

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ

ФИЛОСОФСКИЕ
ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОЙ
ФОРМАЛЬНОЙ
ЛОГИКИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
Москва · 1962

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

П. В. ТАВАНЕЦ

ФОРМАЛЬНАЯ ЛОГИКА И ФИЛОСОФИЯ

Проблема взаимоотношения формальной логики и философии, возникающая вместе с возникновением формальной логики, и сейчас привлекает к себе внимание как советских, так и зарубежных философов и логиков.

Интерес к этой проблеме определяется рядом обстоятельств, среди которых в первую очередь должно быть отмечено возникновение диалектической логики.

С возникновением диалектической логики по-новому встал вопрос об отношении формальной логики к философии. Как бы ни трактовать вопрос о предмете диалектической логики, несомненным является тот факт, что она, будучи *логикой*, занимается исследованием философских вопросов. Отсюда следует, что логика (или часть логики, какой-то вид логики) есть вместе с тем и философия либо, по крайней мере, часть философии.

Спрашивается: является ли формальная логика частью логики диалектической или нет?

Если формальная логика есть часть диалектической логики, то, очевидно, она должна быть частью философии. Если же формальная логика не является частью диалектической логики (если она изучает совершенно иные проблемы, чем логика диалектическая), то она либо представляет собою особую науку, отличную от логики диалектической, либо вообще не имеет права на существование, поскольку не может быть науки без своего особого предмета исследования.

Признавая формальную логику наукой, отличной по своему предмету от логики диалектической, мы должны далее решить и вопросы о том: зависит она в какой-либо степени от философии или нет; требуют изучаемые ею закономерности и основные понятия, которыми она оперирует, философского анализа или не требуют.

Возникновение и развитие математической логики, тесно связанной, но не сводимой к математике, поставило перед логиками и философами новую проблему — проблему отношения этой науки

к традиционной формальной логике и к философии. Особую остроту эта проблема приобрела еще и потому, что философы-неопозитивисты, используя некоторые особенности математической логики, пытаются доказать, что математическая логика совершенно не нуждается в философском истолковании ее основных понятий.

* * *

На протяжении более чем двухтысячелетней истории логики предмет формальной логики определялся по-разному. Однако при этом всегда оставалась одна область, которая, независимо от того или иного определения, признавалась в качестве объекта изучения формальной логики,— область вывода или умозаключения.

С момента возникновения формальной логики построение теории вывода стало ее основной задачей.

Известный советский исследователь древнегреческой логики А. С. Ахманов справедливо отмечает, что формальная логика возникла из попыток найти ответ на вопрос о том, «на чем же покоится принудительная сила речей, какими средствами должна обладать речь, чтобы убеждать людей, заставлять их с чем-либо соглашаться, или признавать что-либо истинным» [2; стр. 35].

Анализ этого вопроса показал, что необходимость соглашаться с истинностью или ложностью чего-либо, если нечто другое признано истинным или ложным, зависит прежде всего от того, какие мысли выражены в речи и как они связаны друг с другом. Исследование закономерных связей мыслей в процессе рассуждений и привело к возникновению в Древней Греции *логики Аристотеля*, которая является исторически первой более или менее сложившейся системой формальной логики.

Занимаясь анализом различных видов рассуждения, Аристотель установил, что одна мысль признается нами истинной или ложной на том основании, что какая-либо иная мысль признана истинной или ложной только в том случае, когда эти мысли связываются между собою особым образом. Этот особый вид связи мыслей Аристотель назвал *силлогизмом*. По определению Аристотеля, «силлогизм... есть высказывание, в котором при утверждении чего-либо из него необходимо вытекает нечто отличное от утверждаемого и именно в силу того, что это есть» [1; стр. 10].

Открытие силлогизма дало возможность Аристотелю примерно очертить круг тех вопросов, которые и составили проблематику формальной логики (см. [9; стр. 50—51]).

Анализ силлогизмов потребовал изучения суждений, в форме которых выступают посылки и вывод умозаключения, а изучение суждений повлекло за собой изучение понятий как составных частей суждений. Исследование закономерных отношений понятий в суждении и суждений в умозаключении позволило открыть соответствующие логические законы и правила.

Таким образом, уже у Аристотеля проблематика той науки, которая впоследствии была названа формальной логикой, выявлена довольно четко. Основным объектом исследования этой науки являются такие отношения между суждениями по их условиям истинности, которые позволяют переносить значение истинности с одних суждений на другие, не обращаясь непосредственно к опытной проверке, к практике. Изучение этих отношений позволяет построить теорию формального вывода, т. е. такого вывода, в котором для получения необходимой или определенной степени вероятной истинности заключения не нужно вникать в смысл посылок и вывода, а нужно только соблюдать известные, установленные этой теорией правила.

