

УДК 160.1

**ПРИНЦИП ПРОСТОТЫ В ФИЗИКЕ:
МЕТОДОЛОГИЯ, ОБЩЕЕ И ОСОБЕННОЕ****А.Л. Симанов*

В статье начато рассмотрение методологической роли принципа простоты в физике. Конечная цель исследования – показать, что в современной физике из-за эволюции наблюдаемости в ее классическом варианте (непосредственная наблюдаемость) в наблюдаемость опосредованную изменяется содержание принципа простоты: его использование принимает по меньшей мере двухступенчатый характер. Во-первых, должны быть простыми в смысле «экономии мышления» исходные положения проверяемой теории, во-вторых, простыми должны быть опосредованные следствия этой теории в смысле теоретической, логической и эмпирической верификации.

Ключевые слова: философия, методология, принцип простоты, верификация, фальсификация, наблюдаемость

Соответствие требованию наблюдаемости (а в наше время наблюдаемость носит прежде всего опосредованный характер), т.е. требованию объяснения непротиворечивым образом полученных как прямым, так и косвенным эмпирическим путем фактов, А. Эйнштейн рассматривал как один из основных критериев качества теории и называл его «внешним оправданием». Но чтобы считать теорию истинной, одного такого соответствия недостаточно. По мнению Эйнштейна, для признания истинности теории необходимо, чтобы она была простой. Он писал, что теория тем лучше, «чем проще ее предпосылки, чем разнообразнее предметы, которые она связывает, и чем шире область ее применения» [1]. Вера в гармонию и простоту природы вдохновляла исследователя. Этот критерий – естественную, математическую и логическую простоту, которые должны быть в фундаменте теоретической системы понятий и отношений между ними – Эйнштейн называл «внутренним совершенством».

* Работа выполнена при поддержке фонда РГНФ, проект № 13 – 03 – 00065.

Статья публикуется в авторской редакции.

Мысль, что правильное объяснение просто, не нова. Издавна считалось, что простое объяснение имеет больше шансов оказаться верным. Требование простоты средневековый философ У. Оккам сформулировал как правило, в соответствии с которым не следует без необходимости увеличивать число сущностей. Аристотель не выделял простоту как принцип, но использовал ее как аргумент против философии Платона. Он утверждал, что платоновский взгляд на идеи, существующие вне пространства и времени, лишь приводит к увеличению количества сущностей, ничего при этом не объясняя. С требованием простоты сообразовывались в своих исследованиях Н. Коперник, И. Кеплер, Г. Галилей, И. Ньютон, Г. Лейбниц, П. Мопертюи, П. Лаплас, О. Френель, А. Пуанкаре и др. Переход от специальной теории относительности к общей Эйнштейн объяснял необходимостью отыскать наиболее простое обобщение из всех возможных. Специальная теория относительности имеет «внешнее оправдание», т.е. соответствует экспериментальным фактам, но все еще далека от «внутреннего совершенства» – простоты. В исследованиях Н. Бора тоже ясно прослеживается тенденция к простым объяснениям, а В. Гейзенберг считал, что простота гипотезы является решающим условием ее корректности.

С развитием современной физики соображения простоты начинают играть все большую роль. Простота признается эвристическим принципом. Р. Фейнман настаивал, что «истину можно узнать по простоте и изяществу» [2]. «Ваша догадка, – писал он далее, – состоит в том, что нечто – очень простое. Если вы не видите сразу же, что это неверно, и если так оказывается проще, чем раньше, – значит, это верно... Истина всегда оказывается проще, чем можно было бы предположить» [3]. Категорично и ясно мнение Л.А. Арцимовича: «Правильное просто». Едва ли можно дать более короткое определение принципа простоты.

Убеждение, что правильная теория проста, согласуется с идеей гармонии. А. Салам считал, что «наши теории есть ступени, которые ведут к внутренней гармонии... Вера во внутреннюю гармонию в прошлом принесла свои плоды. Так же будет и в будущем» [4]. А вот что пишет А.Б. Мигдал: «...Очень часто “некрасивое” выражение действительно оказывается с погрешностями. ...Признаем, что математические операции есть правильное сокращение сложных промежуточных выражений – это упрощает окончательный результат и придает ему красивый вид. Как сказал один физик: “Правильное выражение имеет тенденцию к сокращению”. Но значительно важнее не внешние, а глубокие признаки красоты результата. Красиво, если выражение устанавли-

вает в простой форме связь между разнородными явлениями, если устанавливаются неожиданные связи. Одна из наиболее красивых формул в теоретической физике – это формула в теории гравитации Эйнштейна, которая связывает радиус кривизны пространства с плотностью материи. Или уравнения Максвелла, которые в компактной форме содержат информацию о всех электрических и магнитных явлениях... Требование красоты не абсолютно, но помогает находить и проверять результаты и открывать новые природные законы» [5].

