

КРИТЕРИИ ЭМПИРИЧЕСКОЙ ОСМЫСЛЕННОСТИ И ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

CRITERIA OF EMPIRICAL MEANINGFULNESS AND PROBLEM OF DEFINITION OF THEORETICAL TERMS

N. Arkhiereev

Summary. Under condition of standard treatment of scientific theory, accepted in logical positivism, meaning of theoretical terms was defined on the basis of coordinative rules, presented as real definitions. These definitions were also designed to guarantee empirical meaningfulness of theoretical terms and to describe the number of experimental procedures, providing proper application of the theory to a certain domain. This problem turns to be resolvable only on condition that the verification theory of meaning would be discarded.

Keywords: theory, experiment, coordination, definition, meaning, sense.

Архиереев Николай Львович

*К.ф.н., Московский Государственный Технический
Университет им. Н.Э. Баумана
arkh-nikolaj@yandex.ru*

Аннотация. При стандартной трактовке научной теории, принятой в логическом позитивизме, значения теоретическим терминам приписывались на основе правил соответствия, сопоставляющих теоретическим терминам наблюдаемые в рамках явных определений. Подобные определения были также призваны гарантировать эмпирическую осмысленность теоретических терминов и описать набор экспериментальных процедур, обеспечивающих применение данной теории к некоторой предметной области. В действительности задача корректного определения критериев эмпирической осмысленности теоретических терминов оказалась выполнимой лишь при отказе от некоторых методологических принципов логического позитивизма, в частности, от верификационистской теории значения

Ключевые слова: теория, эксперимент, соответствие, определение, значение, смысл.

Одним из элементов программы обоснования научного знания, предложенной логическим позитивизмом, было требование экспликации понятий и законов исследуемой теории в некотором формализованном языке. Как правило, в качестве такого языка в философской литературе называется язык классической логики предикатов первого порядка с равенством (далее — Я.К.Л.П.— 1=). Теория, подлежащая анализу, формулировалась в виде частично интерпретированной аксиоматической системы, аксиомы которой представляли собой фундаментальные законы соответствующей теории, 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 при помощи правил соответствия C (в более поздних редакциях данной программы — при помощи предложений редукции R). Прямыми семантическими значениями при этом обладали только понятия из языка L_O .

Более строго данная стратегия, входящая в исходную версию программы логического позитивизма, может быть выражена в виде следующих постулатов.

1) Теория должна быть сформулирована в формализованном языке L — прикладном языке логики предикатов первого порядка с равенством.

2) Все термины языка L могут принадлежать одному из трёх попарно непересекающихся классов выраже-

ний («словарей»): логическому словарю, включающему собственно логические константы и математические термины; словарю наблюдения V_o , включающему наблюдаемые термины; теоретическому словарю V_t , включающему теоретические термины.

3) Термины из словаря V_o относятся к непосредственно наблюдаемым физическим объектам или к непосредственно наблюдаемым свойствам физических объектов.

4) В составе теории имеется множество теоретических постулатов T , включающих в качестве нелогических терминов (исключительно) термины из словаря V_t ; значения терминам из словаря V_t приписываются посредством правил соответствия C — явных определений вида $\forall x(T(x) \equiv O(x))$, сопоставляющих каждому теоретическому термину T правильно построенное выражение O , не содержащее иных символов, кроме элементов словаря V_o и (возможно) логических символов. Все теоретические термины таким образом построенной теории оказываются осмысленными, поскольку получают интерпретацию в непосредственно наблюдаемых терминах.

5) Теория отождествляется с множеством конъюнкций высказываний вида $T \wedge C$, где T — некоторый элемент множества теоретических постулатов (аксиома системы), C — правило соответствия, трактуемое как явное определение указанной выше формы. Множество $T \wedge C$ рассматривается как замкнутое относительно отно-

шения выводимости, которое в исходной формулировке «стандартной трактовки» отождествлялось с классическим отношением логического следования. [2 сс. 39–41]

Предложения теории, истинные только в силу значения входящих в них выражений (в силу так называемых постулатов значения), а также предложения, истинные в силу особенностей их логических форм (варианты логических тавтологий), являются аналитическими. Предложения, для установления истинности/ложности которых необходимо обращение к внеязыковой реальности (наблюдению, эксперименту), являются синтетическими. Принадлежность некоторого предложения языка к одному из данных классов рассматривается как критерий его осмысленности.

