

6. Эфир и теория относительности А.Эйнштейн

Äther und Relativitätstheorie (1920) A.Einstein

... ближайшее рассмотрение показывает, что специальная теория относительно не требует безусловного отрицания эфира. Можно принять существование эфира, не следует только заботиться о том, чтобы приписывать ему определенное состояние движения; иначе говоря, абстрагируясь, нужно отнять у него последний механический признак, который ему еще оставил Лоренц. Позднее мы увидим, что общая теория относительности оправдывает такое представление; мыслимость же этого представления мы выясним сейчас на одном, правда, не совсем удачном примере.

Представим себе волны на поверхности воды. В этом явлении можно различать две стороны. Прежде всего можно исследовать, как с течением времени меняется волнистая поверхность, разделяющая воду и воздух. Но можно также – например, при помощи маленьких плавающих тел – исследовать, как изменяется с течением времени положение отдельных частиц воды. Однако предположим, что мы принципиально отказываемся от применения понятия таких плавающих тел для исследования движения частиц воды; тогда мы сможем во всем явлении заметить только изменение во времени пространственного положения воды; в таком случае у нас нет никаких оснований предполагать, что вода состоит из

подвижных частиц. Но мы все же можем спокойно считать воду непрерывной средой.

Нечто подобное существует и в электромагнитном поле. Именно, поле можно представить себе состоящим из линий. Если смотреть на эти силовые линии как на нечто материальное в обычном смысле слова, то можно попытаться представить себе динамические явления как явления движения этих силовых линий, исследовать, таким образом, поведение каждой силовой линии с течением времени. Но, как известно, такой способ рассмотрения приводит к противоречиям.

Обобщая, мы можем сказать: путем расширения понятия физического объекта можно представить себе такие объекты, к которым нельзя применить понятие движения. Эти объекты нельзя считать состоящими из частиц, поведение каждой из которых поддается исследованию во времени. На языке Минковского надо сказать так: не всякое образование, заполняющее четырехмерное пространство, можно представить себе состоящим из мировых линий. Специальная теория относительности запрещает считать эфир состоящим из частиц, поведение которых во времени можно наблюдать, но гипотеза о существовании эфира не противоречит специальной теории относительности. Не следует только приписывать эфиру состояние движения.

Очевидно, с точки зрения специальной теории относительности гипотеза об эфире лишена содержания. В уравнения электромагнитного поля входят, кроме плотности электрических зарядов, только напряженности поля. Электромагнитные явления в пустоте вполне определяются содержащимися в этих уравнениях законами, независимо от других физических величин. Электромагнитное поле является первичной, ни к чему не сводимой реальностью, и поэтому совершенно излишне постулировать еще и существование однородного изотропного эфира и представлять себе поле как состояние этого эфира.

С другой стороны, можно привести некоторый важный аргумент в пользу гипотезы об эфире. Отрицать эфир — это в конечном счете значит принимать, что пустое пространство не имеет никаких физических свойств. С таким воззрением не согласуются основные факты механики.

... Эфир общей теории относительности есть среда, сама по себе лишенная в с е х механических и кинематических свойств, но в то же время определяющая механические и электромагнитные процессы.

Эфир общей теории относительности принципиально отличается от эфира Лоренца тем, что его состояние в любом месте динамически определяется с помощью дифференциальных уравнений материей и

состоянием эфира в соседних точках, в то время как состояние эфира Лоренца в случае отсутствия электромагнитных полей ни от чего, кроме самого эфира, не зависит и всюду одно и то же. Мысленно можно превратить эфир общей теории относительности в эфир Лоренца, если заменить все описывающие его функции пространственных координат постоянными и не обращать внимания на причины, обуславливающие его состояние. Можно сказать еще и так: эфир общей теории относительности мы получаем из эфира Лоренца, релятивизируя последний.

Нам пока еще не ясно, какую роль новый эфир призван играть в картине мира будущего. Мы знаем, что он определяет метрические соотношения в пространственно-временном континууме, например, возможные конфигурации твердых тел или различные гравитационные поля, но мы не знаем, участвует ли он в построении элементарных электрических частиц, образующих материю. Мы не знаем также, отличается ли его структура от структуры эфира Лоренца только вблизи весомых масс, применима ли евклидова геометрия к пространственным объектам космических размеров. Но мы можем, основываясь на уравнениях тяготения теории относительности утверждать, что в пространственных областях космических размеров только тогда могут быть отклонения от евклидовой геометрии, когда во Вселенной будет существовать хотя бы весьма малая положительная средняя плотность материи. В этом случае мир с необходимостью должен быть пространственно замкнутым и конечным, определяемым величиной, упомянутой выше средней плотности.

Если мы будем с точки зрения гипотезы о существовании эфира рассматривать гравитационные и электромагнитные поля, то мы заметим замечательную принципиальную разницу между ними. Не может быть пространства, а также части пространства без потенциалов тяготения; последние сообщают ему метрические свойства – без них оно вообще немислимо. Существование гравитационного поля непосредственно связано с существованием пространства. Напротив, очень легко представить себе любую часть пространства без электромагнитного поля; в противоположность гравитационному полю поле электромагнитное каким-то образом лишь вторично связано с эфиром, причем природа электромагнитного поля вовсе не определяется природой эфира поля тяготения. При современном состоянии теории кажется, что электромагнитное поле в отличие от гравитационного определяется совершенно другой формальной причиной, как будто бы природа могла наделить гравитационный эфир вместо полей типа электромагнитного также и полями совершенно другого типа, например, скалярными.

Так как, по нашим современным воззрениям, и элементарные частицы материи по своей природе представляют собой не что иное, как сгущения электромагнитного поля, то, следовательно, в нашей современной картине мира существуют две совершенно различные по содержанию реальности, хотя и связанные между собой причинно, а именно, гравитационный эфир и электромагнитное поле; их можно назвать пространством и материей.

Естественно, что большим шагом вперед было бы объединение гравитационного и электромагнитного полей в одну общую картину. Тогда была бы достойно завершена эпоха теоретической физики, начатая Фарадеем и Максвеллом; сгладилась бы противоположность между эфиром и материей, и вся физика стала бы замкнутой теорией, подобно общей теории относительности, охватывающей геометрию, кинематику и теорию тяготения. Исключительно остроумная попытка в этом направлении сделана математиком Г. Вейлем, однако я не думаю, что его теория может выдержать сравнение с опытом. Размышляя о ближайшем будущем теоретической физики, мы, безусловно, не можем отрицать возможности встретиться с непреодолимыми границами для теории поля, которые могут поставить факты, охватываемые квантовой теорией.

Резюмируя, можно сказать, что общая теория относительности *наделяет пространство* физическими свойствами; таким образом, в этом смысле эфир существует. Согласно общей теории относительности, пространство немислимо без эфира; действительно, в таком пространстве не только было бы невозможно распространение света, но и не могли бы существовать масштабы и часы и не было бы никаких пространственно-временных расстояний в физическом смысле слова. Однако этот эфир нельзя представить себе состоящим из прослеживаемых во времени частей; таким свойством обладает только весома материя; точно так же к нему нельзя применять понятие движения.

*Собр. науч. тр. М.: Наука. 1965. Т. I. С. 682-689.
Verlag von Tubius Springer. Berlin, 1920.*