



## *Общие вопросы философии и истории науки*

### **ПРОБЛЕМА РОСТА НАУЧНОГО ЗНАНИЯ**

*Р.М. Нугаев*

Начиная с Нового времени, с Фрэнсиса Бэкона и Исаака Ньютона прогресс научного познания ассоциируется с кумулятивным ростом «фактов», позитивных эмпирических данных о внешнем мире. «Hypothesis non fingo!» – вызывающе (и не совсем обоснованно) парировал создатель классической механики на критические замечания (вполне резонные), относившиеся к закону всемирного тяготения. Они были связаны с отсутствием действительного объяснения глубоких, сущностных «причин», заставляющих весомые тела неудержимо стремиться друг к другу. (Более того, тяготение, интерпретируемое как внутреннее стремление к взаимодействию между каждой парой частиц материи, было типичным скрытым качеством, «побуждением к падению» критиковавшейся Ньютоном схоластики.)

Первым «звонком», заставившим очнуться от эмпиристской эйфории, вызванной бурным потоком классических «протокольных предложений опыта», стала квантово-релятивистская научная революция, произошедшая на рубеже XIX и XX вв. Наивные фальсификационистские попытки оправдаться за счет обращения к «критическим экспериментам» Майкельсона – Морли и Люммера – Принсгейма были быстро приостановлены исследованиями историков науки. Последовавшее обращение философов науки к систематическому анализу историко-научного материала привело к созданию

постпозитивистских моделей динамики науки, одним из свойств которых стал, увы, релятивизм. «Мы можем для большей точности отказаться здесь от дополнительного предположения, явного или неявного, что изменения парадигм ведут за собой ученых и студентов и подводят их все ближе и ближе к истине», – резюмировал бесспорный лидер этого направления американский историк, социолог и философ науки Томас Кун [1].

Повсеместное распространение постпозитивистских моделей привело к становлению постмодернистского, если так можно выразиться, «мировоззрения». Одна из хорошо известных особенностей последнего – ироническое, скептическое отношение к «Большим Нарративам» (Ж.Б.Льотар) и обусловленное им размывание критериев научности и карнаповской демаркационной линии, отделявшей естественные науки (*hard sciences*) от бесстыдных и неумных спекуляций социогуманитарного знания (*soft sciences*). В частности, повсеместно признаваемый факт социокультурной детерминации [2] естественно-научного знания, вне всякого сомнения, сближает последнее с социальными и гуманитарными науками.

Но как «дело Сокала» [3], так и связанная с ним полемика [4] ясно свидетельствуют о том, что сами представители *hard sciences* отнюдь не спешат стирать грани, отличающие их область от *soft sciences*. Сомневающимся мы предложили бы самим попытаться объяснить естественникам суть постмодернистского подхода к структуре и динамике научного знания. Тем не менее цель данной статьи отнюдь не состоит в том, чтобы «почти с математической точностью» доказать сам факт роста научного знания или выявить, наконец, ту мистическую грань, отделяющую знание социогуманитарное от знания научного, которая, говоря словами Ларошфуко, «похожа на привидение: все о ней говорят, но никто еще ее не видел». Автор ставит перед собой гораздо более скромную задачу – попытаться ответить на следующий конкретный вопрос: *имеет ли интуитивное убеждение подавляющего большинства представителей точного естествознания в росте научного знания устойчивые основания в современной философии науки?*

Хотелось бы все-таки подчеркнуть, что проблема не столь проста, как это может показаться. Мало кто сомневается в том, что наука «прогрессирует». Не сомневается в этом и автор данной статьи, и он принимает это утверждение за очевидный историко-научный «факт», не нуждающийся в доказательстве. Современные научные теории точнее, глубже, полнее, чем теории, скажем, XIX в. Вопрос не в том, «прогрессирует» ли наука, но в том, отражается ли этот прогресс на *содержании* научных теорий?

Можно ли выделить в содержании научного знания блоки, имеющие *непреходящее* научное значение, блоки, которые способны пережить научные революции и перейти от одной фундаментальной теории к другой? В чем эти блоки состоят? Какие элементы образуют их структуру?

«*Факты*»? Но они «теоретически нагружены». Попадая в различные теоретические контексты, они существенным образом трансформируются. Например, сторонники классической ньютоновской механики и сменившей ее теории относительности один и тот же термин – «масса» – оценивали с диаметрально противоположных позиций [5]. Аналогично в ньютоновской теории гравитации и в эйнштейновской общей теории относительности термин «сила» трактуется принципиально по-разному.