Теория формального вывода и составляет основное содержание формальной логики. В силу этого определение формальной логики как науки о формах и законах правильного мышления является слишком широким. Формы и законы правильного мышления изучают и философия, и психология. Формальная логика также исследует формы и законы правильного мышления, но лишь постольку, поскольку это необходимо для теории формального вывода. Только проблемы формального вывода составляют собственный предмет формальной логики, который она не делит ни с какой другой наукой. Вот почему мы полагаем, что наиболее правильным определением формальной логики является определение ее как науки о формальном выводе.

Известный русский логик и математик П. С. Порецкий еще в 1898 г. справедливо утверждал, что «математическая логика по предмету своему есть логика, а по методу математика. Что она есть логика,— с этим согласится каждый, если мы скажем, что главнейшая, а может быть единственная ее задача заключается в построении теории умозаключений» [13; стр. 161].

В современных исследованиях по логике подобное понимание предмета формальной логики является наиболее распространенным (см. [17; стр. 5] [21; стр. 125] [23; стр. 1]). Правда, еще в первой половине девятнадцатого века некоторые логики (Уэтли, Милль и др.) определяли логику как науку об умозаключении. Однако их понимание предмета формальной логики было еще не четким. Так, Дж. Ст. Милль хотя и определял логику как науку об умозаключении (см. [10; стр. 2]), однако основную задачу логики он видел не в построении теории формального вывода, а в изучении «естественного» процесса умозаключения. Тем самым логика теряла свою самостоятельность и превращалась в часть психологии (см. [11; стр. 363]).

Правильное определение предмета формальной логики имеет большое значение для решения вопроса об отношении этой науки к философии. Однако прежде необходимо рассмотреть основные направления, по которым развивалась логика в новое время, и дать им критическую оценку.

В истории логики XIX и XX вв. существовали три основных направления развития логики: первое направление пошло по пути сближения логики с психологией и оформилось в виде так называемой психологической логики; второе направление пошло по пути сближения логики с философией и оформилось в виде так называемой гносеологической логики; третье направление пошло по пути сближения логики с математикой и оформилось в виде математической логики.

Рассмотрим коротко все эти направления.

Начатки психологического истолкования проблем формальной логики можно обнаружить уже в Древней Греции в школе софистов. Однако развернутое обоснование психологической логики было дано значительно позднее, в трудах английских философов и логиков У. Локка, Д. Юма, Г. Спенсера, Дж. Ст. Милля. По мнению психологистов, законы логики суть *естественные законы* и, подобно законам психологии, познаются нами из опыта. При этом под опытом психологисты понимают обычно интроспективный опыт мыслящего субъекта. Первоначальному обоснованию закона противоречия, говорит Милль, «я считаю тот факт, что «уверенность» и «отрицание» суть два различных духовных состояния, исключających одно другое; это мы знаем по самому простому наблюдению над нашим собственным духом» [10; стр. 250]. Мышление, подчиняющееся законам логики, есть частный случай мышления вообще. Поэтому «логика не есть наука, отличная от психологии... Поскольку логика вообще есть наука, она есть часть или ветвь психологии» [11; стр. 363].

В XIX в. такая оценка логики получила широкое распространение не только в Англии, но также и в Германии, России и других странах. «Логика,— писал Т. Липпс,— есть дисциплина психологическая, так как знание бывает лишь в душе, и мышление, завершающееся знанием, есть процесс психологический... Логика есть особая дисциплина психологии» [8; стр. 1—2]. Логика — одна из «психологических наук», — утверждал известный русский логик и психолог Н. Грот [4; стр. 31].

Попытка представить логику в качестве чисто эмпирической и описательной науки приводила не только к отождествлению логики с психологией, но и к отрыву логики от философии. Коль скоро логика есть эмпирическая наука, то, следовательно, она, по мнению психологистов, как и другие эмпирические науки, является нейтральной по отношению к философии. «Логика,— писал Милль,— представляет собою нейтральную почву, на которой могут встретиться и подать друг другу руки последователи как Гертля, так и Рида, как Локка, так и Канта» [10; стр. 11].

Однако утверждения психологов о «нейтральности» логики по отношению к философии оставались пустыми декларациями. На самом деле под флагом борьбы за строго эмпирическую и нейтральную по отношению к философии логику психологисты давали

субъективно-идеалистическое истолкование законов логики, отрицали тот факт, что законы логики и формы мысли являются отражением некоторых объективно существующих отношений вещей.

