

Некоторые методологические проблемы определения понятия «научная теория»

© Н.Л. Архиреев

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Возникновение методологической программы логического позитивизма во многом стимулировалось эволюцией математической логики. Вслед за науками логико-математического цикла теории естественных наук предлагалось представлять в виде аксиоматических систем чистой дедукции. Это, в свою очередь, привело к появлению универсального определения научной теории как множества предложенных некоторого формализованного языка, упорядоченного отношением дедуктивной выводимости. Подобные представления оказались недостаточными для корректного описания структуры теорий естественных наук, что привело к возникновению теоретико-модельного подхода в философии науки. В равной степени подобная трактовка научных теорий оказалась слишком узкой и для самой логики. В статье рассмотрены различные подходы к определению понятия научной теории в рамках стандартной и теоретико-модельной трактовки научного знания.

Ключевые слова: стандартная формализация, стандартная трактовка, аксиоматическая система, модель, теоретико-модельная стратегия

На развитие философии науки в первой трети XX в. решающее влияние оказали некоторые особенности эволюции математической логики как самостоятельной дисциплины. Построение аксиоматических систем классической логики, позволявших моделировать определенные мыслительные процедуры в виде осуществления явных пошаговых операций в формальных исчислениях, стимулировало возникновение методологической программы логического позитивизма.

В ее основе лежала идея представления теорий естественных наук в виде аксиоматических систем чистой дедукции. Научная теория, являвшаяся предметом логико-философского анализа, должна быть представлена в виде частично интерпретированной аксиоматической системы, в качестве аксиом которой рассматривались ее фундаментальные законы, выраженные в некотором теоретическом языке L_T . Наблюдаемые следствия из данных законов формулировались в отдельном языке наблюдения L_O , а связь между понятиями из языков L_T , L_O осуществлялась с помощью правил соответствия C (в более поздних редакциях данной программы — с помощью предложенной редукции R). Прямыми семантическими значениями при этом обладали только понятия из языка L_O . На основе подобных представлений возникло ставшее хрестоматийным определение научной тео-

рии как множества предложений определенного формализованного языка, связанного отношением дедуктивной выводимости или замкнутого относительно этого отношения. Впоследствии в силу обнаруженных метатеоретических свойств логики предикатов элементарного порядка (ее семантической неполноты) в качестве языка формализации теории «по умолчанию» стал рассматриваться язык классической логики предикатов первого порядка с равенством (ЯКЛП — 1=). Формализация теории в данном языке называется стандартной. В свою очередь, «лингвистическая» трактовка теории как частично упорядоченного множества предложений некоторого формального языка также называется стандартной.

В настоящей работе рассмотрены различные модификации определения понятия «теория», обусловленные трудностями в реализации программы логического позитивизма, и влияние данных модификаций на трактовку природы логических теорий.

Попытка представления ряда теорий конкретно-научных дисциплин в виде полностью формализованных первопорядковых теорий сразу столкнулась с рядом серьезных технических трудностей.

Например, при формализации теории вероятностей необходимы оказываются некоторые аксиомы теории множеств, поскольку элементарные события представляются в виде множеств, а факт их совместной реализации изображается как результат пересечения этих множеств. Кроме того, поскольку вероятности событиям приписываются в терминах действительных чисел, необходимыми будут и аксиомы, описывающие свойства действительных чисел. Наконец, в отдельную группу аксиом должны войти «собственные» аксиомы теории вероятностей. Все это делает задачу построения стандартной формализации элементарной теории вероятностей практически невыполнимой. (Если даже теоретически подобная формализация осуществима, сложность результирующей системы аксиом делает ее практически бессмысленной.)

При формализации классической механики необходимыми оказываются не только аксиомы теории действительных чисел, но и основная часть стандартного математического анализа, используемого для решения дифференциальных уравнений. Очевидно, что и в этом случае стандартная формализация теории либо невозможна в принципе, либо ее результат будет излишне громоздким.

С аналогичными проблемами мы сталкиваемся и при попытке стандартной формализации квантовой механики, классической термодинамики, количественной теории обучения — любых сколь угодно интересных конкретно-научных теорий.

Именно этот факт, по мнению Б. ван Фраассена, сделал невозможной плодотворную дискуссию между философами науки логико-

позитивистского толка и специалистами-теоретиками в соответствующих областях естествознания [1].

