энергии — импульса рассматриваемого поля, притом сразу в явно симметричном виде ($T_{ik} = T_{ki}$).

Идея описания всех полей по создаваемым ими искривлениям пространства — времени получила название *геометродинамики*. Наиболее последовательным ее выразителем является американский ученый Уилер.

В последнее время привлекательность этой идеи поблекла, прежде всего в результате открытия и осознания разнообразия полей. В квантовой теории каждый сорт частиц описывается соответствующим полем: «световые» кванты — электромагнитное поле, π -, K -мезоны поля ядерных сил; то же относится и к двум сортам нейтрино и антинейтрино и т. д.

Ясно, что при таком разнообразии полей и частиц задание искривления пространства — времени недостаточно, чтобы описать все поля и частицы, заполняющие пространство. Образно выража-

ьясь, картина мира многоцветна, а гравитационное поле дает только черно-белую фотографию, по которой нельзя воспроизвести буйные цвета природы.

Принципиальные вопросы науки не решаются большинством голосов. Все же читатель должен знать, что подавляющее число физиков в настоящее время считают невыполнимой программу единой теории поля в смысле Эйнштейна, т. е. считают, что невозможно из одних уравнений ОТО получить все законы природы.

Однако, как заметил Уилер, происхождение свойств элементарных частиц и их разнообразие, возможно, связаны с разнообразием топологических свойств пространства — времени в малых масштабах. Если к величинам, входящим в ОТО (скорость света $c = 3 \cdot 10^{10}$ см·сек⁻¹, гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-8}$ см³·сек⁻²·г⁻¹) добавить квантовую постоянную Планка $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-27}$ см²·сек⁻¹·г, то получается набор, из которого можно построить величину размерности длины $l_g = \left(\frac{\hbar G}{c^3}\right)^{1/2} = 1,6 \cdot 10^{-33}$ см, времени $t_g = \left(\frac{\hbar G}{c^5}\right)^{1/2} = 5 \cdot 10^{-44}$ сек и массы $m_g = \hbar^{1/2} c^{1/2} G^{-1/2} = 2 \cdot 10^{-5}$ г. Эта характерная масса гигантски превышает массы элементарных частиц, например, $m_e = 0,9 \cdot 10^{-27}$ г, $m_p = 1,6 \cdot 10^{-24}$ г. Отсюда большинство физиков делает вывод, что теория элементарных частиц (и, в частности, теория массы элементарных частиц) не связана с теорией гравитации и имеет совсем другой (пока не известный) фундамент *). Заметим, что составленная из \hbar , G и c единица заряда $\varepsilon_g = (\hbar c)^{1/2}$ не зависит от G и в $\sqrt{137} = 11,6$ раз больше элементарного заряда.

§ 3. Теория тяготения в плоском пространстве — времени **)

Разочарование в единой теории поля породило новое направление в подходе к теории тяготения. Это направление можно изложить следующим образом. Бесспорно, ОТО является удовлетворительной теорией тяготения. Однако является ли ОТО единственно возможной, «неизбежной» теорией тяготения? (Наконец,

*) Марков (1966), (1969) и некоторые другие физики защищают точку зрения, согласно которой в глубокой основе теории элементарных частиц лежит все же гравитация и массы частиц в будущей теории получатся как величина $\hbar^{1/2} c^{1/2} G^{-1/2}$, умноженная на безразмерный множитель ($\sim 10^{-20}$), который будет следовать из теории. Они предполагают также, что могут существовать частицы с фундаментальной массой $m_g = \hbar^{1/2} c^{1/2} G^{-1/2}$. См. об этом также книгу К. П. Станюковича (1965).

**) Здесь и ниже, конечно, имеется в виду пространство — время Минковского; специальная теория относительности не подвергается ни сомнению, ни модификации.