В историческом развитии принципа простоты можно выделить два этапа. Первый связан с метафизическим материализмом эпохи классической физики. Простота познания воспринималась как непосредственное отражение простоты самой природы, в чем естествоиспытатели были интуитивно убеждены. Так, Ньютон считал, что во Вселенной проявляется своеобразная экономия. Простотой природы Лаплас объяснял то, что малое число законов управляет множеством сложных явлений. И по мнению Френеля, «природа... имеет вид склонной к управлению многим с помощью малого. В процессе совершенствования физической науки этот принцип получает все большее подтверждение» [6].

На современном этапе методология отказывается от того онтологического понимания простоты, которое видится как наивно-реалистическое, и трактует принцип простоты как эпистемологический принцип, как критерий выбора одной теории из нескольких конкурирующих. К сожалению, при такой интерпретации простоты сама природа отступает на задний план. Некоторые авторы связывают эту интерпретацию с диалектическим материализмом, выдвигая в качестве аргумента то, что диалектический материализм рассматривает познание не как просто отражение действительности, а как отражение, преломляемое через общественно-историческую практику. Но тогда каковы основания считать, что принцип простоты – эпистемологический? Являются ли тогда законы познания отражением законов объективной диалектики? Если общественно-историческая практика в течение веков убедительно показывает, что простое объяснение правильно, адекватно отражает действительное состояние вещей, то разве нельзя утверждать, что принцип простоты – не только эпистемологический, но также и онтологический?

Трудно решить, какая из гипотез, претендующих на правильное объяснение, наиболее проста. Возможно, решению этого вопроса будет способствовать применение принципа верифицируемости (подтверждаемости). Истинно простая гипотеза наиболее верифицируема: она содержит минимальное число элементов, не поддающихся эксперимен-

тальной проверке. Принцип простоты может служить средством против необоснованного теоретизирования, формулирования теоретических положений, не проверяемых опытом. Но что значит «проверяемый опытом»? Научная практика показывает, что нет такой теории, все компоненты которой могут быть непосредственно отнесены к опытным данным. Кроме компонентов, отвечающих экспериментальным данным, в научной теории есть нечто большее, нечто «собственно теоретическое», которое не может быть непосредственно проверено опытом. С другой стороны, появление противоречивых экспериментальных фактов, «не вмещающихся» в рамки теоретической системы, не всегда означает необходимость полностью отказаться от такой теории. Приведение противоречивых фактов в согласие с теорией возможно путем ее частичного изменения. И, как мы уже говорили, чем сильнее факты противоречат теории, тем радикальнее может быть изменена теоретическая система.

К. Поппер связал проблему соотношения между теорией и экспериментом и проблему эвристичности принципа простоты с принципом фальсифицируемости (опровергаемости). По его мнению, единственное разумное основание выбора простейшей гипотезы заключается в том, что та может быть легко опровергнута. Поппер считал, что следует предпочитать смелую и наименее вероятную гипотезу, если она легко поддается опровержению. Так, Кеплер был прав, когда выдвинул гипотезу, в соответствии с которой планеты движутся по круговым орбитам: она легко опровергалась гипотезой о том, что движение происходит по эллипсам. Согласно Попперу, первый отрицательный результат Кеплера был фактически его первым успехом. Но такой метод элиминации можно применить только к гипотезе, которая легко опровергаема. Концепция Поппера об индуктивной простоте многократно критиковалась. Считается, что наиболее слабым ее местом является признание возможности опровержения одним-единственным опытным фактом. Поздняя версия фальсифицируемости – версия И. Лакатоса – предполагала, что опровержение становится необходимым при многократном сравнении конкурирующих гипотез.

Концепцию динамической простоты сформулировал Ф. Шлезингер. Она близка к взглядам Ньютона, Френеля, Эйнштейна, которые понимали простоту как тенденцию развития теории и считали, что для объяснения явлений нужно минимальное количество независимых предпосылок, т.е. не допускали лишних причин. С точки зрения Шлезингера, необходимо учитывать, что в развитии науки, с одной стороны, появились и продолжают появляться противоречивые факты, а с другой – теорети-

ческая система изменяется так, чтобы объяснить эти факты. Тогда простоту следует понимать не статично, не применительно к данной ситуации, а динамично, как критерий для сравнения на продолжительном отрезке развития знания. Так, например, специальная теория относительности значительно проще лоренцевской электродинамики, которая имела одиннадцать предпосылок. Многие из этих предпосылок были гипотезами *ad hoc*, и анализируя их нельзя не прийти в смущение. Теория была бы убедительнее, если бы в ней не использовалось так много основных допущений. Это понял Эйнштейн, когда постулировал постоянство скорости света во всех инерциальных системах и обобщал принцип относительности. Спор между электродинамикой Лоренца и теорией относительности Эйнштейна не может быть решен экспериментально: обе теории согласуются с опытом. Но теория Эйнштейна имеет преимущество в методологическом отношении – она проще.

Концепцию динамической простоты можно критиковать. Дело в том, что в развитии теоретического знания наступают моменты, когда возможности теории исчерпаны и становится неизбежным введение новых допущений. Тогда принцип простоты требует не вводить новых сущностей, прежде чем укрепится убеждение в том, что возможности существующей теории окончательно исчерпаны. Реконструируя процесс создания общей теории относительности, Х. Рейхенбах предположил, что Эйнштейн интуитивно руководствовался принципом простоты: он стремился строить эту теорию так, чтобы не требовалось введения каких-либо универсальных сил. Такой подход Эйнштейна Рейхенбах противопоставлял подходу Пуанкаре.