В результате с середины 50-х годов XX в. в западной философии науки начал развиваться альтернативный способ определения и аксиоматизации научных теорий, предложенный в рамках так называемого теоретико-множественного (теоретико-модельного, семантического, структурного) подхода к анализу научного знания. По мнению представителей данного подхода, наиболее эффективным способом анализа теорий естествознания и социальных наук оказывается не их стандартная формализация, а непосредственное описание класса предполагаемых моделей (в смысле А. Тарского) соответствующих теорий [2–4].

По мнению П. Суппеса, стоявшего у истоков теоретико-модельной стратегии анализа научного знания, при решении вопроса о наиболее приемлемом способе аксиоматизации теории (стандартном или теоретико-множественном) существенными оказываются следующие категории вопросов.

Первая категория вопросов касается отношений между различными моделями теории. Исследование подобных структурных проблем очень распространено в математике и математизированном естествознании и не требует в качестве обязательного условия наличия стандартной формулировки теории.

Вторая категория вопросов непосредственно связана со стандартной формулировкой теории. К этой категории относятся, например, метаматематические вопросы разрешимости теории: существует ли механическая (алгоритмическая) процедура, позволяющая в конечном числе шагов определить, является некоторая формула теории ее теоремой или нет. Очевидно, что данная группа вопросов мало актуальна для теорий естественных и социальных наук.

Третья категория вопросов касается эмпирической интерпретации и проверки теории. Для решения подобных проблем стандартная формулировка теории практически никогда не требуется.

Следовательно, наиболее естественной и практически целесообразной стратегией аксиоматизации естественно-научных теорий оказывается именно теоретико-множественная стратегия.

С технической точки зрения теоретико-множественная аксиоматизация теории заключается в описании класса реальных и потенциальных моделей теории.

Под моделью теории в данном случае понимают некоторую возможную реализацию теории, выполняющую ее аксиомы. В свою очередь, возможная реализация теории состоит в самом общем виде из некоторого базового (непустого) множества объектов (возможно, различных теоретико-типовых уровней) и набора отношений и функций, заданных на этом множестве.

Вопрос об истинности предложений теории может пониматься в одном из следующих смыслов:

- является ли истинным некоторое утверждение теории в рамках некоторой формальной модели? Это внутреннее понятие истинности, основанное на законах и методах формальной семантики;

- является ли истинным некоторое утверждение теории в классическом «корреспондентском» смысле? Это внешнее понятие истинности, касающееся вопроса об отношении теории как сложной знаковой модели к некоторой области реальности.

Для ответа на второй вопрос описывается иерархия моделей теории, связанная структурными отношениями подобия, относительно которой формулируется утверждение: между элементами предметной области теории (наблюдаемыми феноменами) и моделями теории, определяемыми ее законами, существует некоторое соответствие, обеспечивающее адекватную репрезентацию реальности в моделях теории.

В естественных и социальных науках распространено понимание модели как определенного способа (символической или наглядной) репрезентации изучаемой области реальности. В этом случае говорят, например, о модели определенной области наблюдаемых явлений или о модели данных.

По мнению представителей теоретико-модельного подхода к анализу научного знания, формально-семантическое определение понятия модели охватывает все нетривиальные варианты репрезентирующего использования данного понятия.

Вопрос о том, какой тип моделей — репрезентирующий или формально-семантический — является более фундаментальным, несущественен в силу их структурного тождества. Более того, различие между моделями указанных типов обнаруживается только при явной фиксации онтологии предметной области теории *D*.

Отметим, что теоретико-модельный подход в различных своих версиях является сегодня наиболее распространенной техникой уточнения и анализа структуры научного знания в зарубежной философии науки.

Рассмотрим влияние указанных этапов реализации логико-позитивистской методологической программы на трактовку предмета логики как науки, природы законов логики и специфики логических теорий.

Уже в поздней версии программы логического позитивизма отмечалась недостаточность аппарата классической логики для адекватной формализации и решения фундаментальных проблем философии науки. В частности, сугубо экстенциональный характер материальной импликации, являющейся в классической логике языковой

моделью условной связи и отношения дедуктивного логического следования, делал ее непригодной для корректного определения понятий «закон науки» и «диспозиционный предикат», поскольку эти понятия предполагают не только связь между истинностными значениями входящих в них высказываний, но и связь между ними по смыслу (информации). Кроме того, указанная связь должна иметь не ассерторический (фактофиксирующий), а необходимый характер, что также не могло быть должным образом отражено с помощью технических средств классической логики.

