

## УНИФИКАЦИЯ КАК ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ\*

*А.Л. Симанов, А.Ю. Сторожук*

В статье обосновывается тезис, согласно которому унификация есть основная тенденция развития физики. В этом случае она приобретает методологическую значимость, определяя пути решения проблемы объединения физических теорий, описывающих разные реальности.

**Ключевые слова:** физика, унификация, теория

Для любой формы человеческого познания тенденция к унификации (приведение к единообразию, к единой форме или системе) знаний является универсальной и характерной для всех этапов развития человеческой цивилизации. В научном познании с методологической точки зрения эта тенденция представляет собой вариант реализации принципа холизма: стремление описать все многообразие явлений исходя из немногих оснований [1]. Методология холизма возникла одновременно с появлением философии, точнее – натурфилософии [2]. Целью первых философов – Фалеса, Анаксимандра, Анаксимена, был поиск первоначала, породившего весь мир. Этот поиск был обусловлен осознанием единства природы, естественным образом вытекающим из наблюдений за ее явлениями. Было замечено, что все находится во взаимосвязи, все взаимодействует со всем. Следовательно, мир, в котором мы живем, обладает каким-то общим началом. В крайнем случае – ограниченным числом начал. Естественно было предположить, что существует и ограниченное число фундаментальных законов, которым подчиняется этот мир. По мнению Пифагора, числа управляют миром, и законы математики – это законы мира. Для Демокрита мир – система хаотическидвигающихся в пустоте атомов, комбинации которых составляют тела. Разнообразие тел обусловлено разнообразием комбинаций атомов. В период протонаучного периода развития познания мира такого рода представления носили метафизический характер.

---

\* Публикуется в авторской редакции.

© Симанов А.Л., Сторожук А.Ю., 2011

Тенденция к унификации была продолжена и в период становления собственно научного познания, что особенно явно проявилось в физике. Галилей, утверждавший, что книга природы написана языком математики, своими астрономическими наблюдениями показал, что небесные тела (Луна и известные тогда планеты) подобны Земле. Ньютон окончательно объединил земное и небесное, разработав классические динамику и теорию гравитации. Он доказал, что все тела в макром мире (на Земле и в космосе) подчиняются ограниченному набору законов: трем законам динамики и закону всемирного тяготения. Это явилось кульминацией первой научной революции [3].

Исследования оптических, электрических и магнитных явлений заложили предпосылки второй научной революции. Открытие Эрстеда (1820 г.) указало на единую природу электричества и магнетизма. В 1822 г. Фарадей поставил перед собой задачу превратить магнетизм в электричество, и в итоге в 1831 г. экспериментально открыл явление электромагнитной индукции и дал ему математическое описание, тем самым унифицировав электричество и магнетизм. При этом Фарадей был буквально вынужден результатами своих эмпирических исследований обратиться к проблеме строения материи. Начал он с традиционной критики атомизма. Если атомы и пространство, рассуждал Фарадей, представляют собой два различных структурных компонента мира, то следует признать непрерывность только пространства, так как атомы представляют собой различные и отделенные друг от друга объекты. Пространство, таким образом, должно пронизывать все тела, отделяя атомы друг от друга. Возьмем какой-нибудь изолятор, например, сургуч. Если бы пространство было проводником, то изолятор должен был бы проводить ток, потому что пространство служило бы как бы металлической сеткой. Следовательно, пространство является изолятором. Но возьмем какой-нибудь проводник. И здесь все атомы окружены пространством, но если пространство – изолятор, то ток не может проходить от атома к атому. Получается, что пространство должно быть проводником. Мы имеем, таким образом, теорию, противоречащую самой себе, и такой теории не место в системе физического знания [4].

Но если атомистическая теория не выдерживает критики, то ее необходимо заменить. И Фарадей выдвигает и обосновывает гипотезу, которая в дальнейшем привела к понятию поля. «Мы знаем силы и наблюдаем их присутствие в каждом явлении, но отвлеченной материи мы не встречаем ни в одном из них, – утверждал он. – Почему же мы

должны признавать существование некоей вещи, о которой мы не можем составить себе никакого представления, вещи, представление о которой вовсе не является необходимостью для нашего мышления?» [5]. Таким образом, материю можно представить как систему сил, исходящих из центров сил, представляющих собой физические материальные точки. Такая материя существует повсюду, нет такой области пространства, где ее не было бы.

