

Вестник МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 1 — 1976

УДК 530.09

Б. И. СПАСКИЙ, В. В. МАКСАКОВ

ИСТОРИКО-ДОКУМЕНТАЛЬНЫЙ И ЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ

Для физической науки, как и для науки в целом, характерно существование исторической преемственности. Каждый новый шаг в ней является развитием или изменением существовавших уже физических теорий, представлений, принципов и т. п. Преемственные связи в истории физической науки имеют весьма разнообразный характер, начиная от простого «обрастания» существующих теорий новой информацией, развития их математического аппарата, расширения области их применения, и кончая ломкой или сложной трансформацией старых понятий и представлений в периоды научных революций. Одним из проявлений такой связи является так называемый принцип соответствия, связывающий содержание старой и вновь созданной теории посредством предельного перехода. Преемственно связанные теории могут относиться и к разным областям физической науки. Электродинамика, например, черпала элементы, содержащиеся как в теории гравитации, так и в механике сплошных сред.

Мы не ставим перед собой задачу провести анализ вопроса о преемственности в сколько-нибудь исчерпывающем виде, ибо это весьма большая тема (см., например, [1]). Нас будет интересовать более частный вопрос — проблема существования двух различных аспектов понятия преемственности: именно историко-документального и логического аспектов.

Логический аспект преемственности охватывает такие моменты взаимосвязи различных представлений и теорий, которые можно обнаружить путем логического анализа при сопоставлении содержания этих представлений. Историко-документальный аспект преемственности охватывает только те моменты взаимосвязи представлений, на которые со степенью документальной подтверждаемости указывает конкретный материал.

Нужно отметить, что существование двух аспектов преемственности в развитии физических теорий, представлений, понятий и т. д. является конкретным выражением одной из особенностей развития материального мира и познания вообще, а именно существования двух моментов в этом развитии: логического и исторического. Однако, несмотря на то что в марксистско-ленинской философии хорошо исследо-

званы вопросы об указанных двух моментах вообще, два соответствующих аспекта преемственности в работах по физике (и даже по истории этой науки) нередко смешиваются и не различаются.

Приведем пример.

При определении закона распределения энергии в спектре абсолютного черного тела Планк опирался лишь на один из более частных законов распределения, сформулированный Вином. Остальные соображения носили полуэмпирический характер, а также были связаны с термодинамическими представлениями. Планку не были известны результаты Рэлея, опубликованные практически одновременно с его собственными. Рассматривая с чисто логической стороны соотношение трех названных законов распределения, вполне естественно рассматривать закон Планка, как обобщение, охватывающее законы Вина и Рэлея как предельные случаи и выступающее как следующая ступень в развитии науки. Гипноз естественности такой связи оказывается настолько сильным, что этот логический аспект связи зачастую служил для подмены собой историко-документального его аспекта, ибо различия между ними не усматривается. Л. С. Полак, в частности [2], отмечал: «Во многих книгах по физике и даже в исторических обзорах часто пишут, что Планк первоначально получил свой закон, интерполируя между законом Вина и законом Рэлея—Джинса. В действительности дело обстояло совсем не так».

Рассмотренный случай имеет характер курьеза и поэтому весьма назидателен — он показывает необходимость сознательно различать два аспекта, присущих понятию преемственности, иначе методологическая путаница неизбежна.

Приведем две иллюстрации преемственности идей и теорий в развитии физики, рассматривая их с позиций существования двух аспектов преемственной взаимосвязи.

В рамках электродинамики можно обнаружить прямую генетическую связь идей Фарадея и Максвелла. Фарадей создал модель электромагнитного поля, положив в основу представление о силовых линиях. Максвелл непосредственно следовал идеям Фарадея и ставил перед собой задачу дальнейшего их развития [3]. Он не устал повторять, что его исследование по теории электромагнитного поля является развитием идей Фарадея, и заявлял даже, принося собственную роль, что он лишь построил математический аппарат для фарадеевских воззрений. Здесь в явном виде находит проявление историко-документальный аспект преемственности.

Обращаясь к развитию воззрений на дискретность пространства и времени [4, 5], мы увидим иную картину. Идея о дискретной структуре пространства и времени возникла в древности, она обсуждалась еще в рамках натурфилософии (в частности, Аристотелем). Однако эта идея не получила дальнейшего развития и была забыта, ибо была чужда духу классической физики. Она воскресла вновь лишь с развитием квантовой физики. Для данного случая преемственность соответствующих идей существует только в логическом ее аспекте, обнаруживается лишь путем сопоставления содержания древних и современных воззрений. Авторы работ по квантовой физике, такие, как Д. Д. Иваненко и В. Амбарцумян [6], или Х. Снайдер [7] не вспоминали об идеях древних и в своих исследованиях, по-видимому, на них не опирались.