«*Теории*»? Но сравним между собой четыре последовательно сменившие друг друга «парадигмы», научные картины мира: Аристотеля, Ньютона, Эйнштейна и Виттена. Разве они похожи на фотографии одного и того же объекта, сделанные со все большей степенью точности? Что общего у утверждения о том, что «природа боится пустоты», с тезисом, согласно которому суперструны составляют базисные элементы мироздания, в количественном отношении описываемом лагранжианом, заданном в суперпространстве?

С нашей точки зрения, один из удовлетворительных ответов на поставленный выше вопрос дается методологией научно-исследовательских программ. Рост научного знания состоит в росте *эмпирического содержания* научных теорий, выдвигаемых в рамках конкурирующих научных программ. Несмотря на то что одновременно могут и должны разрабатываться несколько программ, для решения теоретических, эмпирических и прикладных проблем ученые должны пользоваться только одной теорией – той, которая обеспечивает больший по сравнению со всеми остальными, эмпирически-прогрессивный сдвиг в решении проблем.

Тем не менее данный подход содержит ряд трудностей, одна из которых состоит в следующем (чрезвычайно часто встречающаяся ситуация). Пусть у нас есть две программы, которые конкурируют друг с другом, но конкурируют весьма своеобразно. Одна обеспечивает эмпирически-прогрессивный сдвиг в решении проблем в одной области, а другая – в другой (пример – программы Лоренца и Эйнштейна в электродинамике движущихся тел). Какая из этих программ предпочтительнее?

Мы имели бы ясный ответ на этот вопрос в том и только в том случае, если бы конкурирующие программы были *альтернативными*. Именно в этом случае решение принять одну программу автоматически

означает отказ от принятия другой. В этом случае также каждый успех одной программы превращается в *контрпример, аномалию* для другой.

Цель данной статьи – показать, как можно попытаться избежать некоторых трудностей на основе результатов, полученных британским философом науки Нэнси Картрайт. Суть предлагаемого уточнения методологии научно-исследовательских программ состоит в следующем: *действительный рост эмпирического содержания сменяющих друг друга теорий связан с ростом причинных объяснений*. Подчеркнем, что речь идет о *действительных* причинных объяснениях, связанных с реальными, объективными, бесспорными для всех причинами и с такими же следствиями. Эти причинно-следственные связи настолько реальны, что у нас всегда есть определенный прибор, фиксирующий эти связи, связывающий два разных по природе явления. Скажем, в хорошо известном опыте Эрстеда связаны отклонение магнитной стрелки и величина протекающего по проводнику магнитного тока. Реальность этой связи проявляется в том, что при увеличении силы тока угол отклонения магнитной стрелки также увеличивается. Изменения одного материального процесса приводят к изменениям другого. Можно по-разному объяснять эти процессы, можно спорить, какое объяснение – классическое или релятивистское – лучше отражает суть дела, но сам факт связи двух совершенно разных явлений бесспорен. Именно этот факт составляет реальное содержание эмпирически-прогрессивного сдвига в решении проблем.

Соответственно, в первом разделе данной статьи излагается авторская интерпретация методологии научно-исследовательских программ, а во втором – описываются те уточнения, которые, по замыслу автора, необходимо сделать для раскрытия адекватного современной философии науки критерия роста научного знания.

### Методология научно-исследовательских программ

Согласно Имре Лакатошу, когда мы теоретически реконструируем процесс смены теорий в естественных науках, правомерно говорить о смене не теорий, а научно-исследовательских программ (scientific research programmes). В своих работах Лакатош показал, что элементарной фундаментальной *единицей роста научного знания* является не теория, а *научно-исследовательская программа*. Каждая научно-исследовательская программа (НИП) обеспечивает построение своей собственной последовательности теорий  $T-1, T-2, T-3, \dots, T-n$  на основе определенной совокупности «наиболее общих представлений относительно рационального

устройства природы» – *твердого ядра* НИП (hard core). Каждая  $n$ -я теория последовательности является более последовательной и точной реализацией твердого ядра, нежели предыдущая. Каждая  $n$ -я теория последовательности представляет собой результат добавления вспомогательной гипотезы к  $(n - 1)$ -й, предыдущей теории. *Непрерывность* последовательности теорий обеспечивается определенной совокупностью определенных правил (heuristic). Одни из них предусматривают, каких путей следует избегать при реализации программы («*негативная эвристика*», negative heuristic) и как бороться с контрпримерами, не допуская опровержений (refutations), а другие – какими путями надо следовать («*позитивная эвристика*», positive heuristic).

