

*Р.А.Аронов, В.М.Шемякинский*

## **Два подхода к проблеме взаимоотношения геометрии и физики**

Два подхода к проблеме взаимоотношения геометрии и физики — подход А.Пуанкаре и подход А.Эйнштейна; речь идет о возможностях каждого из них в формировании современной естественнонаучной парадигмы, рождающейся в процессе перехода от классической физики через посредство физики квантовой и релятивистской к предполагаемому их единству. Выполненный в статьях<sup>1</sup> анализ тех трудностей и противоречий, с которыми сталкиваются квантовая и релятивистская физика в исследовании микро- и мегамира, привел к выводу о том, что все эти трудности и противоречия так или иначе связаны с проблемой пространства и времени в физике. В ходе исследования различных сторон этой проблемы одна из них все больше и больше выступала как во многом определяющая по отношению ко всем остальным<sup>2</sup>. В конечном счете она предстала именно как вопрос о разных подходах к проблеме взаимоотношения геометрии и физики, прежде всего о подходах к этой проблеме Пуанкаре и Эйнштейна<sup>3</sup>.

В современной физике господствует мнение, которое наиболее отчетливо выразил В.Гейзенберг в статье «Развитие понятий в физике XX столетия»: эйнштейновский подход к проблеме взаимоотношения геометрии и физики «переоценил возможности геометрической точки зрения. Гранулярная структура материи является следствием квантовой теории, а не геометрии; квантовая же теория касается очень фундаментального свойства нашего описания Природы, которое не содержалось в эйнштейновской геометризации силовых полей»<sup>4</sup>.

Разумеется, можно спорить о том, переоценил эйнштейновский подход возможности геометрической точки зрения или не переоценил. Но представляется бесспорным, что утверждение Гейзенберга: «гранулярная структура материи является следствием квантовой теории, а не геометрии», — является неточным. Материя обладает структурой до, вне и независимо от какой бы то ни было теории. Что же касается геометрии, то хотя из контекста статьи Гейзенберга неясно, о чем именно идет речь — о гносеологическом аспекте проблемы (о геометрии как о фрагменте математики или же об онтологическом (о геометрии реального пространства), однако и в том, и в другом случае структура материи не является следствием геометрии. В первом — по той же причине, по какой она не является следствием квантовой теории. Во втором — потому, что сама геометрия реального пространства является одним из аспектов структуры материи<sup>5</sup>.

Верно, конечно, что квантовая теория отражает такие свойства природы, информация о которых не содержалась в эйнштейновской геометризации силовых полей. Но ведь геометрическая точка зрения и та конкретная форма, в которой она представлена в эйнштейновской попытке геометризации силовых полей, — это отнюдь не одно и то же. В конечном счете именно последнее обстоятельство обусловило то, что успешная реализация геометрической точки зрения в общей теории относительности (ОТО) стимулировала поиски физической теории, которая по метрическим и топологическим свойствам реального пространства и времени могла бы воссоздать (и тем самым объяснить) поведение и свойства элементарных частиц.

Однако ни Эйнштейну, ни его последователям так и не удалось преодолеть многочисленные трудности. В «Автобиографических набросках», написанных Эйнштейном в марте 1955 г. (за месяц до смерти), он отмечает: «Со времени завершения теории гравитации теперь прошло уже сорок лет. Они почти исключительно были посвящены усилиям вывести путем обобщения из теории гравитационного поля единую теорию поля, которая могла бы образовать основу для всей физики. С той же целью работали многие. Некоторые обнадеживающие попытки я впоследствии отбросил. Но последние десять лет привели, наконец, к теории, которая кажется мне естественной и обнадеживающей. Я не в состоянии сказать, могу ли я считать эту теорию физически полноценной; это объясняется пока еще непреодолимыми математическими трудностями; впрочем, такие же трудности представляет применение любой нелинейной теории поля. Кроме того, вообще кажется сомнительным, может ли теория поля объяснить атомистическую структуру вещества и излучения, а так-

же квантовые явления. Большинство физиков, несомненно, ответят убежденным «нет», ибо они считают, что квантовая проблема должна решаться принципиально иным путем. Как бы то ни было, нам остаются в утешение слова Лессинга: «Стремление к истине ценнее, дороже уверенного обладания ею»<sup>6</sup>.

Действительно, сами по себе математические трудности не могут служить аргументом против того направления в развитии физики, которого придерживался Эйнштейн. С аналогичными трудностями сталкиваются и другие направления, поскольку (как это отметил и Эйнштейн) физика с необходимостью переходит от линейных теорий к существенно нелинейным. Главная проблема заключается в том, может ли геометризованная полевая картина физического мира объяснить атомистическую структуру вещества и излучения, а также квантовые явления, может ли она в принципе быть достаточной основой для адекватного отражения квантовых явлений. Нам представляется, что историко-научный и философский анализ тех потенций, которые содержатся в подходах Пуанкаре и Эйнштейна, может пролить свет на некоторые аспекты этой проблемы.

Широко известна замечательная фраза П.С.Лапласа о том, что человеческий разум встречает меньше трудностей, когда он продвигается вперед, чем тогда, когда он углубляется в самого себя. Но продвижение вперед так или иначе связано с углублением разума в самого себя, с изменением оснований, стиля и методов, с пересмотром ценностно-целевых установок научного познания, с переходом от привычной парадигмы к новой, более сложной и именно в силу этого способной восстановить утраченное соответствие разума и действительности.