Наконец, согласно матричному определению материальной импликации, принятому в классической логике, истинное высказывание имплицитно истинно, а ложное высказывание имплицитно ложно. Между тем метатеоретическое отношение дедуктивного логического следования в классической логике обладает более сильными свойствами: *логически истинное* высказывание имплицитно истинно, и *логически ложное* высказывание имплицитно ложно. Данные свойства классического следования и такие его характеристики, как рефлексивность, транзитивность, перестановочность посылок и монотонность не могли быть корректно выражены с помощью материальной импликации, что неизбежно вело к парадоксальному выводу: в языке классической логики в принципе отсутствует адекватная модель метаязыкового отношения логического следования.

С целью более точного выражения свойств дедуктивного логического следования, а также для экспликации понятий необходимости, возможности и случайности американские логики К.И. Льюис и К. Лэнгфорд в 1918–1932 гг. предложили системы S1–S5 модальной логики с так называемой *строгой импликацией* [5, 6]. Сегодня большинство исследователей согласны с тем, что система S5 является адекватной формализацией теории логических модальностей (экспликацией понятий «логически необходимо», «логически случайно», «логически невозможно»), а система S4 — адекватной формализацией классического отношения дедуктивного логического следования (импликация системы S4 является адекватной языковой моделью указанного метаязыкового отношения).

К сожалению, предложенные Льюисом и Лэнгфордом системы были построены чисто аксиоматически и не имели содержательной теоретико-модельной интерпретации. Первые семантики для систем S1–S5 Льюиса — Лэнгфорда были построены в терминах топологии и алгебры, т. е. имели сугубо формальный характер, что, разумеется, затрудняло их «прикладное» использование при решении конкретных теоретико-познавательных проблем.

В настоящее время основным средством содержательной интерпретации модальных исчислений являются так называемые *семанти-*

ки возможных миров. Свойства модальных операторов в данных семантиках описываются с помощью понятий *возможный мир*, *отношение достижимости между мирами*, *модельная структура*. К сожалению, смысл этих понятий оказывается во многом неясным, в результате чего большинство систем модальной логики по-прежнему остаются сугубо формальными конструкциями, имеющими весьма отдаленное отношение к реальной практике научного познания.

Данный факт является иллюстрацией некоторой общей, глобальной особенности развития логики в XX — начале XXI в. Сегодня наиболее распространенным является представление логической системы как некоторого частично упорядоченного множества формул или некоторой алгебраической конструкции, состоящей из базисного множества («носителя») и оператора присоединения следствий. Соответственно, одной из основных задач логики оказывается установление различных отношений между подобными множествами, доказательство возможности погружения одних множеств формул в другие, построение различных иерархий логических систем в виде абстрактных математических конструкций и т. д. В связи с этим еще в начале 1990-х годов выдающийся финский ученый-логик Г. фон Вригт сделал вывод: «С логикой случилось то, что она расплавилась в разнообразных исследованиях математики...» [7].

Данный способ представления логических систем оказывается достаточно эффективным при решении ряда метатеоретических задач — доказательстве теорем об адекватности, интерполяции, удалении сечения и пр. Вместе с тем оценка этого способа описания логических систем как единственно возможного несколько затемняет предметную специфику логики как самостоятельной науки и зачастую ведет к отрицанию наличия у логики собственной предметной области, отличной от предметных областей разных отраслей математики. В частности, распространенное мнение о том, что законы логики суть законы алгебры, отрывает логику от анализа различных конкретных форм мысли, реализованных в языке, и неявным образом лишает ее статуса универсальной методологической дисциплины, применимой к описанию допустимых форм умозаключений в конкретно-научных дисциплинах.

По мнению автора статьи, принятое еще в 1920-х годах рабочее определение теории как некоторого множества предложений (формул), связанных отношением выводимости (замкнутых относительно этого отношения), является недостаточным, чрезмерно узким не только для описания естественно-научных теорий, но и для самой логики: множество формальных систем, замкнутых относительно дедуктивной выводимости и некоторых основных правил вывода (подстановки и отделения), не просто бесконечно, а континуально. Более

того, подобные системы могут порождаться компьютерными программами «в автоматическом режиме», что, однако, не превращает их автоматически в аппарат формализации и анализа некоторого класса естественных рассуждений.

