



В помощь изучающим историю и философию науки

ПРОБЛЕМА ЭФИРА

М.С. Чащин

Как известно, появление *теории относительности* (ТО) Эйнштейна тесно связано с проблемой эфира. Большая советская энциклопедия (БСЭ) утверждает: «Появление ТО Эйнштейна оказало существенное влияние на развитие революции в физике, происходящей в начале 20 века. ТО была первой физической теорией, продемонстрировавшей, что представления, основанные на повседневном опыте, казавшиеся очевидными и отождествлявшиеся с истинами “здорового смысла”, могут оказаться неприменимыми при переходе в новые области опыта. ТО стала первой “не наглядной” научной теорией. Революционизировав мышление физиков, ТО подготовила почву для еще более далеко идущего отказа от “непосредственно очевидных” представлений, потребовавшихся для создания квантовой механики» [1].

Именно проблема эфира оказалась тем моментом, который заставил ученых направить мысль в новое русло – в русло «не наглядного, не очевидного». В дальнейшем, обсуждая методы и подходы физиков в рамках *теории эфира*, мы постараемся показать некоторые философские особенности научного познания.

Однако в отличие от БСЭ мы не будем утверждать об ошибочности теории эфира, основываясь лишь на том факте, что ТО хорошо описывает широкий круг явлений. Дело в том, что отказ от теории эфира, как станет ясно далее, был обусловлен главным образом стремлением сделать интерпретацию и математическое описание наблюдаемых явлений более простыми.

Процесс научного познания

Существующая картина мира (система устоявшихся фундаментальных представлений о закономерностях в природе [2]), оказывает сильное влияние на процесс развития научного познания. Сама она изначально формируется на основании накопления и анализа экспериментальных данных, но впоследствии влияет на постановку экспериментов (определяет методику и т.п.), что вполне естественно. Однако появление новых, непонятных эффектов иногда требует перестройки научных представлений.

Во-первых, такая необходимость возникает при обнаружении явлений, выходящих за рамки применимости существующих теорий. Большим тормозом здесь зачастую является научное сообщество, которое с большим трудом отказывается от привычной интерпретации (ставшей уже очевидной и, казалось, неоспоримой).

Во-вторых, необходимость в изменении подхода к описанию известного круга явлений есть следствие сложности существующего описания, не позволяющего сформулировать наглядную интерпретацию и доступный математический аппарат.

Что касается прогресса (развития) научного знания, а следовательно, и самой науки в целом, то в этой связи целесообразно рассмотреть подход, предложенный К. Поппером [3]. Он состоит в следующем.

1. *Наука начинается с проблемы.* Проблема может возникнуть в результате наблюдений за явлениями природы или при получении принципиально новых результатов в эксперименте.

2. *Научными объяснениями выступают гипотезы.* Гипотезы возникают в уме ученого (например, физика), стремящегося дать объяснение наблюдаемого явления, описать его количественно.

3. *Гипотеза является научной, если она в принципе фальсифицируема.* Фальсифицируемость гипотезы в этом случае выступает как важнейший критерий. Она подразумевает некую гибкость гипотезы, необходимую для дополнений и/или устранения недостатков.

4. *Фальсификация гипотез обеспечивает устранение выявленных научных ошибок.*

5. Необходимы новая и более глубокая постановка проблемы (той же) и выдвижение гипотез. Первое объяснение явления может быть далеким от того, чтобы в полной мере описать эффект. Оно требует усовершенствования. К тому же понимание «первых семян» явления далеко от осознания его глубины и связи с другими явлениями.

6. *Углубление проблем и гипотез (теорий) обеспечивает прогресс в науке, точнее, рост научного познания.*

Подход Поппера нам интересен тем, что подразумевает выдвижение смелых гипотез как начало развития научного представления о каком-либо явлении [4]. И очень естественным видится принцип фальсифицируемости гипотез в качестве «штурвала», задающего направление развития теории.

Рост научного знания вполне законно может быть вписан в попперовскую схему. Далее мы сможем это увидеть при рассмотрении истории развития проблемы эфира.

Следует заметить, что выдвинутые гипотезы могут фальсифицироваться так, что это описание становится сложным. Ввиду неоднозначности выбора гипотез для описания можно постараться найти те, которые были бы сопряжены с минимумом математических проблем и были бы наименее сложными в интерпретации. По сути, осознание необходимости замены первичных гипотез приводит к революционным шагам. Одним из таких шагов стали отказ от понятия эфира и принятие постулатов теории относительности.