Одним из первых шагов на этом пути, как известно, стало внеэмпирическое обоснование неевклидовых геометрий, данное «Эрлангенской программой» Ф.Клейна, явившееся одной из предпосылок освобождения физического мышления от пут пространственной картины мира и понимания геометрического описания не как описания арены физических процессов, а как адекватного объяснения динамики физического мира. Это переосмысление роли геометрии в физическом познании привело в конечном счете к построению программы геометризации физики. Однако путь к этой программе лежал через конвенционализм Пуанкаре, распространившего инвариантно-групповой метод Клейна на физику.

В решении проблемы соотношения геометрии и физики Пуанкаре опирался на концепцию «Эрлангенской программы», исходя из представления о геометрии как абстрактной науке, которая сама по

себе не отражает законов внешнего мира: «Математические теории не имеют целью открыть нам истинную природу вещей; такая претензия была бы безрассудной. Единственная цель их – систематизировать физические законы, которые мы узнаем из опыта, но которых мы не могли бы даже и выразить без помощи математики»<sup>7</sup>.

При таком подходе геометрия явно ускользает от опытной проверки: «Если справедлива геометрия Лобачевского, то параллакс очень удаленной звезды будет конечным; если справедлива геометрия Римана, то он будет отрицательным. Эти результаты, по-видимому, допускают опытную проверку; и можно было надеяться, что астрономические наблюдения могут решить выбор между тремя геометриями. Но то, что в астрономии называется прямой линией, есть просто траектория светового луча. Если, следовательно, сверх ожидания, удалось бы открыть отрицательные параллаксы или доказать, что все параллаксы больше известного предела, то представлялся бы выбор между двумя заключениями: мы могли бы или отказаться от евклидовой геометрии, или изменить законы оптики и допустить, что свет распространяется не в точности по прямой линии»<sup>8</sup>.

Исходную посылку физического познания – физика изучает материальные процессы в пространстве и времени – Пуанкаре интерпретирует не как отношение вложения (пространство и время, по Ньютону, являются вместилищами материальных процессов), а как отношение между двумя классами понятий: геометрическими, которые непосредственно в опыте не проверяются, и собственно физическими, логически зависящими от геометрических, но сопоставимыми с результатами опытов. Для Пуанкаре единственным объектом физического познания являются материальные процессы, а пространство интерпретируется как абстрактное многообразие, являясь предметом математического исследования. Как геометрия сама по себе не изучает внешний мир, так физика не изучает абстрактное пространство. Но без отношения к геометрии невозможно понять физические процессы. Геометрия – это предпосылка физической теории, независимая от свойств описываемого объекта.

В эксперименте проверяются лишь совместно геометрия ( $\Gamma$ ) и физические законы ( $\Phi$ ), и, следовательно, возможно произвольное деление на ( $\Gamma$ ) и ( $\Phi$ ) в рамках одних и тех же экспериментальных фактов. Отсюда конвенционализм Пуанкаре: неопределенное отношение геометрии к опыту ведет к отрицанию онтологического статуса как геометрии, так и физических законов и интерпретации их как условных соглашений.

Выход из тупика конвенционализма был найден Эйнштейном. Широко распространенное в нашей литературе заблуждение о сходстве подходов Эйнштейна и Пуанкаре к проблеме взаимоотношения геометрии и физики может быть опровергнуто не только соответствующими цитатами из работ Эйнштейна<sup>9</sup>, но, пожалуй, не менее убедительно это можно сделать, обращаясь к высказываниям основоположника конвенционализма. Вот одно из таких высказываний Пуанкаре по этому поводу, в котором коперниковский переворот в физике предсказывается на основе феноменологической установки конвенционализма: «Если бы мы приняли принцип относительности, то в законе тяготения и в электромагнитных законах нашли бы общую постоянную – скорость света. Точно так же мы встретили бы ее во всех других силах какого угодно происхождения, что можно объяснить только с двух точек зрения: или все, что существует в мире – электромагнитного происхождения, или же это свойство, являющееся, так сказать, общим для всех физических явлений, есть не что иное, как внешняя видимость, что-то связанное с методами наших измерений. Как же мы производим наши измерения? Прежде мы ответили бы: перенося тела, рассматриваемые как твердые и неизменные, одно на место другого; но в современной теории, принимая во внимание сокращение Лоренца, это уже неверно. Согласно этой теории двумя равными отрезками, по определению, будут такие два отрезка, которые свет проходит в одно и то же время. Может быть, достаточно толь. ко отказаться от этого определения, чтобы вся теория Лоренца была совершенно уничтожена, как это случилось с системой Птолемея после вмешательства Коперника? Во всяком случае, если последнее и произойдет, это еще не докажет, что усилия Лоренца были бесполезными, ибо и Птолемей, какого бы мнения о нем ни придерживаться, отнюдь не был бесполезен для Коперника»<sup>10</sup>. Таким образом, даже предвосхищая подход Эйнштейна, Пуанкаре предпочитает оставаться в рамках привычного образа мыслей, основанного на механическом представлении эфира, что приводит к трактовке релятивистских эффектов только как «внешней видимости, ...связанной с методами наших измерений». Поэтому он сравнивает свой подход с подходом Птолемея, а не Коперника.

При построении специальной теории относительности (СТО) Эйнштейн исходил из критического отношения к классическому представлению о материи как веществе. Такой подход определил интерпретацию постоянства скорости света как атрибутивной характеристики поля. С точки зрения Эйнштейна не принцип постоянства

скорости света нуждается в механическом обосновании, а он вынуждает к критическому пересмотру понятий классической механики. Такая гносеологическая постановка проблемы привела к осознанию произвольности предположений об абсолютных пространстве и времени, на которых основывается кинематика классической механики. Но если для Пуанкаре произвольность этих предположений очевидна, то для Эйнштейна она – следствие ограниченности повседневного опыта, на котором основываются эти предположения. Для Эйнштейна бессмысленно говорить о пространстве и времени безотносительно к тем физическим процессам, которые только и придают им конкретное содержание. Поэтому физические процессы, которые не могут быть объяснены на основе привычных классических представлений о пространстве и времени без дополнительных искусственных гипотез, должны вести к пересмотру этих представлений.