Эвристика обеспечивает построение вспомогательных гипотез, которые образуют вокруг твердого ядра «*предохранительный пояс*» вспомогательных гипотез (protecting belt of auxiliary hypotheses). Гипотезы «пояса» должны приспособливаться – модифицироваться или даже заменяться – при столкновении с «опровержениями».

В развитии всякой НИП можно выделить две стадии: *прогрессивную* и *регрессивную*. НИП находится на прогрессивном этапе своего развития, если вспомогательная гипотеза, обеспечивающая переход от  $n$ -й теории к  $(n + 1)$ -й, удовлетворяет следующим условиям:

- 1) эта гипотеза обладает некоторым *дополнительным* эмпирическим содержанием по сравнению с предшествовавшими ей гипотезами, объясняя их эмпирический успех;
- 2) нечто из ее дополнительного эмпирического содержания должно подтверждаться *экспериментально*;
- 3) гипотеза должна быть образована в соответствии с *позитивной эвристикой* НИП. Она не должна добавляться к НИП за счет процедуры простой формально-логической конъюнкции. Ассимиляция этой гипотезы структурой НИП не должна приводить к нарушению «духа» программы.

Если вспомогательная гипотеза не удовлетворяет хотя бы одному из перечисленных условий, она является «уловкой от опровержения», или «гипотезой ad hoc», а сама НИП как целое находится на *регрессивной* стадии своего развития.

Как, согласно Лакатошу, возникает проблемная ситуация в науке? «Когда две исследовательские программы соревнуются, их первоначальные

“идеальные” модели обычно связаны с различными аспектами определенной предметной области (например, первая модель ньютоновской полукорпускулярной оптики описывала отражение света, а первая модель волновой оптики Гюйгенса – интерференцию света). По мере расширения соперничающие исследовательские программы постепенно вторгаются на территорию друг друга, и  $n$ -я версия первой становится вопиюще, драматически несовместимой с  $m$ -й версией второй. В результате (неоднократно) произведенного эксперимента первая программа терпит поражение, в то время как вторая выигрывает битву. Но война еще не окончена: любой исследовательской программе допускается иметь несколько таких поражений. Все, что требуется для ее возвращения, – это обеспечение создания  $(n + 1)$ -й (или  $(m + k)$ -й) увеличивающей содержание версии и верификации части ее нового содержания» [6].

Таким образом, методология НИП даже и не предлагает варианта, способного разрешить ситуацию выбора между конкурирующими программами. «...Моя “методология”, в отличие от прежних значений этого термина, лишь *оценивает* вполне сформировавшиеся теории (или исследовательские программы) и не намеревается предлагать никаких средств ни для выработки хороших теорий, ни даже для выбора между двумя конкурирующими программами. Мои “методологические правила” обосновывают рациональность принятия эйнштейновской теории, но они не заставляют ученых работать с исследовательской программой Эйнштейна, а не Ньютона... Точно так же, когда оказывается, что, согласно моим критериям, одна исследовательская программа “прогрессирует”, а конкурирующая с ней “регрессирует”, это свидетельствует лишь о том, что данные программы обладают определенными объективными свойствами, а вовсе не о том, что ученые обязаны работать только в рамках прогрессирующей “программы”» [7].

Не означает ли отказ Лакатоша от предложения средств для выбора между конкурирующими программами, что, например, в ситуации выбора между теориями Ньютона и Эйнштейна обе теории были одинаково хороши? Нет. «Теория Эйнштейна лучше, т.е. представляет *прогресс* по отношению к теории Ньютона (т.е. законам ньютоновской динамики, законам гравитации, известному множеству начальных условий; минус список известных аномалий, таких как смещение перигелия Меркурия) с 1916 г. потому, что она объясняла все, что успешно объясняла теория Ньютона. Она также объясняла до некоторой степени известные аномалии и, вдобавок, запрещала события, подобные распространению света вдоль прямых

линий вблизи больших масс, о которых ньютоновская теория ничего не говорила. Но которые разрешались другими хорошо подтвержденными научными теориями того времени; более того, по крайней мере, часть добавочного содержания теории Эйнштейна была фактически подтверждена...» [8].

Следовательно, проблемная ситуация, по Лакатошу, должна разрешаться выбором не программы, а *теории* – той, которая построена в рамках прогрессирующей НИП. Иначе как же тогда понимать утверждение Лакатоша о том, что теория Эйнштейна была лучше теории Ньютона? Это, конечно, не означает, что методология НИП запрещает разрабатывать регрессирующую в данное время программу НИП<sub>1</sub>. Ведь вполне возможно, что именно в рамках НИП<sub>1</sub> удастся создать теорию, которая будет лучше нынешней. Это означает, что для решения определенных теоретических и практических задач необходимо использовать как лучшую по сравнению со всеми остальными теорию из прогрессирующей программы НИП<sub>2</sub>. Если в дальнейшем будет создана теория, обеспечивающая эмпирически прогрессивный сдвиг конкурирующей программы НИП<sub>2</sub>, то надо будет использовать эту теорию.