В силу принятой в логическом позитивизме верификационистской теории значения, термины из словаря V_t получают значения только на основе их сопоставления с терминами из словаря V_o . Это сопоставление, в свою очередь, осуществляется посредством описания конкретных эмпирических процедур проверки истинности предложений, содержащих теоретические термины. Центральную роль в данной процедуре играют правила соответствия C .

Изначально эти правила были призваны решить следующие методологические задачи:

- 1) логически корректным образом определить теоретические термины;
- 2) гарантировать их эмпирическую осмысленность;
- 3) определить спектр допустимых экспериментальных процедур, обеспечивающих применение данной теории к соответствующей области наблюдаемых феноменов. [2 с. 17]

Поскольку допустимой логической формой правил соответствия в исходной версии стандартной трактовки могло быть только явное определение, три вышеуказанные функции правил соответствия были неразрывно связаны. Именно трактовка допустимой логической формы правил соответствия, а также связанные с ней критерии эмпирической осмысленности высказываний и общие представления о нормах экспериментальной методологии, подверглись наиболее серьёзным изменениям в ходе эволюции неопозитивистской методологической программы.

Очень скоро выяснилось, что явное определение как единственная допустимая логическая форма правил соответствия не способна в каждом конкретном случае охватить спектр допустимых экспериментальных процедур, обеспечивающих связь теоретических терминов с наблюдаемыми феноменами. Поэтому требования, предъявляемые к логической структуре правил соответ-

ствия были изменены (точнее, видоизменялись и уточнялись многократно), что неизбежно повлекло за собой изменение критериев эмпирической осмысленности высказываний теории.

Как отмечалось выше, первоначально в рамках данного методологического подхода теоретические термины рассматривались как эмпирически осмысленные только при возможности их явного определения в терминах наблюдения; сложные высказывания оценивались как эмпирически осмысленные, если только эмпирически осмысленными были все входящие в них дескриптивные термины; при соблюдении данных требований правила соответствия обеспечивали необходимые и достаточные условия эффективного применения теоретических терминов к наблюдаемым феноменам.

Р. Карнап [1] указал, однако, что диспозиционные свойства и соответствующие им предикаты не удовлетворяют ни одному из вышеперечисленных требований, хотя, безусловно, являются эмпирически осмысленными. (Напомним, что диспозиционными называются предикаты, выражающие способность объекта проявлять некоторые свойства при определённых условиях — например, «электропроводный», «растворимый» и т.д.). Если, к примеру, попытаться определить диспозиционный предикат «хрупкий» в терминах данной логической модели, то соответствующее явное определение примет вид:

$$X(x) \equiv \forall t (Y(x, t) \supset P(x, t)),$$

где X — теоретический термин «хрупкий», Y — эмпирический (наблюдаемый) термин «...ударен в момент времени...», P — эмпирический термин «...разобьётся в момент времени...», \forall — квантор общности, \supset — символ материальной импликации). Соответственно, в естественном языке формулировка данной эквивалентности будет звучать примерно так: «Объект x является хрупким, если и только если он выполняет следующее условие: для любого момента времени t истинно, что, если x ударить в момент t , то x разобьётся в t ». Однако, данная формулировка не может считаться корректным определением диспозиционного предиката «хрупкий» в силу свойств материальной импликации \supset : выражение $\forall t (Y(x, t) \supset P(x, t))$ будет истинным для любого объекта, который *никогда* не подвергался никакому механическому воздействию (то есть, если антецедент $Y(x, t)$ данной импликации ложен, то импликация в целом будет истинной независимо от значения консеквента $P(x, t)$, поскольку в классической логике выражения $\forall t (Y(x, t) \supset P(x, t))$ и $\forall t (\neg Y(x, t) \vee P(x, t))$ эквивалентны). Поскольку, по крайней мере, некоторые из объектов, не подвергавшихся механическому воздействию, не являются хрупкими, приведённое явное определение нельзя счи-

тать корректным определением диспозиционного свойства «хрупкий».