Таким образом, опыт участвует в решении проблемы Пуанкаре: «Как раз те обстоятельства, которые причиняли нам раньше мучительные затруднения, и выводят нас на правильный путь после того, как мы получим больше свободы действий, отказавшись от указанных произвольных предположений. Оказывается, что как раз те два, на первый взгляд, несомнимых постулата, на которые указываем нам опыт, а именно: принцип относительности и принцип постоянства скорости света, приводят к вполне определенному решению проблемы преобразований координат и времени»<sup>11</sup>. Следовательно, не сведение к привычному, а критическое отношение к нему, навеянное опытом, является условием корректного решения физической проблемы. Именно такой подход дал возможность Эйнштейну придать преобразованиям Лоренца адекватный физический смысл, которого не заметили ни Лоренц, ни Пуанкаре: первому мешала гносеологическая установка метафизического материализма, основанная на некритическом отношении к физической реальности, второму – конвенционализм, совмещающий критическое отношение к пространственно-временным представлениям классической механики с некритическим отношением к ее представлению о материи.

«Эмансипация понятия поля от предположения о его связи с механическим носителем нашла отражение в психологически наиболее интересных процессах развития физической мысли», – писал Эйнштейн в 1952 году, вспоминая процесс становления СТО<sup>12</sup>. Начиная с работ М.Фарадея и Дж.К.Максвелла и кончая работами Лоренца и Пуанкаре, сознательной целью физиков было стремление укрепить механическую основу физики, хотя объективно этот процесс вел к формированию независимого представления о поле.

Построив СТО, Эйнштейн изгнал из физики покоящийся механический эфир, несовместимый со специальным принципом относительности, но на место абсолютных пространства и времени поставил абсолютное пространство-время. Это, по-прежнему, рождало иллюзорное представление, будто активную роль в природе играют не только тела и поля, но и пространство и время, физические свойства которых не зависят от тел и полей. Таким образом, если в классической механике абсолютное пространство являлось активным участником только механических процессов, то в СТО его действие распространяется и на электромагнитные процессы. С таким пониманием роли абсолютного пространства-времени с СТО даже труднее согласиться, чем с представлением об абсолютных пространстве и времени в классической механике: реальным основанием последних мыслился покоящийся эфир, тогда как реальным основанием поля в СТО мыслился пустое пространство-время.

Таким образом, сохранив «дуализм» физической теории, СТО не устранила коренной порок классической механики. Подчеркивая общий недостаток двух теорий, Эйнштейн отмечал его гносеологический характер: «Подобная теория никоим образом не является логически несостоятельной, но она мало удовлетворительна с теоретико-познавательной точки зрения. Пространство и время в ней играют в некоторой степени роль априорной реальности, в отличие от реальности тел (и полей), которые выступают как реальности, так сказать, вторичные. Это разделение физической реальности на две различные части порождает именно ту неудовлетворенность, которой в общей теории относительности удается избежать»<sup>13</sup>. Неудовлетворенность, о которой пишет Эйнштейн, определяется «дуализмом» физической теории, который был естественнонаучным основанием конвенционализма Пуанкаре. Для автора теории относительности конвенционализм как гносеологическая концепция, отрицающая объективный характер научного знания, был неприемлем.

Последовательно провести свою гносеологическую установку Эйнштейн смог лишь при построении ОТО. Известно, что уже в 1908 году он осознает возможность с помощью принципа эквивалентности, учитывающего факт равенства инертной и тяжелой масс, исключить из физики понятие абсолютного пространства. Но только через семь лет удалось построить ОТО. «Главная трудность, — писал Эйнштейн, — заключается в следующем: не так легко освободиться от представления, что координаты имеют прямой метрический смысл»<sup>14</sup>. Ключ к разрешению этой трудности был найден в

римановой концепции геометрии с переменной метрикой. Идея Римана о связи метрики с физическими причинами содержала в себе реальную возможность построения физической теории, исключающей представление о пустом пространстве, обладающем заданной метрикой и способном воздействовать на материальные процессы, не подвергаясь обратному действию.

Непосредственно воплощая в физической теории эту идею Римана, используя риманову геометрию, исключающую физический смысл координат, ОТО как раз и дает физическую интерпретацию римановой метрики: «Согласно общей теории относительности, метрические свойства пространства-времени причинно не зависят от того, чем это пространство-время наполнено, но определены этим последним»<sup>15</sup>. При таком подходе пространство как нечто физическое с заранее заданными геометрическими свойствами вообще исключается из физического представления реальности. Устранение причинной зависимости между материей и пространством и временем отнимало у «пространства и времени последний остаток физической предметности»<sup>16</sup>. Но это не означало отрицание их объективности: «Пространство и время были лишены ... не своей реальности, а своей каузальной абсолютности (влияющее, но не поддающееся влиянию)»<sup>17</sup>. ОТО доказывала объективность пространства и времени, установив однозначную связь между геометрическими характеристиками пространства и времени и физическими характеристиками гравитационных взаимодействий.