Для психологической логики не существует проблемы отношения мышления к бытию. Вопрос об отношении мысли к действительности психологи подменяют вопросом об отношении случайного мышления к мышлению закономерному. «Кто сравнивает свои мысли о вещах с самими вещами, — говорит Т. Липпс, — тот на самом деле только соизмеряет свое случайное, зависящее от привычки, традиции, симпатий и антипатий мышление с тем мышлением, которое, будучи свободно от всяких влияний, повинуется только собственной закономерности» [20; стр. 530].

Такая, типичная для идеализма, подмена вопроса об отношении мышления к бытию вопросом о соотношении мышления с самим собою сразу отрезала психологистам возможность правильного объяснения природы логических законов и прежде всего их всеобщности и необходимости. Дальше простой констатации существования законов логики психологи идти не могут. «Правила, которым надо следовать, чтобы мыслить правильно, — говорит Липпс, — есть не что иное, как правила, следуя которым мы мыслим так, как этого требует своеобразие мышления, его особая закономерность, короче говоря, эти правила идентичны естественным законам самого мышления» [20; стр. 530—531]. Но констатация существования законов логики еще не показывает их необходимости для всех мыслящих субъектов. Факт существования данных законов в нашем мышлении отнюдь не отрицает возможности допущения существования таких субъектов, у которых природа мышления отлична от нашей, а следовательно, отличны и законы мышления.

Не выходя за рамки мышления, нельзя объяснить также и то, почему, рассуждая согласно требованиям законов логики, мы, при прочих равных условиях, получаем истинные суждения, а нарушая эти требования, получаем ложные суждения?

Во второй половине XIX в. некоторые субъективные идеалисты, видя несостоятельность тезиса о нейтральности логики по отношению к философии, выступили с откровенно идеалистическим истолкованием логики. Исходным пунктом этого истолкования послужил правильный сам по себе тезис о неразрывной связи логики и теории познания. Представители этого направления в логике (обычно называемые сторонниками гносеологической логики) утверждали, что логика не может существовать в качестве самостоятельной, отличной от гносеологии науки. Она либо включает в себе теорию познания (Виндельбанд), либо является ее частью (Введенский), либо составляет с ней одно неразрывное целое (Шуппе).

По мнению Шуппе, логики, не зависимой от теории познания, никогда не было и быть не может. Каждый исследователь логики

исходит из каких-либо теоретико-познавательных предпосылок, о которых он либо умалчивает, либо, считая их чем-то само собой разумеющимся, принимает без критического рассмотрения. Такое некритическое отношение к теоретико-познавательным предпосылкам логики является причиной непоследовательности и противоречивости логических учений. Чтобы избежать этого, а также, чтобы вывести логику за рамки пустых схем и тавтологий, необходимо исходить из определенной теоретико-познавательной точки зрения. «Логический анализ может иметь успех только тогда, когда он исходит из определенной теоретико-познавательной точки зрения, соединяя таким образом логику и теорию познания в одну науку» [25; стр. 3].

В рассуждениях Шуппе об отношении логики к теории познания имеется много справедливых утверждений. Несомненно правильным является утверждение о том, что гносеология необходима как для объяснения природы основных понятий и законов логики, так и для разрешения некоторых возникающих в процессе развития логики затруднений (например, некоторых парадоксов); верно также и то, что нельзя совершенно абстрагироваться от теоретико-познавательных проблем при исследовании условий истинности суждений и вывода, и т. п. [25; стр. 5].

Однако суть дела заключается в том, какая теория познания привлекается для решения указанных вопросов.

Решить эти вопросы с точки зрения субъективно-идеалистической теории познания, как то пытается делать Шуппе в работе «Теоретико-познавательная логика», невозможно, ибо субъективно-идеалистическая теория познания не выходит за рамки мышления (сознания). Вот почему Шуппе фактически только использует правильный тезис о необходимости связи логики и теории познания для пропаганды разновидности субъективного идеализма, так называемой *имманентной философии*, согласно которой внешний мир *имманентно*, т. е. внутренне присущ сознанию и немислим вне его. Необходимо отметить, что шупповская концепция логики является ошибочной еще и потому, что полностью отдает всю логическую проблематику в ведение теории познания, лишая таким образом формальную логику права называться самостоятельной наукой.

Правильное положение о том, что логика нуждается в гносеологическом обосновании своих основных понятий и законов, Шуппе подменяет неправильным положением о том, что всякая логическая проблематика является вместе с тем и гносеологической проблематикой. На самом деле верность первого положения отнюдь не означает того, что среди ряда вопросов, интересующих логику, нет таких вопросов, для решения которых не нужно прибегать к помощи теории познания.