Развитие представлений об эфире с позиции попперизма

В рамках ньютоновской системы невозможно ни установить абсолютный центр Вселенной, ни убедиться в том, что он неподвижен [5]. Между тем уравнения Максвелла не остаются неизменными при переходе из одной системы отсчета в другую. Это означает по крайней мере то, что можно найти систему (если проводить эксперименты со светом), которая покоится относительно «световой среды» («эфира»). Тогда она является выделенной.

Все материальные волны, т.е. волны, с помощью которых нам удалось создать абстрактное понятие волны, представляют собой возмущения, распространяющиеся в какой-нибудь среде. На момент создания системы уравнений Максвелла было известно, что свет обладает свойствами волны, а потому ею и является. По этому поводу в статье, опубликованной в Британской энциклопедии, Дж. Максвелл писал: «Доказательства в пользу существования светоносного эфира получили прочную основу, когда были открыты новые явления света и других излучений; и свойства этой среды, введенные на основании явлений света, оказались такими же, какие требуются для объяснения электромаг-

нитных явлений. ...С какими бы трудностями в наших попытках работать состоятельное представление о строении эфира ни приходилось нам сталкиваться, *несомненно*, что межпланетное и межзвездное пространства суть пространства не пустые, а занятые материальной субстанцией, или телом, самым обширным и, нужно сказать, самым однородным, какое только нам известно» [6].

Вначале полагали, что эфир – это некая модель, удобная для описания и не отражающая сущности описываемого явления. Сегодня нам известно немалое количество моделей, которые существуют (существовали) только потому, что помогают описывать явления количественно и т.п. Такова, например, модель двухкомпонентности жидкого гелия, где один компонент – вязкий гелий, а второй – сверхтекучий [7], «море Дирака» и т.д.

Поскольку созданная Максвеллом электромагнитная теория (XIX в.) оказалась успешной, возникли идеи о том, что можно наблюдать эфир. Работы Максвелла послужили хорошей теоретической базой для изучения свойств эфира.

Суть многих опытов, проведенных во второй половине XIX в., сводилась к следующему. Согласно теории электромагнитных волн свет распространяется со скоростью $c \approx 3 \cdot 10^{10}$ см/с. Вопрос: относительно чего свет движется с такой скоростью?

В теории Максвелла ответ на этот вопрос не содержался. Из «логических» предположений сделали вывод, что свет распространяется *в эфире* со скоростью c . Тогда поскольку Земля движется вокруг Солнца, постольку она должна двигаться и относительно эфира. То есть существует некий «эфирный ветер». Идея опыта по обнаружению движения Земли в эфире была предложена Дж. Максвеллом и впервые реализована в 1881 г. в Германии А. Майкельсоном.

Опыты Майкельсона и Морли [8] показали с хорошей точностью, что «этого движения *нет*. Точность была выше одной шестой орбитальной скорости Земли. Таким образом, выдвинутая гипотеза о существовании эфира подверглась критике и нуждалась в фальсификации, т.е. в коррекции некоторых положений о свойствах эфира или его взаимодействиях с материальными объектами.

Для спасения теории эфира выдвинули предположение, что он увлекается движущимися в нем телами (гипотеза Стокса, 1845 г.). Все прекрасно сходилось. Опыты Майкельсона и Морли не могли указать на существование эфира, поскольку проводились на поверхности земли. Однако последнее предположение было нетрудно проверить. Для

этого интерферометр Майкельсона поднимали на воздушном шаре и проводили измерения над поверхностью земли. Если «увлечение эфира» имеет место, то на разных высотах должен получаться различный результат. Однако результат был одинаковым для разных высот. Таким образом, фальсификация оказалась неудачной.

Возникла необходимость в формулировании более глубоких предположений. Для того чтобы объяснить опыты Майкельсона и Морли, в 1887 г. Г. Лоренц предположил, что отрицательный результат является следствием сокращения продольных размеров предметов при движении сквозь светоносную среду. А потому мы не в состоянии измерить скорость движения Земли относительно эфира. Мы не в состоянии даже зафиксировать в эксперименте сокращение размеров тел, поскольку будет изменяться масштаб измерителя. В своей книге «Теория электронов» Лоренц вводит эту гипотезу следующим образом: «Чтобы объяснить это отсутствие всякого влияния поступательного движения Земли, я *попробовал* предположить гипотезу, которая была высказана также Фицджеральдом, а именно, что твердое тело, движущееся сквозь эфир, испытывает небольшое изменение своих размеров...» [9].