Несмотря на то что методология научно-исследовательских программ явилась значительным шагом вперед по сравнению с методологиями *индуктивизма* (Вевелл) и *наивного фальсификационизма* (Поппер), она, конечно же, не свободна и от *определенных недостатков*.

Во-первых, *Лакатош нигде не указывает, как образуются твердые ядра НИП*. Он лишь ограничивается замечанием, что «действительное ядро программы не возникает на самом деле во всеоружии, как Афина из головы Зевса. Оно развивается медленно, как долгий предварительный процесс проб и ошибок» [9].

Но анализ историко-научных данных (работ классиков естествознания, например) показывает, что, как правило, ни в одном отдельно взятом документе не содержится изложение твердого ядра программы, на основе которого ученый строит свои теории. Более того, в работах, принадлежащих к разным периодам их деятельности, ученые часто высказывают отличающиеся друг от друга, а иногда и диаметрально противоположные суждения о мотивах и гносеологических основаниях своих исследований. Рассматривая приведенные Лакатошем исторические примеры – программы Проута и Бора, можно заключить, что содержание «твердого ядра» воссоздается *самим* методологом. «Так, например, сам Проут никогда не формулировал “проутианскую программу”, проутианская программа не есть

программа Проута. Не только “внутренний” успех или “внутреннее” поражение некоторой программы, но часто даже ее содержание можно установить только ретроспективно» [10]. Сова Минервы вылетает в полночь (Гегель).

Но тогда только от методолога зависит, считать ли переход от одной теории к другой «прогрессивным» или нет. Он всегда может так воссоздать твердое ядро им же самим выдуманной программы, чтобы она «прогрессировала» по крайней мере в течение некоторого промежутка времени. Именно это, с нашей точки зрения, имел в виду Т. Кун: «...То, что Лакатош понимает под историей, таковой вообще не является, а представляет собой примеры, сфабрикованные философией». Различные реконструкции твердого ядра одной и той же НИП могут указывать как на более адекватные на разные теории из одной и той же ситуации выбора.

Во-вторых, рациональная реконструкция истории перехода от теории Лоренца к специальной теории относительности, проделанная учеником Лакатоша Э. Захаром [11], приводит к серьезным *расхождениям* с реальной историей науки. Странники Лакатоша могут, конечно, возразить, что «рационально реконструированный рост знания имеет место в мире идей, в платоновском и попперовском “третьем мире”, в мире знания, не зависящего от познающего субъекта» [12]. Историко-научные данные, аномальные для реконструкции Захара, не являются контрпримерами, поскольку задача методолога – давать *рациональную* реконструкцию истории, «*описание объективного научного роста*».

Но тогда чем же лучше методология НИП (sophisticated falsificationism) отвергнутых самим же Лакатошем индуктивизма, «наивного» методологического фальсификационализма и т.д.? Ведь основным аргументом против этих концепций является, по Лакатошу, то, что по их стандартам ученые или иррационально медленны, или иррационально спешат. «По его (фальсификациониста. – Р.Н.) стандартам выходит, что ученые иррационально медленны: например, 85 лет разделяли принятие Меркурия как аномалии и его признание как фальсификации теории Ньютона... С другой стороны, выходит, что ученые часто иррационально спешат: например, Галилей и его ученики приняли коперниканскую гелиоцентрическую небесную механику не смотря на очевидную нелепость вращения Земли; или Бор и его ученики приняли теорию испускания света, несмотря на то, что она противоречит хорошо подтвержденной теории Максвелла» [13].

В-третьих, согласно создателю методологии НИП, прогресс в области методологии науки «состоит в открытии новых исторических фактов



и во все более расширяющейся рациональной реконструкции истории науки, пронизанной оценочными характеристиками» [14]. Всякая методологическая концепция функционирует в качестве *историографической (метаисторической) исследовательской программы*. Любая методологическая концепция (или, по Лакатошу, теория рациональности) определенным образом организует «базисные оценочные суждения научной элиты» в единую структуру.

Примерами «*базисных оценочных суждений*» являются суждения, согласно которым теории флогистона и Бора – Крамерса – Слэтера не есть научные. Эти суждения среди современных ученых являются общепринятыми.