Анализ логической проблематики показывает, что такого рода вопросы существуют; в своей совокупности они и составляют то,

что мы называем теорией формального вывода. Но если это так, то, следовательно, вопрос должен ставиться не о законности или незаконности существования формальной логики в качестве особой науки, изучающей средства формального вывода, а о том, нет ли необходимости в существовании, наряду с формальной логикой, еще другой науки — гносеологической или философской логики?

В истории философии этот вопрос впервые четко был поставлен И. Кантом. Ему же принадлежит и первая попытка решения этого вопроса. По его мнению, «границы логики¹ совершенно точно определяются тем, что она есть наука, обстоятельно излагающая и строго доказывающая исключительно лишь формальные правила всякого мышления» [5; стр. 9]. Логика, говорит он в другой работе, ставит своей задачей рассмотрение тех правил, «которые необходимы вообще при всякой цели и независимо от всех особых объектов мышлений» [6; стр. 2—3].

Так как правила этой логики касаются только формы мышления, она может давать и дает только формальный критерий истинности (согласие знания с самим собою). Критерий этот является необходимым, но недостаточным условием истины как согласия знания с предметом.

Наряду с общей логикой Кант попытался обосновать необходимость существования другой логики, которую он называл трансцендентальной логикой, имеющей «дело исключительно с законами рассудка и разума, но лишь постольку, поскольку они a priori относятся к предметам» [5; стр. 64]. Трансцендентальная логика отвлекается уже не от всякого предметного содержания, а только от эмпирического. В отличие от общей логики она изучает происхождение, объем и объективное значение априорного знания, относящегося к предметам.

Мысль Канта о необходимости двух логик — формальной, которая изучала бы правила систематизации, упорядоченности и согласованности готового знания, и философской, которая занималась бы исследованием происхождения знания и его объективной значимостью, — верна и плодотворна. Однако с данной им характеристикой обеих логик мы, конечно, не можем полностью согласиться.

Прежде всего, следует отметить, что Кант, верно подчеркивая формальный характер общей логики и тот факт, что она может обеспечить лишь формальную истинность или, как теперь принято говорить, правильность мышления, в то же время совершенно оторвал ее от объективной действительности. Согласно Канту, изучаемые общей логикой законы, правила и формы мышления не имеют никакого отношения к объективной действительности, так как по своей природе они априорны. Это неверно. На самом деле тот факт, что формальная логика, изучая законы, правила и формы мышления, отвлекается от заключенного в них конкретного

¹ Под «логикой» или «общей логикой» Кант разумеет ту науку, которую впоследствии стали называть «формальной логикой».

содержания, отнюдь не свидетельствует об априорности знания и форм мышления. Ведь сами-то законы и формы мышления как таковые отнюдь не бессодержательны. Они также обладают своим *формальным* содержанием. И это их содержание есть отражение некоторых всеобщих свойств объективной действительности. Не поняв этого, Кант не смог по-настоящему отмежеваться от психологизма в логике. Несмотря на то, что Кант во многих отношениях справедливо критиковал психологическую логику и правильно указывал на необходимость очищения формальной логики от психологических проблем, сущности психологизма в логике он не понял. Это в особенности ясно видно из того, что в своей критике психологизма Кант отождествляет его с теорией отражения, называя последнюю «догматическим психологизмом».

Кантовская критика психологизма в логике в значительной степени оказалась недействительной именно потому, что он пытался объяснить сущность законов и форм мышления с позиций априоризма, т. е. не выходя за пределы мышления.

Вот почему, справедливо критикуя психологизм за фактическое отрицание ими всеобщности и необходимости законов и форм мышления, Кант сам не смог объяснить, почему законы и формы мышления имеют всеобщий и необходимый характер. Чтобы окончательно опровергнуть психологизм в логике, необходимо дать онтологическое обоснование законов и форм мышления (см. [14; стр. 19]). Но этого Кант, будучи априористом и агностиком, как раз и не смог сделать.

Еще менее может удовлетворить нас кантовское понимание предмета трансцендентальной логики. Кант еще не дошел до понимания единства философской логики и теории познания. Эта важнейшая особенность философской (диалектической) логики была впервые указана и подробно исследована Гегелем, а свое подлинно научное истолкование эта особенность получила лишь в марксистской философии.

В нашу задачу не входит характеристика диалектической логики. В данной связи для нас существенно только отметить, что марксистская философия признает необходимость существования двух логик — диалектической и формальной. Диалектическая логика есть учение о познании, формальная логика — учение о формальном выводе.