При анализе развития физической науки, как и науки в целом, весьма существенно изучение обоих аспектов преемственности их соотношения и взаимодействия.

Исследование логического аспекта преемственности важно для раскрытия объективного хода развития физической науки, выявления объективных, независимых от желаний и деятельности отдельных людей, закономерностей этого развития.

Исследование историко-документального аспекта преемственности интересно не только в плане дополнительной аргументации правомерности логических сопоставлений, но важно и само по себе, и в частности для изучения особенностей индивидуального творчества ученого.

История науки знает немало примеров, когда независимо друг от друга различные ученые приходят к одинаковым или весьма сходным представлениям, обнаружение которых иногда разделяется огромными временными интервалами. Существование преемственности лишь в логическом аспекте имеет свою причину. Хотя условия и обстоятельства, сопутствующие и обуславливающие выдвижение перекликающихся по содержанию теорий, в целом различны, в некоторых моментах они должны иметь нечто общее. И поскольку выдвижение научных обобщений является закономерным объективным процессом, наличие известного сходства порождающих условий не случайно, а с необходимостью приводит к известному сходству создающихся теорий, к новому воспроизведению элементов предшествующих представлений.

В. И. Вернадский [8] в этой связи отмечал: «Оказывается, не случайно делается то или иное открытие, так или иначе строится какой-нибудь прибор или машина. Каждый прибор и каждое обобщение являются закономерным созданием человеческого разума; при новом восприятии, иногда столетия спустя, в новой среде, в них повторяются те же самые черты, они создаются одинаковым образом». В частности, выдвижение идей о дискретности пространства и времени как в древности, так и в наше время, очевидно, тесно связано с интересом к атомистическим воззрениям на структуру материи, а также с трудностями, которые испытывают исследователи, опирающиеся на идеи противоположного характера. Вопрос о том, что было общего в состоянии науки в разные моменты ее истории, каковы конкретные обстоятельства, обусловившие восприятие уже выдвигавшихся ранее идей, очень и очень сложен, но сама постановка его вполне назрела.

Логический аспект преемственности может проявляться самостоятельно, в чистом виде, чего нельзя сказать об историко-документальном аспекте. При четкой обнаружимости последнего всегда автоматически наличествует и логическая, содержательная связь представлений. Дело лишь в том, насколько хорошо эти аспекты соответствуют друг другу, и все ли основные моменты содержательной связи представлений находят отражение в документальных свидетельствах. Разумеется, в большинстве случаев имеются те или иные отклонения от идеала. Одни представления по тем или иным причинам выпадают из рамок документальности, другие, наоборот, неправомерно туда вводятся.

Все же в практике исторических исследований достаточно часты случаи, когда логический и историко-документальный аспекты преемственности достаточно хорошо сближаются друг с другом, выступают согласованно, дают практически один и тот же методологический результат. Те элементы связи содержания представлений, которые можно обнаружить путем логического сопоставления, совпадают с элементами связи содержания, обнаруживающими себя в документальных свидетельствах авторов, их сотрудников, современников и т. д. Искомым аспектам не приходится ни дополнять, ни исключать друг друга, они

находятся в гармонии, могут быть употреблены для взаимопроверки. Приведем пример из истории представлений о структуре элементарных частиц.

В 1956 г. С. Саката выдвинул представления о составной структуре элементарных частиц, выбрав в качестве базисных частиц нуклоны и лямбда-гипероны, что позволило объяснить существование экспериментально установленного набора соотношений между спином, изоспином и «странностью».

Анализ предшествующих представлений логически приводит нас к связи содержания этих воззрений с содержанием других физических представлений. Такими являются идеи Иваненко-Гейзенберга, в рамках которых предлагается структурная модель атомных ядер. В качестве базисных частиц ими были выбраны протоны и нейтроны, что позволило объяснить существование экспериментально установленного набора соотношений между спином и массовым числом атомных ядер.

Итак, и в самых этих представлениях, и в особенностях фактов, которые они объясняют, можно путем логического анализа обнаружить вполне определенные параллели, что говорит о преемственной взаимосвязи между содержанием данных представлений.