Построение ОТО существенным образом основывается на философском положении о первичности материи по отношению к пространству и времени: «В соответствии с классической механикой и согласно специальной теории относительности, пространство (пространство-время) существует независимо от материи (т.е. вещества — Р.А., В.Ш.) или поля... С другой стороны, согласно общей теории относительности, не существует отдельно пространство, как нечто противоположное «тому, что заполняет пространство»... Пустое пространство, т.е. пространство без поля, не существует. Пространство-время существует не само по себе, но только как структурное свойство поля»<sup>18</sup>. Таким образом, отрицание пустого пространства у Эйнштейна выполняет конструктивную роль, так как связано с введением полевого представления в физическую картину мира. Поэтому Эйнштейн подчеркивает, что ход мыслей, приведший к построению ОТО, «существенно основан на понятии поля как независимом понятии»<sup>19</sup>. Этим подход автора ОТО отличается не только

от подхода Пуанкаре, но и от подхода Э.Маха, стремившегося освободиться от пустого пространства, оставаясь в рамках механической картины мира<sup>20</sup>.

В решении проблемы соотношения геометрии и физики в рамках конвенционализма следует различать два аспекта. С одной стороны, язык геометрии необходим для формулировки физических законов. С другой стороны, геометрическая структура не зависит от свойств физической реальности. Для Пуанкаре неважно, какова используемая в физике геометрия; важно лишь то, что без нее невозможно выразить физические законы. Такое понимание роли геометрии в физике ведет к отрицанию ее познавательной функции, а это для Эйнштейна неприемлемо. Для него выбор геометрии при построении физической теории подчинен высшей цели физики – познанию материального мира. Переход от евклидовой геометрии к геометрии Минковского, а от последней к геометрии Римана при переходе от классической механики к СТО, а затем к ОТО был обусловлен не только и не столько осознанием тесной связи используемой геометрии в физике с проблемой физической реальности. С точки зрения Эйнштейна, геометрия в физике не только определяет структуру физической теории, но и определяется структурой физической реальности<sup>21</sup>. Только совместное выполнение физической геометрией этих двух функций позволяет избежать конвенционализма.

«В силу естественного отбора, – писал Пуанкаре, – наш ум приспособился к условиям внешнего мира, он усвоил себе геометрию наиболее выгодную для вида, или, другими словами, наиболее удобную... Геометрия не истинна, а только выгодна»<sup>22</sup>. Ум человека, действительно, приспособился к условиям внешнего мира, в том числе к метрическим свойствам реальных пространства и времени соответствующей области внешнего мира и поэтому усвоил себе ту геометрию, которая оказалась адекватной действительности и лишь вследствие этого более удобной<sup>23</sup>. Другое дело геометрия как элемент теории. Она может отражать метрические свойства реальных пространства и времени, а может и не отражать их, но быть геометрией некоего абстрактного пространства, с помощью которого в теории воссоздаются свойства материальных взаимодействий. В первом случае решается вопрос о ее истинности или ложности, во втором – о ее выгодности. Абсолютизация второго решения, сведение к нему проблемы взаимоотношения геометрии и реальности – следствие неправомерного отождествления абстрактного пространства и реальных пространства и времени (одного из проявлений того, что впоследствии получило название пифагорейского синдрома – отожд-

дествления тех или иных элементов математического аппарата теории с соответствующими элементами реальности, существующими до, вне и независимо от какой бы то ни было теории)<sup>24</sup>.

По существу, именно об этом пишет Эйнштейн в статье «Геометрия и опыт», отмечая, что подход Пуанкаре к проблеме взаимоотношения геометрии и физики исходит из того, что «о поведении реальных вещей геометрия ( $\Gamma$ ) ничего не говорит», в ней «непосредственная связь между геометрией и физической реальностью оказывается уничтоженной»<sup>25</sup>. Все остальные суждения – о том, что «это поведение описывает только геометрия вместе с совокупностью физических законов ( $\Phi$ )... что только сумма ( $\Gamma$ ) + ( $\Phi$ ) является предметом проверки на опыте», что «можно произвольно выбирать как ( $\Gamma$ ), так и отдельные части ( $\Phi$ )»<sup>26</sup> – как нетрудно понять, вытекают из этих исходных посылок. Однако обе они ложны. Геометрия реального пространства «говорит» о поведении реальных вещей, метрические свойства пространства и времени и свойства соответствующих материальных взаимодействий связаны друг с другом в объективной действительности. В физической теории по метрическим свойствам пространства и времени некоторой пространственно-временной области объективной действительности судят о соответствующих свойствах господствующих в этой области материальных взаимодействий, по геометрии судят о физике, по ( $\Gamma$ ) судят о ( $\Phi$ ).

Однако процесс воссоздания свойств материальных взаимодействий по соответствующим метрическим свойствам пространства и времени – не экспериментальная, а чисто теоретическая процедура. Как чисто теоретическая процедура она в принципе не отличается от процесса воссоздания в теории этих же свойств материальных взаимодействий с помощью метрических свойств не реальных пространства и времени, а соответствующих подходящим образом организованных абстрактных пространств. Отсюда, с одной стороны, а) иллюзия о том, что только сумма ( $\Gamma$ ) и ( $\Phi$ ) является предметом проверки на опыте, что теоретик может произвольно выбирать геометрию как фон для изучения материальных взаимодействий; с другой стороны, б) рациональное зерно концепции взаимоотношения геометрии и физики Пуанкаре: геометрии как компоненты теории, с помощью которых теоретик воссоздает свойства материальных взаимодействий, действительно могут быть различными, и в этом смысле теория содержит в себе элемент конвенциональности.

Однако никакого конвенционализма в этом нет. Во-первых, потому, что ( $\Gamma$ ) и ( $\Phi$ ) не являются независимыми друг от друга не только в объективной действительности, но и в теории: мы не можем

произвольно выбирать геометрию в теории, мы выбираем ее всегда таким образом, чтобы с помощью соответствующей геометрии (Г) воссоздать в теории свойства реальных взаимодействий (Ф). Во-вторых, потому, что вопрос о том, какая из геометрий, с помощью которых в теории воссоздаются свойства материальных взаимодействий, адекватно представляет в ней метрические свойства реального пространства и времени, внутри теории решен быть не может; он выходит за пределы теории, в область эксперимента. И в этом все дело.