Теоретико-множественная стратегия обоснования естественно-научных теорий включает в качестве необходимого элемента характеристику предметной области теории — класса ее «желательных» приложений. Если признавать наличие у логики собственной предметной области, то в качестве таковой естественно рассматривать различные формы мыслей, т. е. их структуры, являющиеся результатом отвлечения (частичного или полного) от смыслов и значений нелогических (дескриптивных) терминов. Под нелогическими терминами обычно понимаются имена (единичные и общие), знаки свойств и отношений, знаки предметных функций. Безусловно, отнесение некоторого термина языка теории к логическому или дескриптивному может определяться не только формально-семантическими, но и прагматическими критериями — целями логического анализа, особенностями предметной области теории и т. д. Однако различие указанных групп терминов не является целиком конвенциональным, произвольным. В частности, А.С. Карпенко указывал на предложенную А. Тарским стратегию определения логических терминов как инвариантных относительно любых перестановок элементов предметной области теории (относительно любых взаимнооднозначных преобразований универсума рассуждения на себя) [8, с. 65].

Таким образом, хотя конкретные особенности выявления логической формы мысли могут несколько варьироваться в силу указанных факторов, логическая форма мысли, понимаемая как ее структура в определенном выше смысле, *объективна*.

В результате логической теорией в собственном смысле слова может называться не любое множество формул, удовлетворяющее некоторому набору формальных свойств, а множество формул, являющееся моделью (в «репрезентирующем» плане) некоторых форм (структур) мысли и отношений между данными структурами, обусловленными их формальными особенностями.

Элементами моделей в указанном выше смысле являются теоретические объекты различного вида. Выдающийся отечественный ученый-логик Е.К. Войшвилло по способу введения в теорию различал гипотетические, идеализированные, идеальные и абстрактные виды теоретических объектов [9].

Идеализированными объектами естественно-научных теорий являются, например, абсолютно черное тело, абсолютно упругое тело, материальная точка, идеальный газ.

К подобным идеализированным объектам классической логики можно, по мнению Ю.В. Ивлева, отнести конъюнкцию и дизъюнк-

цию с их свойствами коммутативности и ассоциативности, материальную импликацию и др. Истинностное значение классической конъюнкции определяется значениями входящих в нее элементарных высказываний и не зависит от последовательности описываемых ими положений дел во времени. То же касается условий истинности дизъюнкции.

Материальная импликация используется в языке классической логики в качестве модели условной связи и отношения дедуктивного логического следования. Очевидно при этом, что данная модель является достаточно грубой, поскольку не учитывает ряда существенных особенностей условной связи и логического следования. В частности, табличным образом не могут быть определены как условная связь, так и отношение логического следования (если последнее понимается как отношение между посылками и выводом по информативности).

Невозможность адекватного представления средствами материальной импликации таких свойств логического следования, как рефлексивность и транзитивность, рассмотрена ранее.

Специалисты-логики неоднократно отмечали следующий факт: «теоретизация» классической логики — доказательство основных метатеорем о свойствах двухзначного пропозиционального исчисления — фактически совпадает по времени с началом критики фундаментальных принципов классической логики (принципа исключенного третьего, непротиворечия, использования материальной импликации как модели отношения логического следования). Поэтому характеристика основной двухзначной системы логики с известными принципами как классической представляется в достаточной степени условной.

Для обозначения всех логических систем, альтернативных классической логике, У. Куйан ввел термин «девиантная логика» (*deviant logic*) [10]. Впоследствии известный американский методолог науки Сьюзан Хаак использовала данный термин в названии своей монографии, посвященной так называемым неклассическим логикам [11].

Нетрудно заметить, что модели основных логических функций и отношения логического следования, предлагаемые в ряде систем девиантной логики (например, в модальных и интуиционистских системах), в большей степени соответствуют трактовке этих понятий, принятой в реальной практике научного познания, чем их «классические» определения. В этом смысле девиантной уместно было бы считать именно классическую логику как использующую мощные идеализации и абстрактные модели отношений между высказываниями по их логическим формам.

Таким образом, говоря о некоторой логической системе как о классической или неклассической, мы в действительности характери-

зую способ репрезентации в ее моделях вполне определенного содержания — структур (форм) мысли и особенности используемых для этой репрезентации идеальных и идеализированных понятий.