(Очевидно также, что законы науки, выражаемые при помощи универсальных суждений с импликацией, предполагают наличие содержательной или причинно-следственной связи между антецедентом и консеквентом импликации. Однако, выразительные возможности *экстенционального* языка логики предикатов первого порядка с равенством оказались недостаточными для моделирования подобных особенностей законов науки, поэтому проблема адекватного выражения свойств условной связи приобрела на поздних этапах развития стандартной трактовки более «общий» характер.)

Помимо невозможности формулировки явных определений диспозиционных терминов в языке логики предикатов первого порядка с равенством, очевидной стала некорректность попытки сведения теоретических терминов к определённым экспериментальным процедурам или даже множествам подобных процедур.

Условие отождествления значений теоретических терминов с набором некоторых экспериментальных процедур было ослаблено следующим образом: *любое наблюдаемое условие, экспериментальная процедура, множество экспериментальных процедур, зафиксированные в правилах соответствия, должны обеспечивать достаточное, но не необходимое условие для применимости теоретического термина к соответствующей области наблюдаемых явлений.*

Для решения проблемы корректного определения диспозиционных предикатов могла быть использована одна из следующих стратегий: а) могли быть изменены жёсткие требования, предъявляемые к допустимой логической форме правил соответствия, и в этом случае серьёзные изменения должны были быть внесены в 4-е из вышеизложенных «программных положений» исходной версии стандартной трактовки научной теории; б) язык логики предикатов, в котором осуществлялась формализация теории, мог быть обогащён модальными операторами, позволяющими моделировать свойства «неклассических» импликаций и более адекватно выражать смысл контрфактических, профактических и других «нестандартных» условных высказываний. Хотя вторая альтернатива кажется более естественной, на тот момент соответствующие системы неклассической (модальной) логики просто не были разработаны, поэтому реализована была первая альтернатива.

В работе [1] Р. Карнап предложил вместо правил соответствия с их жёсткой логической структурой использовать так называемые предложения редукции, обеспечивающие лишь частичное определение теоретических

терминов. В общем случае логической формой предложения редукции было универсальное высказывание вида $P_1 \supset (P_2 \equiv P_3)$, где \equiv есть символ эквивалентности, и при этом генерализация отрицания антецедента импликации, то есть выражение вида $\forall x \neg P_1(x)$ не является тождественно-истинным высказыванием. При этом в данной конструкции определяемым теоретическим термином (элементом словаря V_t) является предикат P_3 ; P_1 и P_2 должны быть терминами из словаря наблюдения V_o . В этой терминологии определение диспозиционного предиката «хрупкий» принимает следующий вид:

$$\forall x \forall t (Y(x, t) \supset (P(x, t) \equiv X(x)))$$

(предикаты $Y(x, t)$, $P(x, t)$, $X(x)$ интерпретируются также, как в вышеприведённом примере).

Очевидно, что в отличие от ранее предложенного способа определения диспозиционных предикатов в форме явных определений, логическая форма предложений редукции позволяла избежать очевидной парадоксальности первых: если некоторый объект a является нехрупким и никогда не подвергался механическому воздействию, импликация $Y(a, t) \supset (P(a, t) \equiv X(a))$ будет истинной (в силу значений её подформул $Y(a, t)=0$, $P(a, t)=0$, $X(a)=0$ и определений логических функций \supset, \equiv); из этого, однако, не вытекает, что выражение $X(a)$ обязательно должно быть истинным. Такая гибкость достигается за счёт «операционализации» определения диспозиционных свойств в предложениях редукции: предложения редукции в принципе не дают полного определения некоторого диспозиционного свойства, а, скорее, оговаривают условия экспериментальной проверки наличия/отсутствия данного свойства у определённого объекта, применимые в конкретных обстоятельствах.