В последнее время подход Пуанкаре к проблеме взаимоотношения геометрии и физики получил дальнейшее развитие в ряде работ, в которых ОТО противопоставляется релятивистская теория гравитации А.А.Логунова (РТГ)<sup>27</sup>. В основе последней лежат: а) т.н. принцип геометризации, в соответствии с которым в теории можно воссоздать свойства гравитационных взаимодействий как по свойствам искривленного пространства-времени Римана, так и с помощью плоского пространства-времени Минковского; б) тезис о том, что только плоское пространство-время Минковского адекватно представляет в теории реальные пространство и время, тогда как искривленное пространство-время Римана выступает в ней лишь как некое «эффективное» пространство. Логунов полагает, что «геометрия пространства-времени для всех физических полей является псевдоевклидовой (пространство Минковского)»<sup>28</sup>. Он упрекает Эйнштейна и Гильберта в том, что «эти два великих ученых покинули удивительной простоты пространство Минковского... и вошли в дебри римановой геометрии, которые затянули последующие поколения физиков»<sup>29</sup>.

Апелляция к идее «удивительной простоты» при ближайшем рассмотрении оказывается весьма сложным аргументом. Уже Эйнштейн, критикуя принцип простоты Пуанкаре, который он использовал для обоснования выбора евклидовой геометрии при построении физической теории, отметил, что «существенно не то, что одна лишь геометрия устроена наиболее простым образом, а то, что наиболее простым образом устроена вся физика (в том числе геометрия)»<sup>30</sup>.

В статье Я.Б.Зельдовича и Л.П.Грищука «Тяготение, общая теория относительности и альтернативные теории» подчеркивается, что основной мотив, который привел Логунова к отрицанию эйнштейновского подхода к проблеме взаимоотношения геометрии и физики — независимо от субъективных намерений автора РТГ, — не столько физической, сколько психологической природы<sup>31</sup>. Действительно, в основе критического подхода автора РТГ к ОТО лежит стремление остаться в рамках привычного (а тем самым и простого)

стиля мышления. Но ведь жесткая связь привычного и простого, обоснование простоты привычным – это идеал психологического стиля мышления.

Эволюция физики убедительно доказывает, что то, что является привычным и простым для одного поколения физиков, может быть непонятным и сложным для другого поколения. Гипотеза механического эфира – яркий пример этого. Отказ от привычного и простого – неизбежный спутник расширения опыта, освоения новых областей природы и знания. Каждому крупному продвижению науки сопутствовали утрата привычного и простого, а затем – изменение самого представления о них. Короче, привычное и простое – категории исторические<sup>32</sup>. Поэтому не сведение к привычному, а стремление понять реальность является высшей целью науки: «Наша постоянная цель – все лучшее и лучшее понимание реальности... Чем проще и фундаментальнее становятся наши допущения, тем сложнее математическое орудие нашего рассуждения; путь от теории к наблюдению становится длиннее, тоньше и сложнее. Хотя это и звучит парадоксально, но мы можем сказать: современная физика проще, чем старая физика, и поэтому она кажется более трудной и запутанной»<sup>33</sup>.

Главный недостаток психологического стиля мышления связан с игнорированием гносеологического аспекта научных проблем, в рамках которого только и возможно критическое отношение к интеллектуальным привычкам, исключающим четкое разделение происхождения и сущности научных представлений. Действительно, классическая механика предшествует квантовой механике и СТО, а последняя – возникновению ОТО. Но это еще не значит, что предшествующие теории превосходят последующие в ясности и отчетливости, как это предполагается в рамках психологического стиля мышления. С гносеологической точки зрения СТО и квантовая механика проще и понятнее классической механики, а ОТО проще и понятнее СТО. Вот почему «на научных семинарах... неясное место в каком-либо классическом вопросе вдруг кем-то иллюстрируется на хорошо знакомом квантовом примере, – и вопрос становится вполне «прозрачным»<sup>34</sup>.

Вот почему и «дебри римановой геометрии» приближают нас к адекватному пониманию физической реальности, в то время как «удивительной простоты пространство Минковского» отдаляет от него. Эйнштейн и Гильберт «вошли» в эти «дебри» и «затянули» в них «последующие поколения физиков» именно потому, что их интересовало не только и не столько то, насколько просты или сложны

метрические свойства абстрактного пространства, с помощью которого можно описать в теории реальные пространство и время, сколько то, каковы метрические свойства этих последних. В конечном счете именно поэтому и Логунов вынужден прибегнуть к «эффективному» пространству римановой геометрии для описания гравитационных эффектов в дополнение к используемому в РТГ пространству Минковского, ибо лишь первое из этих двух пространств адекватно представляет в РТГ (так же, как и в ОТО) реальные пространство и время<sup>35</sup>.

Гносеологические промахи РТГ при философском подходе к ней легко обнаруживаются. Логунов пишет, что «даже обнаружив опытным путем риманову геометрию, не надо спешить делать вывод о структуре геометрии, которую необходимо положить в основу теории»<sup>36</sup>. Это рассуждение аналогично рассуждению Пуанкаре: как основоположник конвенционализма настаивал на сохранении евклидовой геометрии независимо от результатов опытов, так и автор РТГ настаивает на сохранении заданной геометрии Минковского как основы всякой физической теории. Основанием такого подхода является в конечном счете пифагорейский синдром, онтологизация абстрактного пространства Минковского<sup>37</sup>.