Обратившись к историко-документальному аспекту преемственной взаимосвязи, мы обнаруживаем полную согласованность его с логическим аспектом. Подтверждением этому служит документально закрепленное свидетельство самого автора вновь выдвинутых идей, которое мы хотим процитировать полностью [9]:

«Мне кажется, что современное состояние теории новых частиц очень сходно с состоянием теории атомного ядра 25 лет назад. В то время мы знали прекрасное соотношение между спином и массовым числом атомных ядер. А именно, спин всегда является целым, если массовое число четное; напротив, спин всегда полуцелый, если массовое число нечетное. Но, к несчастью, мы не могли понять глубокий смысл этого правила четного — нечетного. Однако ситуация совершенно изменилась после открытия нейтрона. Иваненко и Гейзенберг немедленно предложили новую модель атомных ядер, в которой считается, что нейтроны и протоны являются составными частями ядер. Допуская, что нейтрон имеет спин, равный половине, они объяснили правило четного — нечетного для спинов атомных ядер как результат закона аддитивности для угловых моментов составных частей. Более того, они могли свести все таинственные свойства атомных ядер к свойствам нейтрона, входящего в них. Полагая, что подобная ситуация реализуется и на этот раз, я предлагаю гипотезу состава для новых неустойчивых частиц, для того, чтобы объяснить правило Нисидзимы — Гелл-Манна. В нашей модели считается, что в действительности новые частицы составлены из четырех типов фундаментальных частиц, т. е. нуклона, антинуклона, Λ^0 и анти- Λ^0 . Если Λ^0 имеет такие же внутренние свойства, какие были определены Нисидзимой и Гелл-Манном, мы можем легко получить правило четного — нечетного для составных частиц как результат законов аддитивности для обычного спина, изотопического спина и странности. Нужно подчеркнуть, что удивительные свойства новых частиц оказалось возможным свести к свойствам Λ^0 , совсем как таинственные свойства атомных ядер были сведены к свойствам нейтрона».

Иногда вопрос о соотношении логического и историко-документального аспектов преемственности вызывает дискуссии, споры и разногласия, порождая противоречивые, крайние мнения.

К числу подобных случаев можно отнести проблему соотношения данных аспектов взаимосвязи идей в развитии специальной теории относительности.

Логически вполне естественно рассматривать преемственность между теорией Лоренца—Пуанкаре, относящейся к электродинамике движущихся тел, и теорией относительности Эйнштейна. Но теория Лоренца—Пуанкаре появилась как результат анализа экспериментов типа опыта Майкельсона (опытов второго порядка). Таким образом, логически совершенно определенно вырисовывается следующая цепочка: опыт Майкельсона, теория Лоренца, уточнение и обобщение теории Лоренца в работе Пуанкаре и, наконец, появление теории относительности Эйнштейна.

Насколько естественно с логической стороны представляется такая схема, можно судить по тому, что в ряде монографий, статей, учебников по теории относительности история ее создания излагается по указанной схеме (правда не всегда со ссылкой на работы Пуанкаре).

Однако фактически исторический процесс возникновения теории относительности протекал не так просто. Дело в том, что работу Эйнштейна (1905 г.), в который были сформулированы основы теории относительности, по-видимому, нельзя считать с историко-документальной точки зрения продолжением основной работы Лоренца (1904), в которой Лоренц дал формулу релятивистских преобразований. В статье Эйнштейна нет ссылки на эту работу, и сам Эйнштейн говорил, что она была ему неизвестна. Несмотря на то что высказывалось мнение, будто Эйнштейн не мог не знать этой работы Лоренца (см. [10]), в этом, очевидно, нельзя сомневаться. И уж, конечно, Эйнштейн не мог знать краткой статьи Пуанкаре «О динамике электрона» [11].

Однако остается преемственность между работой Лоренца 1895 г. [12]¹ и упомянутой работой Эйнштейна. Но и на эту работу Эйнштейн в своей основополагающей статье не дает ссылки. Что же касается самого Эйнштейна, то свидетельства его противоречивы. Так, в письме к Зелигу (1955 г.) он писал, что он знал «фундаментальный труд Лоренца, написанный в 1895 году» [13]. Далее Шенкланд, например, в 1950 г. пишет: «Когда я поинтересовался, как он (Эйнштейн) познакомился с опытом Майкельсона—Морли, он рассказал, что это произошло благодаря статьям Г. А. Лоренца, но только после 1905 г. «Иначе, — сказал он, — я упомянул бы о нем в моей статье» [14]. Совершенно ясно, что нельзя быть знакомым с указанной выше работой Лоренца и не знать об опыте Майкельсона.