Хорошая *теория рациональности* должна, очевидно, не только превосходить новые базисные оценочные суждения, неожиданные в свете предшествовавших ей теорий, но и приводить к пересмотру принятых ранее базисных оценочных суждений. Поэтому Лакатош предлагает следующий критерий выбора адекватной теории рациональности: «В соответствии с этим мы будем отвергать некоторую теорию рациональности только во имя другой, лучшей теории, которая представляет – в этом “квазиэмпирическом” смысле – прогрессивный сдвиг в последовательной смене исследовательских программ рациональных реконструкций. Таким образом, этот новый, ослабленный метакритерий позволяет нам сравнивать конкурирующие логики исследования и зафиксировать *рост* “метанаучного – методологического – знания”» [15].

Например, «теория рациональности» Поппера должна быть отброшена не потому, что она противоречит базисным оценочным суждениям ведущих ученых, а потому, что выдвинута теория рациональности самого Лакатоша. Последняя же лучше теории Поппера по следующим причинам:

- а) она дает единое понимание известных, но ранее изолированных базисных оценочных суждений;
- б) эта теория приводит к новым, неожиданным для теории Поппера базисным оценочным суждениям.

Следовательно, согласно метакритерию Лакатоша, если будет выдвинута новая «теория рациональности», которая сможет обеспечить «прогрессивный сдвиг в решении проблем» по сравнению с методологией НИП, надо будет вместо теории Лакатоша принять эту

новую теорию. Нами будет показано, что концепция авторов задает определенную теоретическую реконструкцию процесса смены программ в социогуманитарной области. Эта реконструкция

- предвосхищает *новые базисные оценочные суждения*, неожиданные для методологии НИП;
- позволяет считать *рациональной* большую часть оценочных суждений;
- дает *единое понимание* известных, но изолированных в рамках методологии НИП базисных оценочных суждений.

Поэтому *объективно* эта концепция обеспечивает «прогрессивный сдвиг в решении проблем» по отношению к теории Лакатоша. Не означает ли это, что, согласно *его же* собственному метакритерию, необходимо заменить методологию НИП нашей?

#### **Предлагаемый критерий роста естественно-научного знания**

Можно заключить, что *рост научного знания, по Лакатошу, состоит в последовательном выдвижении и принятии научных теорий, обладающих все большим и большим эмпирическим содержанием*. Подчеркнем, что рост научного знания непосредственно связан с научными теориями, но не с программами, точнее, не с твердыми ядрами программ. Если мы расположим твердые ядра научно-исследовательских программ в порядке их генезиса, то получившийся ряд «научных картин мира», «наиболее общих представлений о рациональном устройстве природы» не обнаружит стремления ни к какому пределу. Это обусловлено, в частности, тем, что, согласно самому же Лакатошу, твердое ядро НИП может быть и *ложным*, лишь *способствуя* росту знания, но не олицетворяя его. Кроме того, согласно тому же автору методологии НИП, твердые ядра носят *конвенциональный* характер (хотя и гораздо меньший по сравнению с наивным фальсификационизмом, как гордо отмечает создатель методологии НИП). Они принимаются по *соглашению*.

Но понимание роста научного знания как роста эмпирического содержания, обусловленного постоянным эмпирически-прогрессивным сдвигом в решении проблем, неизбежно требует уточнения. Поскольку неопределенность этого термина, по крайней мере в том виде, в каком его представил автор, приводит к следующему затруднению.

В самом деле, в процессе конкуренции нескольких научно-исследовательских программ побеждает та, которая обеспечивает больший

эмпирически прогрессивный сдвиг в решении проблем по сравнению с программами-соперницами. Но чрезвычайно часто, почти всегда возникает ситуация, когда каждая из конкурирующих программ обеспечивает *свой* эмпирически прогрессивный сдвиг, но только в своей собственной области. Скажем, корпускулярная оптика предсказывала явления фотоэффекта и люминесценции, а волновая оптика – ряд явлений дифракции и интерференции.

Вот если конкурирующие программы являются *альтернативными*, то тогда действительно прогресс одной из них «играет роковую роль в регрессе конкурента» [16]. В этом случае производимые программой  $\Pi_1$  любые новые факты *всегда* будут аномалиями для конкурирующей программы  $\Pi_2$ .  $\Pi_1$  прогрессирует –  $\Pi_2$  регрессирует, и ситуация выбора может быть в принципе разрешена. По определению, твердое ядро альтернативной программы  $\Pi_1$  содержит утверждения, прямо противоположные утверждениям ядра программы  $\Pi_2$ . Истинным может быть только одно твердое ядро.