Следствием такого ослабления логической строгости правил соответствия стала возможность построения целого множества предложений редукции для одного и того же теоретического термина. Возвращаясь к попыткам определения диспозиционного предиката «хрупкий», можно сказать, что хрупкий объект также разрушается в случае сильной деформации (перекручивая) или, скажем, в результате воздействия высокочастотной звуковой волны. Соответственно, наряду с вышеприведённым предложением редукции, возможными окажутся и такие:

$$D(a, t) \supset (P(a, t) \equiv X(a))$$

$$Z(a, t) \supset (P(a, t) \equiv X(a)),$$

Где выражение $D(a, t)$ означает «деформация объекта a в момент t », а $Z(a, t)$ — «воздействие на объект

а звуковой волны в момент t ». Каждое из данных предложений редукции определяет некоторую экспериментальную процедуру, являющуюся достаточным условием для регистрации у объекта а диспозиционного свойства «быть хрупким». Ясно, что в действительности данные предложения носят контрфактический характер: исследуемый объект не должен подвергаться каждой из определённых проверочных процедур, но обнаружил бы соответствующие свойства, если бы был им подвергнут.

Конечное множество предложений редукции, сформулированных для некоторого теоретического термина T , образует его явное определение, если и только если дизъюнкция проверочных условий, зафиксированных в этих предложениях, есть логически истинное высказывание или же логическое следствие из множества теоретических предложений соответствующей теории.— [2 с. 22]

Поскольку как отдельные предложения редукции, так и их конечные множества практически никогда не удовлетворяют названному требованию, правила соответствия, сформулированные в виде таких предложений обеспечивают лишь частичные определения значений теоретических терминов.

Поэтому впоследствии в формулировку 4-го программного положения стандартной версии было внесено следующее изменение: *термины теоретического словаря V_t получают частичное истолкование в терминах словаря наблюдения V_o на основе предложений редукции.*

Соответственно этому следующим образом был переформулирован критерий осмысленности теоретических терминов: *каждый эмпирически осмысленный теоретический термин может быть введён на основе терминов наблюдения при помощи последовательности истинных предложений редукции.*— [2 с. 23]

Данная модификация формулировки правил соответствия позволяла избежать трудностей, связанных с логической структурой явных определений, однако, породила целый ряд собственных проблем. Очевидно, что далеко не все теоретические термины в реальной научной практике вводятся при помощи последовательностей предложений редукции. Более того, теоретические термины математизированных физических теорий в принципе не могут быть определены подобным образом (таково, к примеру, понятие ψ — функции (волновой функции) в квантовой механике, а также такие понятия, как «масса», «материальная точка», «твёрдое тело», «сила», «давление», «объём», «абсолютная температура», «электрон» и т.д.).

К примеру, для метрического понятия «расстояние между $(a, b) = c$ » искомое предложение редукции должно было бы для каждого теоретически допустимого значения c включать набор сформулированных в наблюдаемых терминах необходимых и достаточных условий того, что регистрируемая величина c равна конкретному *действительному* числу. Общее число предложений редукции, которые могут быть построены на основе исходного конечного словаря языка L , является счётно-бесконечным, в то время как мощность класса теоретически допустимых значений c равна континууму. Поэтому построение исчерпывающего списка указанных необходимых и достаточных условий невозможно.

На основе подобных соображений был сделан вывод о невозможности в общем случае исчерпывающим образом определить теоретические термины при помощи конечных последовательностей предложений редукции и, соответственно, о необходимости очередной модификации критериев эмпирической осмысленности теоретических терминов.

В результате соответствующий пункт в 4-м программном положении стандартной версии был ослаблен следующим образом:

Множество правил соответствия S образует *интерпретативную систему*, удовлетворяющую следующим условиям:

- а) данное множество должно быть конечным;
- б) данное множество должно быть логически совместимо с множеством теоретических постулатов (аксиом) теории;
- в) предложения из данного множества не могут содержать иных дескриптивных (нелогических) терминов, кроме терминов, входящих в словари V_t и V_o ;
- г) каждое правило из данного множества должно содержать по крайней мере одно существенное вхождение наблюдаемого термина и по крайней мере одно существенное вхождение теоретического термина (т.е. формулировка каждого из правил не должна быть логически эквивалентна предложению, не содержащему существенных вхождений теоретических или эмпирических терминов);
- д) формулировка правил соответствия должна быть такой, чтобы все предложения вида $T \wedge S$ были эмпирически осмысленными.