Традиционный статус логики как органа, универсального и всеобщего инструмента рационального познания, применимого для решения конкретных теоретико-познавательных задач в различных предметных областях, предполагает ее истолкование как науки, в моделях которой могут быть представлены объективно существующие структуры мышления.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Van Fraassen B. *The Scientific Image*. New York, Oxford University Press, 1980, 248 p.
- [2] Suppes P. *Introduction to Logic*. Princeton, Van Nostrand, 1957, 330 p.
- [3] Suppes P. *Representation and Invariance of Scientific Structures*. California, CSLI publications, 2002, 536 p.
- [4] Suppes P. *Studies in the Methodology and Foundations of Science*. Boston, Verlag, Springer — Science+Business Media, 1969, 473 p.
- [5] Ивлев Ю.В. *Модальная логика*. Москва, Изд-во Московского университета, 1991, 224 с.
- [6] Фейс Р. *Модальная логика*. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 1974, 520 с.
- [7] Вригт Г.Х. фон. Логика и философия в 20 веке. *Вопросы философии*, 1992, № 8, с. 80–91.
- [8] Карпенко А.С. Современные исследования в философской логике. *Вопросы философии*, 2003, № 9, с. 54–75.
- [9] Войшвилло Е.К., Дегтярев М.Г. *Логика с элементами эпистемологии и научной методологии*. Москва, Интерпракс, 1994, 448 с.
- [10] Quine W.V. *Philosophy of Logic*. Cambridge, Harvard University Press, 1986, 128 p.
- [11] Haack S. *Deviant Logic, Fuzzy Logic: Beyond the Formalism*. Chicago, The University of Chicago Press, 1996, 318 p.

Статья поступила в редакцию 30.06.2020

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Архиереев Н.Л. Некоторые методологические проблемы определения понятия «научная теория». *Гуманитарный вестник*, 2020, вып. 3.

<http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2020-3-668>

Архиереев Николай Львович — д-р филос. наук, профессор кафедры «Философия» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: arkh-nikolaj@yandex.ru

Some methodological problems of defining the concept of “scientific theory”

© N.L. Arkhiereev

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The emergence of a methodological program of logical positivism was largely conditioned by the evolution of mathematical logic. Following the sciences of the logical-mathematical cycle, the theory of natural sciences was supposed to be represented in the form of axiomatic systems of pure deduction. Therefore, it resulted in a universal definition of scientific theory as a set of statements of a certain formalized language, ordered by the relation of deductive inferability. Such ideas turned out to be insufficient for a correct description of the structure of the theories of natural sciences, which led to a model-theoretical approach in the philosophy of science. Equally, this interpretation of scientific theories proved to be too narrow for logic itself. The paper describes various approaches to defining the concept of scientific theory within the framework of standard and model-theoretical interpretations of scientific knowledge..

Keywords: *standard formalization, standard interpretation, axiomatic system, model, model-theoretical strategy*

REFERENCES

- [1] Van Fraassen B. *The Scientific Image*. New York, Oxford University Press, 1980, 248 p.
- [2] Suppes P. *Introduction to Logic*. Princeton, Van Nostrand, 1957, 330 p.
- [3] Suppes P. *Representation and Invariance of Scientific Structures*. California, CSLI publications, 2002, 536 p.
- [4] Suppes P. *Studies in the Methodology and Foundations of Science*. Boston Verlag, Springer — Science+Business Media, 1969, 473 p.
- [5] Ivlev Yu.V. *Modalnaya logika* [Modal logic]. Moscow, MSU Press, 1991, 224 p.
- [6] Feys R. *Modal Logic*. Louvain, E. Nauwelaerts, 1965. [In Russ.: Feys R. *Modalnaya logika*. Moscow, FIZMATLIT Publ., 1974, 520 p.].
- [7] Von Wright G.H. *Voprosy filosofii — Russian Studies in Philosophy*, 1992, no. 8, pp. 80–91.
- [8] Karpenko A.S. *Voprosy filosofii — Russian Studies in Philosophy*, 2003, no. 9, pp. 54–75.
- [9] Voyshvillo E.K., Degtyariov M.G. *Logika s elementami epistemologii i nauchnoy metodologii* [Logic with elements of epistemology and scientific methodology]. Moscow, Interpraks Publ., 1994, 448 p.
- [10] Quine W.V. *Philosophy of Logic*. Cambridge, Harvard University Press, 1986, 128 p.
- [11] Haack S. *Deviant Logic, Fuzzy Logic: Beyond the Formalism*. Chicago, The University of Chicago Press, 1996, 318 p.

Arkhiereev N.L., Dr. Sc. (Philos.), Professor, Department of Philosophy, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: arkh-nikolaj@yandex.ru