Поэтому критерий роста эмпирического содержания, выдвинутый Лакатошем, нуждается в *уточнении*. С нашей точки зрения, это уточнение можно сделать, если использовать результаты, полученные Нэнси Картрайт [17] – англо-американским философом науки, профессором кафедры методологии науки и научного метода Лондонской школы экономики, которую долгое время возглавлял Имре Лакатош.

Все законы науки разделяются на два класса: *феноменологические* и *фундаментальные*. Согласно «Энциклопедическому физическому словарю» (Encyclopaedic Dictionary of Physics) [18], «феноменологическая теория ставит в соответствие друг другу наблюдаемые явления за счет постулирования определенных уравнений, но не утруждает себя выявлением фундаментальности их значения». Словарь говорит о «наблюдаемых явлениях», но не стоит это преувеличивать и противопоставлять феноменологические законы теоретическим. Различие между феноменологическими и фундаментальными законами – это не различие между законами эмпирическими и теоретическими, а различие между законами, которые описывают, и законами, которые объясняют.

Фундаментальные законы являются ложными в том смысле, что они не относятся непосредственно к эмпирической реальности. «Ложность» фундаментальных законов является следствием их колоссальной объяснительной мощи. Это утверждение диаметрально противоположно утверждению о том, что если гипотеза достаточно хорошо объясняет широкий круг явлений, мы можем заключить, что эта гипотеза истинна.

Но согласно аргументу Пьера Дюгема [19], позже усовершенствованному Басом Ван Фраассеном [20], какое отношение объяснительная мощь теории имеет к ее истинности? Покажите, пожалуйста, что если  $x$  объясняет  $y$  и что если  $y$  истинно, то и  $x$  также истинно. Картрайт доказывает это положение только для одного, но чрезвычайно важного случая – для *причинных (каузальных) объяснений*. Рассмотрим, например, конкретный каузальный процесс, вызывающий определенное явление. Объяснение этого явления будет успешным в том и только том случае, если описываемый процесс действительно существует.

Возьмем, к примеру, радиометр, изобретенный Уильямом Круксом в 1853 г. Это маленькая ветряная мельница, крылья (лопасти) которой с одной стороны белые, а с другой – черные. Она помещена в стеклянный сосуд, откуда выкачан, по возможности полностью, воздух. Когда свет падает на лопасти мельницы, она начинает вращаться. И сначала исследователи думали, что именно это давление – давление света – заставляет лопасти вращаться, но вскоре поняли, что давления света здесь недостаточно. Поэтому они заключили, что вращение вызывается молекулами газа, которые находятся внутри радиометра, потому что вакуум там, конечно, является неидеальным.

Но далее единодушие исследователей было расколото двумя до сих пор существующими гипотезами. Согласно первой из них вращение вызывается молекулами, которые испаряются с черных лопастей гораздо энергичнее, чем с белых. И в 1879 г. Джеймс Клерк Максвелл, используя кинетическую теорию газов, показал, что распределение сил в радиометре должно в среднем быть одинаковым по всем направлениям. Поэтому оно не может вращать крылья. Наоборот, дифференциальное нагревание в газе производит тангенциальные стрессы, приводящие к скольжению газа вдоль лопастей. По мере соскальзывания газа с концов лопастей он заставляет лопасти вращаться.

Пока ни одна из альтернативных гипотез не доказана. Но не приходится сомневаться, что рано или поздно будет построен настолько большой радиометр, что можно будет измерить потоки газа с концов радиометра и эмпирически выбрать одну гипотезу из двух. Молекулы в радиометре Крукса невидимы, а тангенциальные стрессы если и можно будет непосредственно наблюдать, то очень нескоро.

Тем не менее мы верим в объяснение Максвелла не потому, что он использовал при его разработке достаточно сомнительные в свете современной науки уравнение Больцмана и уравнение непрерывности, а потому,

что это объяснение является *причинным*. Мы можем сомневаться в теоретических законах, но продолжать верить в объективное существование теоретических сущностей.

Причинное мышление обеспечивает веские основания для веры в теоретические сущности. «Не вывод из лучшего объяснения, а вывод из наиболее вероятной причины» – вот девиз современной науки. Подчеркнем, что речь идет не о возврате к старому принципу верификации, требовавшему признавать существование только того, что можно воспринять наощупь. В физике существует множество теоретических сущностей, не данных нам в непосредственном ощущении, скажем спин электрона, стрессы на поверхности газа и т.д. Наблюдение еще не является критерием существования. Но эксперимент – другое дело. Эксперименты для того и производятся, чтобы, вмешиваясь в течение объективных процессов, мы могли выделять истинные причины и элиминировать ложные гипотезы.