«Такой взгляд на строение материи, – продолжает Фарадей, – с необходимостью приводит, очевидно, к заключению, что материя заполняет собой все пространство или по крайней мере все пространство, в которой действуют гравитационные силы, потому что гравитация – это свойство материи, зависящее от определенной силы, а эта сила как раз и представляет собой материю. При таком понимании материи она не только взаимопроницаема, но и каждый ее атом простирается, так сказать, через всю солнечную систему, сохраняя, однако, свой собственный центр силы» [6]. Такой вариант объяснения структуры материи, как сделал вывод Фарадей, позволяет обойтись без идеи эфира, который, как тогда считалось большинством физиков, был не только переносчиком световых колебаний, но и сущностью материи. По мнению Фарадея, колебания света могут быть представлены как дрожание силовых линий.

Но не видим ли мы здесь объяснение одного неизвестного через другое неизвестное? Да, нам непонятная сущность эфира, обладающего противоречивыми свойствами, но не понятна и сущность силы, а сами силовые линии – материальны ли они? Существуют ли некие реальные объекты, которые мы можем определить как силовые линии, как центры сил? Отсутствие ответов на эти вопросы вернуло исследователей на казалась бы проторенные, а потому понятные хотя бы на интуитивном уровне тропы классического механицизма или эфира, в зависимости от их пристрастий и склонностей, что мы видим на первых этапах развития электродинамики.

Первые этапы развития электродинамики в ее объяснительном варианте, казалось бы, подтверждали существование эфира. Свет, электричество и магнетизм, ранее представлявшиеся совершенно независимыми друг от друга, объединились в одно – электромагнетизм. Это было второй после Ньютона великой унификацией, поставившей перед физиками массу проблем, и прежде всего – проблему эфира. При этом изначально, следуя классической традиции, Максвелл пытался объединить их механическим образом, создав механическую модель электро-

магнитных явлений. «В различных местах этого трактата, – пишет Максвелл, приступая к изложению электромагнитной теории света, – делалась попытка объяснения электромагнитных явлений при помощи механического действия, передаваемого от одного тела к другому при посредстве среды, занимающей пространство между этими телами. Волновая теория света также допускает существование какой-то среды. Мы должны теперь показать, что свойства электромагнитной среды идентичны со свойствами светонесущей среды... Мы можем получить численное значение некоторых свойств среды, таких, как скорость, с которой возмущение распространяется через нее, которая может быть вычислена из электромагнитных опытов, а также наблюдается непосредственно в случае света. Если бы было найдено, что скорость распространения электромагнитных возмущений такова же, как и скорость света, не только в воздухе, но и в других прозрачных средах, мы получили бы серьезное основание для того, чтобы считать свет электромагнитным явлением, и тогда сочетание оптической и электрической очевидности даст такое же доказательство реальности среды, какое мы получаем в случае других форм материи на основании совокупности свидетельств наших органов чувств» [7].

Но в конечном итоге выяснилось, что уравнения Максвелла оказались неинвариантными относительно преобразований Галилея и неприменимыми к телам, движущимся по отношению к эфиру. Все более очевидным казалось, что реально поле, но не эфир. Тем более что экспериментально подтвержденная Герцем электромагнитная теория Максвелла привела, в контексте идеи эфира, к опытам Физо и Майкельсона, результаты которых полностью противоречили этой идее. Но само поле оставалось «вещью в себе». Герц пытался спасти идею эфира, приняв гипотезу Стокса о полном увлечении эфира. Он нашел систему уравнений, инвариантных по отношению к галилеевским преобразованиям и превращающимся в частном случае покоящегося тела в уравнения Максвелла, но полученные им уравнения противоречили опыту Физо [8].

Лоренц пытался разрешить эти проблемы, не используя механического истолкования – он считал, что в последнем случае (и это действительно так) есть противоречие с третьим законом Ньютона – законом действия и противодействия. Им была выдвинута идея ввести в уравнения Максвелла дискретную структуру электричества. Лоренц принял существование эфира как единого, геометрически неизменного диэлектрика, лишённого внутренних движений, не подверженного внешним

механическим воздействиям. Вещество же, по его мнению, состоит исключительно из элементарных частиц электричества. По этой гипотезе каждый движущийся электрон создает вокруг себя электромагнитное поле, а при изменении своего движения он излучает электромагнитные волны. «Таким образом, уравнения Максвелла являются усредненными статистическими уравнениями электромагнетизма, вытекающими из “лоренцевской тонкой структуры» [9]. Исходя из таких предположений, Лоренц получил пять основных уравнений, из которых, по его мнению, вытекали все законы электромагнетизма, при этом частично не противоречащие классическим представлениям. Хотя эта теория и была воспринята с известной долей скептицизма, тем не менее А.Пуанкаре отмечал, что «эта теория..., бесспорно, лучше всех истолковывает известные нам факты, освещает больше реальных отношений, чем любая другая, и свойственные ей черты войдут в наибольшем числе в будущее окончательное построение» [10]. Теория была очень привлекательной, потому что она очень просто истолковывала ряд явлений, которые не могли объяснить в достаточной мере удовлетворительно прежние теории, в том числе и теория Максвелла в ее первоначальной форме. К числу таких явлений относились абберация света, частичное увлечение световых волн, магнитная поляризация, явление Зеемана и др.