Получается, что мы не регистрируем эфирный ветер, потому что мы вообще не можем его зарегистрировать. Конечно, это представляется странным с научной точки зрения, поскольку лучшим подтверждением теории является наблюдение нетривиальных следствий (или явлений) из нее в эксперименте [10]. В 1908 г. Г. Минковский по этому поводу писал: «Согласно Лоренцу, любое движущееся тело сокращается в направлении своего движения, и если скорость тела равна v , это сокращение пропорционально множителю $1/(1 - v^2/c^2)^{1/2}$. Эта гипотеза выглядит чрезвычайно фантастически, поскольку сокращение нельзя считать следствием сопротивления эфира или каких-нибудь подобных явлений, а можно лишь рассматривать как дар свыше, или как явление, сопровождающее движение» [11].

Сам Лоренц признавал, что эта гипотеза «представляется на первый взгляд несколько странной». Но далее обосновывал ее тем, что «нам трудно обойтись без нее, если мы будем настаивать на представлении о неподвижном эфире».

Лоренц рассматривал поведение веществ, скажем твердого стержня, находящегося в движении, предполагая, что силы, удерживающие вместе частицы стержня, либо электромагнитные, либо ведут себя подобно электромагнитным. Затем, пользуясь электродинамикой Максвелла, он показал, что силы, удерживающие частицы

твердого стержня, изменяются, если стержень перемещается относительно эфира. Поскольку эти силы изменяются при движении тел, равновесное положение зарядов в теле тоже меняется. И оказывается, что при движении стержень сокращается. Важно то, что Лоренц считал электроны сферами радиуса R , «подверженными таким же деформациям, как и тела, в которых они содержатся» [12]. При движении они «принимают вид сплюснутых эллипсоидов вращения, которые в предельном случае – при скорости, равной скорости света, – превращаются в круговые диски радиуса R , расположенные нормально к направлению движения» [13].

Таким образом, обнаружить движение Земли относительно эфира невозможно, а потому и невозможно определить абсолютную скорость движения тела. А. Пуанкаре предлагал считать это законом природы.

Теория эфира была вполне фальсифицируемой, но всякий последующий этап фальсификации усложнял физическое представление. Терялась некая красота теории. Это привело к отказу от нее. Стала очевидной необходимость в новых смелых гипотезах.

Ситуацию изменил новый подход, который оказался существенно проще. Приняв два постулата Эйнштейна, научное сообщество, по сути, отказалось от старой гипотезы и приняло новую, стремясь углублять научное познание в ином направлении. Эти постулаты формулируются следующим образом.

1. «Законы, по которым изменяются состояния физических систем, не зависят от того, к какой из двух координатных систем, движущихся относительно друг друга равномерно и прямолинейно, эти изменения состояния относятся.

2. Каждый луч света движется в “покоящейся системе координат с определенной скоростью V независимо от того, испускается ли этот луч света покоящимся или движущимся телом”» [14].

Таким образом, прямое следствие из постулатов об инвариантности скорости распространения света оказалось сильно упрощающей моделью описания распространения электромагнитной волны.

* * *

На основании принципа фальсифицируемости Поппера нами проделан анализ изменения на рубеже XIX–XX вв. физического

представления о природе электромагнитных волн. Из рассуждений видно, что этот принцип представляется логичным, учитывающим многие особенности эволюции картины мира в научном сообществе. Он хорошо объясняет явление научной инерции и причину возникновения революционных изменений в науке.

Примечания

1. *Большая советская энциклопедия*. – М., 1978. – Т. 12. – С. 1866–1871.
2. См.: *Степин В.С.* Теоретическое знание. – М.: Прогресс-Традиция, 2000.
3. См.: *Поппер К.* Логика и рост научного знания. – М.: Прогресс, 1983.
4. См.: *Кузнецова Н.И.* Философия науки и история науки: эволюция взаимоотношений на фоне XX столетия // Философия науки. – М., 1998. – Вып. 4.
5. См.: *Купер Л.* Физика для всех. Современная физика. – М.: Мир, 1974. – Т. 2.
6. *Maxwell J.C.* Encyclopedia Britannica Article.
7. См.: *Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П.* Курс теоретической физики: В 10 т. – М., 1978. – Т. IX, ч. 2. – С. 115.
8. См.: *Michelson A.* // Amer. J. Sci, 1881. – V. 22. – P. 120–129.
9. *Лоренц Г.А.* Теория электронов. – М.: Гос. издат. тех.-теор. лит., 1957.
10. См.: *Кун Т.* Структура научных революций. – М., 2001.
11. *Lucretius.* De Rerum Natura / Muntio C.J., trans. – Cambridge, 1886. – V. 3.
12. *Лоренц Г.А.* Теория электронов.
13. Там же.
14. См.: *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. – М., 1965. – Т. 1. – С. 10.

Новосибирский государственный
университет, г. Новосибирск
E-mail: M.S.Chashchin@nsk.ru