Для того чтобы продемонстрировать плодотворность предлагаемого подхода, обратимся к примеру – к квантовой электродинамике. Невозможно отрицать выдающуюся организующую и предсказательную силу этой теории, особенно в свете разработки калибровочных теорий, объединяющих слабые и электромагнитные явления. Но согласно специалисту в области физики элементарных частиц Дж. Кушину, «если мы посмотрим на последовательную смену вызывающе произвольных гипотез *ad hoc* в квантовой теории поля (море негативной энергии электронов, игнорирование бесконечной собственной энергии и поляризации вакуума, локальная калибровочная инвариантность, ренормализация в калибровочных теориях, спонтанное нарушение симметрии вакуума, постоянный конфайнмент кварков, цвет) и на картину вакуума (эфира?), перекипающего электрон-позитронными парами и ответственного за изначально присутствующее спонтанное нарушение симметрии, сам собой возникает вопрос: полноте, да верим ли мы всерьез, что природа устроена именно таким образом?» [21].

Действительно ли успехи квантовой теории поля в предсказании и объяснении обширного круга явлений так убедительно свидетельствуют о существовании «электронов с отрицательной энергией», постоянного «кваркового конфайнмента», и вакуума, «перекипающего электрон-позитронными парами»? Представляется вполне естественным допустить, что через какие-нибудь сто лет все эти модели канут в небытие и присоединятся к механическим моделям упругого эфира, теориям флогистона и теплорода.

Но что же тогда останется?! *Эмпирические данные, факты?* Но они зависят от теории, формулируясь при помощи теоретических языков. *Научные картины мира*, твердые ядра научно-исследовательских программ? Но они изменяются от эпохи к эпохе, так что сравнение научных картин Аристотеля, Ньютона, Эйнштейна и Виттена не дает оснований для утверждения о том, что они стремятся к какому-либо пределу. *Фундаментальные законы?* Но они описывают предельно идеализированные ситуации на языке предельно удаленных от действительности идеальных теоретических объектов, таких как материальные точки, силы и инерциальные системы отсчета. Правда, перед «уходом» фундаментальные законы и описываемые ими базовые идеальные модели теорий играют ряд важных ролей, которые не сводятся только к аккумуляции опыта.

Так что же останется? Теоретические объяснения? Но как справедливо отмечал П. Дюгем, одна и та же совокупность опытных данных, «фактов» может быть объяснена несколькими семантически различными способами. Некоторые из этих объяснений несовместимы, поэтому по крайней мере некоторые из них истинными не являются. Поэтому в общем случае истинность и объяснительная сила теории не связаны между собой.

Так все-таки что же останется? Обратимся к примеру. Пусть (в знаменитом опыте Майкельсона по измерению заряда электронов) нам надо изменить ускорение легкой капли в электрическом поле. Мы утверждаем, что это изменение вызвано наличием на капле позитронов и электронов. Мы заключаем от явления к причине, и это заключение бессмысленно без непосредственного утверждения о том, что электроны и позитроны существуют. Я не вижу ни электроны, ни позитроны, но они создают, генерируют другие эффекты. Если капля обладает отрицательным зарядом, я могу опылить ее потоком положительно заряженных частиц и тем самым изменить ускорение свободного падения в электрическом поле. Я объясняю это тем, что позитроны, опыляющие каплю, уничтожают электроны на капле. То, что я использую в данном объяснении, – это не фундаментальные законы (уравнения Максвелла и т.д.), но конкретные представления об электронах и позитронах и об их движениях в электрических и магнитных полях. Я перехожу к самому лучшему объяснению, но лишь такому, которое основано на указании наиболее вероятной причины – определенной теоретической сущности. Важно отметить, что эта причина – электрон – не является конструктом какой-то частной теории.

Это не электрон Бора, не электрон Резерфорда, не электрон Лоренца и т.д. Это материальный объект, который описывается различными конкурирующими и иногда противоречащими друг другу теориями. То, что мы делаем в эксперименте, – это изменяем причину и смотрим, к каким изменениям в следствии это приводит.