Мы уже не говорим о том, что существование пространства-времени как вместилища событий, обладающего странной способностью вызывать инерциальные эффекты в материи, не подвергаясь обратному воздействию, становится при этом неизбежным постулатом. Такое представление по своей искусственности превосходит даже гипотезу механического эфира, на что мы уже обращали внимание выше, сравнивая классическую механику и СТО. Оно в принципе противоречит ОТО, так как «одно из достижений общей теории относительности, ускользнувшее, насколько известно, от внимания физиков», заключается в том, «что отдельное понятие пространства... становится излишним. В этой теории пространство — это не что иное как четырехмерность поля, а не что-то существующее само по себе»<sup>38</sup>. Исходить при описании гравитации из геометрии Минковского и одновременно использовать риманову геометрию для Эйнштейна означает проявлять непоследовательность: «Оставаться при более узкой группе и одновременно брать более сложную структуру поля (ту же, как в общей теории относительности) означает наивную непоследовательность. Грех остается грехом, хотя бы его совершали мужи, в остальном почтенные»<sup>39</sup>.

ОТО, в которой по метрическим свойствам искривленного пространства-времени Римана воссоздаются свойства гравитационных взаимодействий, свободна от этих гносеологических неувязок: «Пре-

красное изящество общей теории относительности... вытекает непосредственно из геометрической трактовки. Благодаря геометрическому обоснованию, теория получила определенную и нерушимую форму... Опыт либо ее подтверждает, либо опровергает... Интерпретируя гравитацию как действие силовых полей на вещество, определяют лишь весьма общую систему отсчета, а не единственную теорию. Можно построить множество общековариантных вариационных уравнений и... лишь наблюдения могут удалить такие нелепости как теорию гравитации, основанную на векторном и скалярном поле или на двух тензорных полях. В противоположность этому, в рамках геометрической трактовки Эйнштейна подобные теории оказываются абсурдными с самого начала. Они устраняются философскими аргументами, на которых основывается эта трактовка»<sup>40</sup>. Психологическая уверенность в истинности ОТО основывается не на ностальгии по привычному стилю мышления, а на ее монистичности, целостности, замкнутости, логической последовательности и отсутствии гносеологических промахов, характерных для РТГ<sup>41</sup>.

Одним из основных гносеологических промахов РТГ является, по нашему глубокому убеждению, ее исходная гносеологическая установка, согласно которой внутритеоретических критериев достаточно для решения вопроса о том, какое из абстрактных пространств теории адекватно представляет в ней реальное пространство и время. Эта гносеологическая установка, несовместимая с той, которая лежит в основе ОТО, с легкой руки Гейзенберга, приписывается... Эйнштейну, который-де в беседе с ним весной 1926 г. в Берлине сформулировал ее в еще более общем виде как утверждение о том, что не эксперимент, а теория определяет, что поддается наблюдению<sup>42</sup>.

Между тем, как это ни покажется парадоксальным на первый взгляд, вопреки господствующему в научном сообществе мнению (в том числе и мнению самого Гейзенберга) Эйнштейн на самом деле говорил ему тогда не об этом, а совсем о другом. Воспроизведем соответствующее место из доклада «Встречи и беседы с Альбертом Эйнштейном» (сделанного Гейзенбергом 27 июля 1974 г. в Ульме), в котором Гейзенберг вспоминал об этой беседе с Эйнштейном, в ходе которой он возражал против сформулированного Гейзенбергом принципа наблюдаемости: «Каждое наблюдение, аргументировал он, предполагает однозначно фиксируемую нами связь между рассматриваемым нами явлением и возникающим в нашем сознании чувственным ощущением. Однако мы можем уверенно говорить об этой связи лишь при условии, что известны законы природы, которыми она определяется. Если же – что явно имеет место в современной атом-

ной физике – сами законы ставятся под сомнение, то теряет свой ясный смысл также и понятие «наблюдение». В такой ситуации теория прежде всего должна определить, что поддается наблюдению»<sup>43</sup>.

Заключительные слова Эйнштейна в соответствующем контексте, действительно, могут создать впечатление, что не эксперимент, а теория определяет, что поддается наблюдению. Между тем в подлинном контексте они имеют иной смысл. Как нетрудно понять, Эйнштейн говорил Гейзенбергу, что физика столкнулась с новой ситуацией, с новой областью, в которой неизвестные нам законы природы ставятся под сомнение. В этом случае опираться на них в решении вопроса о том, что поддается наблюдению, естественно, нельзя. Помочь в его решении может теория, описывающая эту область объективной действительности, т.е. описывающая то, что поддается в ней наблюдению. Но для того, чтобы теория могла сыграть эту роль, мы должны быть уверены, что она правильно описывает эту область объективной действительности. А для этого, как неоднократно отмечал Эйнштейн, внутритеоретических критериев недостаточно, необходима «проверка экспериментом»<sup>44</sup>: лишь эксперимент с тем, что поддается наблюдению, может ответить на вопросы о том, истинна ли теория, адекватно или неадекватно представлено в ней то, что поддается наблюдению. «Если такое соответствие не может быть достигнуто с большой достоверностью.., – подчеркивал Эйнштейн, – то логический механизм не будет иметь никакой ценности для «познания реальности» (например, тенология)»<sup>45</sup>.

Исходная гносеологическая установка РТГ Логунова – следствие сравнительно несложного паралогизма – отождествления необходимого условия адекватности теоретических структур объективной реальности с ее достаточным условием. Как нетрудно понять, в конечном счете именно этим объясняются логико-гносеологические ошибки, которые лежат в основе РТГ и ее противопоставления ОТО, – использование лишь внутритеоретических критериев в решении вопроса о том, какое из абстрактных пространств теории адекватно представляет в ней реальные пространство и время, и неправомерное отождествление его с ними, – по существу, те же самые логико-гносеологические ошибки, которые лежали в основе подхода Пуанкаре к проблеме взаимоотношения геометрии и физики<sup>46</sup>.