Нетрудно догадаться, что наибольшие трудности возникли при попытке конкретизации условия д), т.е. при попытке строгого определения того, что означает эмпирическая осмысленность предложений вида $T \wedge S$.

Предполагалось, к примеру, что множество предложений $T \wedge C$ является эмпирически осмысленным, если только оно имеет такую эмпирическую интерпретацию, в которой ни одно из атомарных предложений не является изолированным; при этом некоторое атомарное предложение S , входящее в состав $T \wedge C$, называлось изолированным, если его исключение из $T \wedge C$ никак не изменяло класс наблюдаемых следствий, выводимых из $T \wedge C$. Как выяснилось, данное предположение допускало существование по крайней мере двух логически эквивалентных формулировок теории, одна из которых оказывалась эмпирически осмысленной согласно данному критерию, в то время как другая (содержащая изолированное предложение) эмпирически осмысленной не являлась: пусть теория TC содержит атомарные предложения S_1, S_2, S_n, \dots , причём изолированным является только S_1 . Пусть теория T_1C является результатом замены двух атомарных предложений S_1, S_2 теории TC их конъюнкцией $S_1 \wedge S_2$. Тогда теории TC и T_1C логически эквивалентны, однако, последняя не содержит изолированных атомарных предложений

Данный критерий был модифицирован следующим образом: теория TC является эмпирически осмысленной, если и только если она имеет такую частичную интерпретацию, что ни в одной теории, логически эквивалентной исходной, ни одно атомарное предложение не является изолированным. Как выяснилось, данная формулировка неявным образом предполагает выполнение следующего условия: постулаты всех эмпирически осмысленных теорий не содержат элементов словаря V . Поскольку данное условие было «экстремистским» даже для исходной индуктивной программы обоснования научного знания, принятой в неопозитивизме, эта формулировка признаков эмпирической ос-

мысленности теории также была признана неудовлетворительной.

Все последующие попытки уточнения условия д) также оказались неудачными, поэтому из большинства поздних версий стандартной трактовки научной теории оно было просто исключено.

Одним из результатов провала всех описанных попыток определить критерии эмпирической осмысленности теоретических понятий в рамках программы логического позитивизма стало скептическое отношение к возможности точного определения подобных критериев вообще. Между тем, при отказе от верификационистской теории значения критерии эмпирической осмысленности теоретических терминов могут быть сформулированы и на основе стандартной формализации теории. Так, П. Суппес рассматривал в качестве критерия эмпирической осмысленности предложения теории сохранение (инвариантность) его истинностного значения относительно соответствующего типа преобразований используемых в нём количественных величин. Например, результаты измерения температуры должны быть инвариантны по отношению к линейным преобразованиям; сравнительные измерения, основанные на порядковых отношениях типа «больше — меньше», должны быть инвариантны относительно монотонно возрастающих преобразований и.т.д [3].

Таким образом, по крайней мере, некоторые методологические задачи, поставленные логическим позитивизмом, были успешно решены на более поздних этапах развития формальной философии науки. Заслуга же экспликации и точной формулировки данных проблем несомненно принадлежит формальной программе логического позитивизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Carnap Rudolf. The Logical Syntax of Language. London: Kegan Paul Trench, Trubner & Co., 1937. 352 p.
2. Suppe Frederick. The Semantic Conception of Theories and Scientific realism. Urbana. University of Illinois Press. 1989. 485 p.
3. Suppes Patrick. Measurement, Empirical Meaningfulness and Three-valued Logic// in Measurement: Definitions and Theories (ed. by C. West Churchman and P. Ratoosh). Wiley. New York. 1959. pp. 129–143.

© Архиреев Николай Львович (arkh-nikolaj@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»