*Теории приходят и уходят, а причинные объяснения остаются.* Изменяя заряд капли, мы что-то изменяем на ее поверхности. И это «что-то» – количество электронов. Как они выглядят, какие это образы из того мегамира, в котором мы живем, – об этом судить сменяющим друг друга и постоянно противоречащим друг другу теориям. Образы электрона, задаваемые сменяющимися друг друга парадигмами, не похожи на фотографии объекта, сделанные фотографом со все возрастающей степенью четкости, ясности и контрастности. Эти образы несоизмеримы, и никогда у нас не будет гарантии того, что современный образ является окончательным.

Обратимся к еще одному примеру. Хорошо известно, что вес человека зависит от многих факторов. В частности, одними из определяющих являются два: диета и физические упражнения. Именно они выступают причинами уменьшения веса. Мы легко можем это проверить, изменяя диету и интенсивность физических упражнений и проверяя при помощи весов, как именно изменения диеты и физической нагрузки сказываются на изменении веса. При этом мы, конечно, понимаем, что промежуточное звено предполагаемого изменения веса – это биохимические реакции, описывающие в организме явления метаболизма. Мы можем при этом разрабатывать разные объяснения предполагаемых механизмов, вводя различные, часто недолговечные гипотезы. И содержание этих гипотез будет меняться от одного изменения к другому. Но то, что несомненно останется, – это причинное объяснение изменения веса за счет указанных факторов.

\*\*\*

*Рост научного знания состоит в росте эмпирических данных, созданных действием причинных факторов и описывающих их причинных объяснений.* В проблемной ситуации («ситуации выбора»), созданной конкуренцией нескольких НИИ, побеждает программа, которая обеспечивает больший эмпирически прогрессивный сдвиг фактов, связанных

с причинными объяснениями определенных реальных процессов. Именно конкурирующие причинные объяснения являются строго альтернативными. Если мы полагаем, что причина малярии – заражение микробами определенного вида, это означает, что химические объяснения не проходят.

### Примечания

1. См.: *Кун Т.* Структура научных революций: Пер. с англ. / Сост. В.Ю. Кузнецов. – М.: Изд-во АСТ, 2003. – С. 219.
2. См.: *Мамчур Е.А.* Проблемы социокультурной детерминации научного знания. – М.: Наука, 1987.
3. См.: *Sokal A., Bricmont J.* Fashionable nonsense: Postmodern intellectuals' abuse of science. – N.Y., 1998.
4. Подробнее см.: *A house built on sand: Exposing postmodernist myths about science* / Ed. by Koertge Noretta. – Oxford Univ. Press, 1998. Автор признателен профессору Норетте Кертге за критические замечания, способствовавшие уяснению многих положений данной работы.
5. Подробнее см.: *Кун Т.* Структура научных революций.
6. *Lakatos I.* Falsification and the methodology of scientific research programmes // Criticism and the Growth of Knowledge. – CUP. – P.158.
7. *Лакатос И.* История науки и ее реконструкции // Структура и развитие науки. – М.: Прогресс, 1978. – С. 322–323.
8. *Lakatos I.* Falsification and the methodology of scientific research programmes. – P.124.
9. Ibid. – P. 133.
10. Ibid. – P.233.
11. Подробнее см.: *Zahar E.* Einstein's revolution: A study in heuristic. – Open Court, La Salle, Illinois, 1989.
12. *Lakatos I.* Falsification and the methodology of scientific research programmes. – P.179–180.
13. Ibid. – P.115.
14. Ibid. – P. 257.
15. Ibid. – P. 255.
16. Ibid. – P. 220.
17. См.: *Cartwright N.* How the laws of physics lie. – Oxford Univ. Press, 1983.
18. См.: *Encyclopaedic dictionary of physics*. – Oxford: Pergamon Press, 1964.
19. См.: *Duhem P.* The aim and structure of physical theory / Transl. Philip P. Wiener. – N.Y.: Atheneum, 1962.
20. См.: *Fraassen D., van.* The scientific image. – Oxford: Clarendon Press, 1980.



---

21. Cushing J. Models and methodologies in current theoretical high-energy physics // Synthese. – 1982. – V. 50. – P. 78.

Отдел философии  
Академии наук Татарстана,  
г. Казань

***Nugaev, R.M. The problem of growth of scientific knowledge***

The paper discusses the criteria of growth of scientific knowledge offered in the modern philosophy of science. It asserts that the model of growth which shows the best correlation with modern achievements is specified by methodology of scientific research programs. Some defects of this model caused by ambivalence of the concepts “empirical content of scientific theory”, “progressive shift” and “regressive shift” of problems being under solving may be eliminated by appealing to results of Nancy Cartwright. Notably, real growth of scientific knowledge consists in growth of causal explanations of processes and phenomena of reality as well as in growth of empirical content of theories changing each other which is concerned with these explanations.