Что бы ни говорилось о подходе Эйнштейна к проблеме взаимоотношения геометрии и физики, выполненный нами анализ свидетельствует о том, что вопрос о возможностях этого подхода в формировании современной естественнонаучной парадигмы остается открытым. Он остается открытым до тех пор, пока не доказано

существование таких свойств материальных явлений, которые никак не связаны со свойствами пространства и времени. И напротив, благоприятные перспективы подхода Эйнштейна обусловлены в конечном счете тем, что все более и более определенно обнаруживается связь метрических и топологических свойств пространства и времени с различными не пространственно-временными свойствами материальных явлений<sup>47</sup>. В то же время историко-научный и философский анализ подхода Пуанкаре к проблеме взаимоотношения геометрии и физики приводит к выводу о его бесперспективности как альтернативы подходу Эйнштейна. Об этом же свидетельствует и анализ попыток его реанимации, предпринятых в работах Логунова с сотрудниками.

## Примечания

- <sup>1</sup> Аронов Р.А. К проблеме пространства и времени в физике элементарных частиц // *Философские проблемы физики элементарных частиц*. М., 1963. С. 167; *Он же*. Проблема пространственно-временной структуры микромира // *Философские вопросы квантовой физики*. М., 1970. С. 226; *Он же*. К вопросу о логике микромира // *Вопр. философии*. 1970. № 2. С. 123; *Он же*. ОТО и физика микромира // *Классическая и квантовая теория гравитации*. Мн., 1976. С. 55; *Aronov R.A.* To the philosophical foundations of the superunification program // *Logic, Methodology and Philosophy of Science*. Moscow, 1983. P. 91.
- <sup>2</sup> См.: *Аронов Р.А.* К проблеме взаимоотношения пространства, времени и материи // *Вопр. философии*. 1978. № 9. С. 175; *Он же*. О методе геометризации в физике. Возможности и границы // *Методы научного познания и физика*. М., 1985. С. 341; *Аронов Р.А., Князев В.Н.* К проблеме взаимоотношения геометрии и физики // *Диалектический материализм и философские вопросы естествознания*. М., 1988. С. 3.
- <sup>3</sup> См.: *Аронов Р.А.* Размышления о физике // *Вопросы истории естествознания и техники*. 1983. № 2. С. 176; *Он же*. Два подхода к оценке философских взглядов А.Пуанкаре // *Диалектический материализм и философские вопросы естествознания*. М., 1985. С. 3; *Аронов Р.А., Шемякинский В.М.* Философское обоснование программы геометризации физики // *Диалектический материализм и философские вопросы естествознания*. М., 1983. С. 3; *Он же*. Об основаниях геометризации физики // *Философские проблемы современного естествознания*. Киев, 1986. В. 61. С. 25.
- <sup>4</sup> *Гейзенберг В.* Развитие понятий в физике XX века // *Вопр. философии*. 1975. № 1. С. 87.
- <sup>5</sup> См.: *Аронов Р.А.* Могут ли пространство и время разделить судьбу теплохода и флогистона? // *Физическая теория и реальность*. Воронеж, 1976. С. 101; *Он же*. Являются ли пространство и его свойства абстракциями? // *Диалектический материализм и философские вопросы естествознания*. М., 1981. С. 3.
- <sup>6</sup> *Эйнштейн А.* Собр. науч. тр. М., 1967. Т. 4. С. 355-356.
- <sup>7</sup> *Пуанкаре А.* О науке. М., 1983. С. 131.
- <sup>8</sup> Там же. С. 54. Следует подчеркнуть, что, говоря о геометрии Римана в контексте с геометриями Евклида и Лобачевского, Пуанкаре имеет в виду сферическую геометрию Римана, геометрию постоянной положительной кривизны, которая, как и две другие, вписывается в концепцию «Эрлангенской программы», а не риманову геометрию с переменной метрикой, которую Эйнштейн использовал при построении ОТО.
- <sup>9</sup> См.: *Суворов С.Г.* Эйнштейн: становление теории относительности и некоторые гносеологические уроки // *Успехи физ. наук*. 1979. Т. 128, вып. 3. С. 459; *Аронов Р.А.* О философской оценке научного наследия Эйнштейна // *Успехи физ. наук*. 1980. Т. 132, вып. 3. С. 589; *Он же*. О методе геометризации в физике. Возможности и границы // *Методы научного познания и физика*. М., 1985. С. 341.
- <sup>10</sup> *Пуанкаре А.* Избранные. тр. М., 1974. Т. 3. С. 436.