Но существовали и проблемы, которые не решались в рамках лоренцевской теории. Дело в том, что, по Лоренцу, явления, происходящие в некоторой системе, казалось, должны были зависеть от абсолютной скорости движения этой системы, что противоречило идее относительности пространства, идущей еще от классической механики и казавшейся достаточно очевидной. Действительно, если два заряженных проводника движутся относительно друг друга с одной и той же скоростью, то они находятся в относительном покое, а электромагнитное взаимодействие между ними таково, что они должны притягиваться друг к другу. Измерив это взаимодействие, говорили противники Лоренца, мы определим абсолютную скорость проводников. Но сторонники лоренцевской теории утверждали, что здесь будет измерена скорость их относительно эфира, и принцип относительности, таким образом, здесь не нарушается.

Лоренц дал более удовлетворительный ответ, известный как преобразования, названные его именем. В то время как при преобразованиях Галилея время остается неизменным для двух систем, движущихся равномерно и прямолинейно одна относительно другой, при

лоренцевских преобразованиях при переходе от одной системы к другой время изменяется. Поэтому Лоренц ввел понятие местного времени, не приписывая, правда, ему никакого физического смысла, но поиском которого некоторые исследователи пытаются заниматься и сейчас. Уравнения Максвелла оставались инвариантными относительно преобразований Лоренца, но неинвариантными оказывались уравнения классической механики. Так что в конечном итоге расхождение между классической механикой и уравнениями Максвелла не было устранено и объединения классической механики и электродинамики не получилось.

Оставалась, таким образом, нерешенной проблема согласования электродинамики, классической механики и результатов опытов Физо и Майкельсона – Морли. И хотя при всем том, что электродинамика, как и классическая механика, удовлетворительно описывала реальность в контексте исследуемого ею предмета, стремление к унификации физики требовало в обязательном порядке согласования двух этих отраслей физического знания. Такое согласование стало возможным при отказе от идеи эфира, но при полной потере ясности в понимании природы и структуры материи, пространства и времени. Оно было осуществлено с созданием специальной теории относительности, решившей эту проблему, объединившей механику и электродинамику, но обострившую проблему структуры материи. Появление же квантовой механики вновь выдвинуло на передний план проблему унификации.

## Примечания

1. Другой, неприемлемый для нас, вариант холизма – редукционизм как методологический принцип. Согласно этому принципу сложные явления должны сводиться к более простым, высшее – к низшему.

2. Мы различаем интерпретацию холизма, предложенную Я. Смэтсом, согласно которой миром управляет процесс творческой эволюции (см.: *Smuts J. Holism and evolution*. N.Y., 1926) от интерпретации холизма как методологического принципа, предлагающего рассматривать мир как совокупность систем, составляющих некую целостность, подчиняющуюся ограниченному набору законов.

3. Отметим тот факт, что успехи классической механики привели к безуспешным, но весьма показательным и поучительным попыткам экстраполяции ее законов на описание химических, биологических и социальных явлений (например, «мир-машина» Хр.Вольфа, стремление П.-С. Лапласа описать историю как механический процесс и пр.).

4. См.: *Львоци М.* История физики. – М.: Мир, 1970. – С. 275–276.
5. Цит. по: *Львоци М.* История физики. С. 276.
6. Там же.
7. *Максвелл Дж.К.* Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. М.: Гостехиздат, 1954. – С. 550–551.
8. См.: *Львоци М.* История физики. – С. 320.
9. Там же. – С. 321.
10. *Пуанкаре А.* О науке. – М.: Наука, 1978. – С. 110.

*(Продолжение следует)*

Дата поступления 05.06.2011

Институт философии и права  
СО РАН, г. Новосибирск  
[science@philosophy.nsc.ru](mailto:science@philosophy.nsc.ru)

***Simanov, A.L., A.Yu. Storozhuk. Unification trend of development of Physics***

In the article is based on the thesis according to which harmonization is the main trend of physics. In this case it is methodological significance, identifying solutions to the problem of combining physical theories that describe different realities.

**Keywords:** physics, unification, theory