Известно, что при создании общей теории относительности нужно было решить вопрос о соотношении между геометрией и физикой. Здесь существуют две возможности: или отказаться от евклидовой геометрии, или допустить необходимость такого изменения законов оптики, чтобы можно было принять, что световой луч не движется по прямой линии. Из соображений простоты Пуанкаре стремился сохранить евклидову геометрию, а Эйнштейн, наоборот, отказаться от нее. Эйнштейн предпочел изменить геометрию, но сохранить известные законы оптики и механики. Г. Рейхенбах показал, что путь, избранный Пуанкаре, эквивалентен введению «универсальных сил». Примером такой универсальной силы может служить гравитация в ньютоновской теории. Эйнштейн исключил понятие гравитации, когда объяснил ее через искривление пространственно-временного континуума. Такая же ситуация складывалась и при создании специальной теории относительности. Лоренцево сокращение

тел в направлении движения и замедление процессов рассматривались как результат действия «универсальной силы», не доступной экспериментальному наблюдению. Фактически такой подход Пуанкаре отражает его стремление к сохранению классических понятий пространства и времени путем изменения физических законов.

Аналогична ситуация с интерпретацией квантовой механики.

Известны попытки Д. Боба, П. Вижье и др. преодолеть «неполноту» квантовой теории с помощью неких «скрытых параметров». Но оказалось, что данная теория нуждается во введении представления о некотором сложном силовом поле, а именно это противоречит требованию простоты, запрещающему без необходимости увеличивать количество сущностей. Теория «скрытых параметров» возможна, но это будет путь Пуанкаре, путь, от которого отказалась теория относительности. Если мы встанем на такой путь и вернемся к теории Г. Лоренца, то гипотеза «скрытых параметров» не получит хорошего методологического обоснования. Однако проблема причины статистического характера явлений в микромире не имеет решения, и ответственность за такие явления возлагается на «скрытые параметры». Тогда в чем польза от введения представления об этих параметрах? Ситуация лишь усложняется, а проблема остается. Проще признать полной вероятностную интерпретацию квантовой механики и отказаться от мысли найти некие классические параметры, как во времена Эйнштейна отказались от классических представлений о пространстве и времени.

Следует кратко остановиться и на вопросе о соотношении между простотой и инвариантностью. В общем случае инвариантность означает, что нечто остается неизменным, сохраняется при некоторых определенных изменениях. Как известно, инвариантность тесно связана с симметрией. Анализ исторического пути развития физических теорий показывает, что, как правило, в основании теории, которая заменяет старую теоретическую систему, лежит широкая группа преобразований.

Классическим примером рассматриваемого соотношения является переход от электродинамики Лоренца к релятивистской электродинамике. В лоренцевской электродинамике уравнения Максвелла неинвариантны по отношению к преобразованиям Галилея. В теории относительности утверждается, что все инерциальные системы эквивалентны. Этим расширяется группа преобразований, делающих законы электромагнетизма инвариантными. Теория гравитации Эйнштейна также проще и инвариантнее по сравнению с классической теорией гравитации. Равенство инертной и гравитационной масс влечет за собой принцип отно-

сительности систем, которые движутся неравномерно относительно друг другу. Законы гравитации становятся инвариантными по отношению к более широкой группе преобразований.

В общем случае можно сказать, что более простая теория имеет более высокую степень инвариантности, т.е. более высокую симметрию. Как утверждал Эйнштейн, теория тем совершеннее, «чем проще положенная в ее основу “структура” поля и чем шире та группа, относительно которой уравнения поля инвариантны» [7].

Продолжение следует

Примечания

1. Эйнштейн А. Собр. науч. тр.: В 4-х т. – М., 1967. – Т. IV. – С. 270.
2. Фейнман Р. Характер физических законов. – М., 1987. – С. 157.
3. Там же.
4. Цит. по: Форд К. Мир элементарных частиц. – М., 1965. – С. 216.
5. Мигдал А. Поиски истины. М., 1983. С. 100—101.
6. Цит. по: Методологические принципы физики. – М., 1975. – С. 83.
7. Эйнштейн А. Собр. науч. тр.: В 4-х т. Т. IV. – С. 287.

Дата поступления 14.01.2014

Институт философии и права
СО РАН, г. Новосибирск
simanov@philosophy.nsc.ru

Simanov, A.L. The simplicity principle in physics: methodology, the general and the particular

The paper starts to consider the methodological role of the simplicity principle in physics. The ultimate goal of the research is to show that in modern physics due to the evolution of observability in its classical version (immediate observability) into mediated one the content of the simplicity principle changes: its use gets at least a two-stage type. First, initial theses of the verified theory must be simple in the sense of «economy in thinking». Second, mediated results of this theory must be simple in the sense of theoretical, logical and empirical verification.

Keywords: philosophy, methodology, simplicity principle, verification, falsification, observability