- 11 Эйнштейн А. Собр. научных тр. М., 1965. Т. 1. С. 183.
- 12 Там же. Т. 2. С. 751.
- 13 Там же. С. 407-408.
- 14 Там же. Т. 4. С. 283.
- 15 Там же. Т. 2. С. 408.
- 16 Там же. Т. 1. С. 459.
- 17 Там же. Т. 4. С. 87.
- 18 Там же. Т. 2. С. 757-758.
- 19 Там же. С. 756.
- 20 См.: Аронов Р.А. Формирование общей теории относительности и принцип Маха // Диалектический материализм и философские проблемы естественных наук. М., 1979. С. 26; Аронов Р.А., Болотовский Б.М., Мицкевич Н.В. Элементы материализма и диалектики в формировании философских взглядов А.Эйнштейна // Вопр. философии. 1979. № 11. С. 56.
- 21 См.: Аронов Р.А. Две точки зрения на природу физической реальности // Филос. науки. 1991. № 6. С. 178; Он же. Эйнштейн и физическая реальность // Филос. науки. 1995. № 2-4. С. 63.
- 22 Пуанкаре А. О науке. С. 62.
- 23 См. Аронов Р.А., Терентьев В.В. Существуют ли нефизические формы пространства и времени? // Вопр. философии. 1988. № 1. С. 78.
- 24 См.: Аронов Р.А. Пифагорейский синдром в современной физике // Тезисы докладов и выступлений на X Всесоюзной конференции по логике, методологии и философии науки (секции 6-7). Минск, 1990. С. 3; Он же. Пифагорейский синдром в науке и философии // Вопр. философии. 1996. № 4. С. 134; Он же. Театр абсурда: нужен ли он современной физике? // Вопр. философии. 1997. № 12. С. 39.
- 25 Эйнштейн А. Собрани. науч. тр. Т. 2. С. 86.
- 26 Там же.
- 27 См.: Логунов А.А., Мествиришвили М.А. Основы релятивистской теории гравитации. М., 1985; Логунов А.А. Рейхенбах, Эйнштейн и современные представления о пространстве и времени // Рейхенбах Г. Философия пространства и времени. М., 1985. С. 314; Логунов А.А. Релятивистская теория гравитации // Успехи физ. наук. 1990. Т. 160, вып. 8. С. 135; Логунов А.А. Теория классического гравитационного поля // Успехи физ. наук. 1995. Т. 165, № 2. С. 187.
- 28 Логунов А.А., Мествиришвили М.А. Основы релятивистской теории гравитации. С. 8.
- 29 Там же. С. 6.
- 30 Эйнштейн А. Собр. науч. тр.. Т. 4. С. 305.
- 31 Зельдович Я.Б., Гришук Л.П. Тяготение, общая теория относительности и альтернативные теории // Успехи физ. наук. 1986. Т. 148, вып. 4. С. 702.
- 32 См.: Аронов Р.А. Пифагорейский синдром в науке и философии // Вопр. философии. 1996. № 4. С. 144-145.
- 33 Эйнштейн А. Собр. научных тр. Т. 4. С. 492-493.
- 34 Марков М.А. О природе материи. М., 1976. С. 39; см. в этой связи: Аронов Р.А. Об основаниях «нового способа мышления о явлениях природы» // Вопр. философии. 2001. № 5. С. 149.

- <sup>35</sup> См.: *Зельдович Я.Б., Гришук Л.П.* Указ.соч.; *Сахаров А.Д.* Послесловие // *Природа*. 1988. № 4. С. 26; *Бурланков Д.Е.* Объясняет ли РТГ гравитационные эффекты? // *Ядерная физика*. 1989. Т. 50, вып. 1. С. 278; *Гришук Л.П.* Общая теория относительности — знакомая и незнакомая // *Успехи физ.х наук*. 1990. Т. 160, вып. 8. С. 147.
- <sup>36</sup> *Логунов А.А.* Релятивистская теория тяготения // *Природа*. 1987. № 1. С. 42.
- <sup>37</sup> См.: *Аронов Р.А.* Пифагорейский синдром в науке и философии // *Вопр. Философии*. 1996. № 4. С. 141-142.
- <sup>38</sup> *Эйнштейн А.* Собр. науч. тр. Т. 4. С. 330.
- <sup>39</sup> Там же. С. 287.
- <sup>40</sup> *Дикке Р.* Теория гравитации и наблюдения // *Эйнштейновский сборник*. 1969—1970. М., 1970. С. 118-119.
- <sup>41</sup> См.: *Аронов Р.А.* О философской оценке научного наследия Эйнштейна // *Успехи физ. Наук*. 1980. Т. 132, вып. 3. С. 589; *Он же.* Размышления о физике // *Вопр. истории естествознания и техники*. 1983. № 2. С. 176; *Аронов Р.А., Шемякинский В.М.* Об основаниях геометризации физики // *Философские проблемы современного естествознания*. С. 25.
- <sup>42</sup> См: *Гейзенберг В.* Шаги за горизонт. М., 1987. С. 84.
- <sup>43</sup> Там же. С. 83—84; см. также: *Аронов Р.А.* Квантовый парадокс Зенона // *Природа*. 1992. № 12. С. 76; *Аронов Р.А., Шемякинский В.М.* Адаптация физики в системе культуры // *Физика в системе культуры*. М., 1996. С. 37.
- <sup>44</sup> *Эйнштейн А.* Письмо М.Соловину от 7 мая 1959 года. Цит. по статье: *Бернштейн М.А.* Эйнштейн о научном творчестве // *Эйнштейновский сборник* 1968. М., 1968. С. 196.
- <sup>45</sup> Там же; см. также: *Аронов Р.А., Пайс А.* Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна // *Филос. науки*. 1991. № 7. С. 179; *Аронов Р.А., Шемякинский В.М.* К вопросу о парадоксальности программы геометризации физики // *Философия, человек, наука*. М., 1992. С. 101.
- <sup>46</sup> См.: *Аронов Р.А. Рейхенбах*, Эйнштейн и современные представления о пространстве и времени // *Диалектический материализм и философские вопросы естествознания*. М., 1987. С. 3; *Аронов Р.А., Терентьев В.В.* Существуют ли нефизические формы пространства и времени? // *Вопр. философии*. 1988. № 1. С. 81; *Аронов Р.А.* Пифагорейский синдром в науке и философии // *Вопр. Философии*. 1996. № 4. С. 134.
- <sup>47</sup> См.: *Аронов Р.А., Угаров В.А.* Пространство, время и законы сохранения // *Природа*. 1978. № 10. С. 99; *Аронов Р.А.* К проблеме пространственно-временных и причинных отношений в квантовой физике // *Вопр. философии*. 1984. № 4. С. 95; *Он жн.* Философские основания математики и синдром Хлодвига // *Природа*. 1992. № 3. С. 87.