Таким образом, если Эйнштейн прав в последнем случае, то вообще преемственность Лоренц—Эйнштейн как таковая отсутствует.

Еще более запутанным является вопрос о преемственности Пуанкаре—Эйнштейн. Конечно, преемственности между статьей Пуанкаре 1905 г. и работой Эйнштейна не существует. Однако Пуанкаре гораздо раньше высказал ряд положений, которые затем легли в основу теории относительности. Уже в конце XIX в. Пуанкаре привел два таких основных положения. Во-первых, он сформулировал принцип относительности как всеобщий закон природы, верный не только для механических явлений, но и для всех физических явлений вообще — оптических, электромагнитных и т. д. (см. [15] и [18]). Во-вторых, он обратил внимание на вопрос об определении одновременности удаленных

¹ В [12] Лоренц использовал приближенные преобразования координат, времени и полей, и, обсуждая результаты опыта Майкельсона, изложил гипотезу сокращения тел при движении их в эфире.

событий, а также указал на способ определения одновременности таких событий с помощью световых сигналов и подчеркнул относительность этого понятия [16].

Знал ли Эйнштейн об этих мыслях Пуанкаре в то время, когда он раздумывал над проблемами теории относительности, или нет? Эйнштейн не упоминал имени Пуанкаре в своей первой статье 1905 г. С другой стороны, по свидетельству того же Зелига, Эйнштейн до 1904 г. был знаком с книгой «Наука и гипотеза», в которой Пуанкаре хотя и не дает четкой формулировки принципа относительности, но говорит о своих соображениях, касающихся его и понятия одновременности и относительности времени, ссылаясь на свою статью, посвященную специально этим вопросам [17].

Оказали ли влияние указанные идеи Пуанкаре на работы Эйнштейна? По этому вопросу ведется дискуссия (подробнее см. в [18]), мы останавливаться на нем не будем.

Из сказанного можно сделать вывод о том, что логический аспект преемственности, проявляясь объективно, более или менее однозначно устанавливается при методологическом анализе. Имея дело с историко-документальным аспектом — необходимо отыскивать личные свидетельства высказывания того или иного ученого, причем даже на них далеко не всегда можно с уверенностью опереться. Несмотря на такого рода трудности, совместный анализ и сопоставление обоих аспектов преемственности вносит позитивный вклад в исследование общих закономерностей развития науки и, в частности, в изучение индивидуальных особенностей научного творчества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спасский Б. И., Максаков В. В. «История и методология естественных наук», вып. 16. М., 1974, стр. 90—112.
2. Полак Л. С. Квантовая физика от М. Планка до Н. Бора, гл. Макс Планк. М., 1958, стр. 153.
3. Максвелл Д. К. Избранные сочинения по теории электромагнитного поля. М., 1954, стр. 349.
4. Вяльцев А. Н. Дискретное пространство-время. М., 1965.
5. Ахундов М. Д. Проблема прерывности и непрерывности пространства и времени. М., 1974.
6. Ambarzumian V., Ivanenko D. «Zeit. Phys.», 64, 563—567, 1930.
7. Snyder H. «Phys. Rev.», 71, 38—41, 1947.
8. Вернадский В. И. В кн.: «Очерки и статьи», вып. 2, 1922, стр. 35.
9. Sakata S. «Progr. Theor. Phys.», 16, 686, 1956.
10. Кесуана Дж. Возникновение теории относительности. В кн.: «Принцип относительности». М., 1973, стр. 244—270.
11. Poincaré «Comptes Rendus», 140, 1504, 1905.
12. Лоренц К. А. В кн.: «Принцип относительности», § 89—92. М., 1970.
13. Зелиг К. Альберт Эйнштейн. М., 1964, стр. 66.
14. Эйнштейновский сборник. М., 1967, стр. 59.
15. Спасский Б. И. История физики, ч. 2. М., 1946, стр. 166.
16. Пуанкаре А. Измерение времени. «Избранные труды», т. 3. М., «Наука», 1974, стр. 419.
17. Пуанкаре А. Наука и гипотеза. М., 1904, стр. 188, 103.
18. Принцип относительности. М., «Наука», 1973.