Так называемая гносеологическая логика не является ни особой (наряду с диалектической и формальной), ни, тем более, единственной логикой. При правильном ее понимании, гносеологическая (или философская) логика не может быть не чем иным, как диалектической логикой и, следовательно, она не может ни включать в себя формальную логику в качестве части, ни составлять с ней единое целое.

Не является особой логикой и психологическая логика. То, что отличает эту логику от формальной, а именно изучение челове-

ского мышления как естественного процесса, — подлежит изучению психологии (если процесс мышления рассматривается как мыслительная деятельность индивида, определяющаяся условиями, в которых этот процесс совершается) или диалектической логики (если процесс мышления рассматривается как процесс исторического развития человеческого познания).

Плодотворным явилось то направление формальной логики, которое пошло по линии сближения логики с математикой, или, точнее говоря, по линии применения математических методов для решения вопросов теории формального вывода. Однако успешное развитие формальной логики в этом направлении породило у некоторых философов и логиков неправильное мнение, будто математическая логика — это уже не логика, а особая математическая дисциплина, являющаяся частью математики (см. [22; стр. 50] [18; стр. 155] [15; стр. 43], а также [26; стр. 24]).

Чтобы доказать «неоправданность притязаний математической логики быть логикой» [15; стр. 43], ее противники обычно ссылаются на некоторые особенности, отличающие математическую логику от формальной логики и прежде всего на применяемый в ней метод исчисления.

Известный русский логик И. С. Поварнин еще в 1921 г. писал, что «логистика не есть уже логика. Уже принятый в ней метод исчисления делает ее самостоятельно существующей наукой. Ведь исчисление очень отличается от рассуждений. Рассуждая, мы все время сознаем содержание посылок и связываем их по содержанию. Наоборот, при исчислении мы переводим посылки в ряд искусственных символов и потом имеем дело лишь с этими символами, различным образом комбинируем их, производим ряд действий по известным правилам, совершенно не отдавая себе отчета в значении символов. Только после окончания этой работы мы расшифровываем результат» [12; стр. 16].

Подобного рода соображения в пользу мнения, что математическая логика не есть логика в собственном смысле слова, высказывались и другими логиками. На третьем немецком философском конгрессе в Бремене в 1950 г. эта точка зрения защищалась Фрейтаг-Лорингофом в его тезисах, представленных на обсуждение в симпозиуме по философским вопросам логики. Позднее в своей книге «Логика, ее система и ее отношение к логистике» он писал, что математическую логику не следует называть не только логикой, но даже и логистикой, чтобы не создавать иллюзии, что это какой-то особый вид логики. Лучше всего, утверждает Лорингоф, назвать эту науку «математистикой» [18; стр. 197].

Нетрудно показать несостоятельность этих рассуждений. Науки отличаются друг от друга не большим или меньшим применением математических методов, а своими предметами. Поэтому применение в формальной логике математических методов также не мешает тому, что формальная логика остается логикой, как и

применение математических методов в физике не мешает тому, что физика остается физикой.

Особенностью математической логики на современном этапе ее развития является также и то, что она содержит много различных систем: классическое исчисление, конструктивное исчисление, модальную логику, вероятностную логику, комбинаторную логику и т. д. По мнению некоторых авторов, эта особенность современной логики также свидетельствует о том, что математическая логика это не логика, а часть математики. В уже упоминавшихся нами тезисах Лорингофа мы читаем: «Имеется только одна логика, но много логических исчислений» [16; стр. 161].

По поводу этого утверждения необходимо сказать следующее. Верно, что имеется только одна логика, если под «логикой» понимается закономерный процесс человеческого мышления, существующий независимо от какой-либо теории. Если же под «логикой» понимается наука, то имеется не одна, а две логики: диалектическая и формальная.

Верно также, что в современной формальной логике строятся различные исчисления. Однако все они разрабатывают те или иные стороны формального вывода и, следовательно, относятся к той области, которая изучается логикой, а не математикой.

В качестве аргумента для обоснования утверждения, что математическая логика не есть логика, иногда указывают еще и на то, что математическая логика применяется только в математике и поэтому она должна рассматриваться как особый случай прикладной математики. Это положение также несостоятельно. Утверждения некоторых логиков о том, что «Гильберт сделал единственно возможное употребление математической логики, когда он ее переработал в математическую теорию доказательства» [15; стр. 5], или, что «логическое исчисление есть особый случай прикладной математики» [18; стр. 199], не доказывают того, что математическая логика применима только в области математики (см. [18; стр. 199]).

В настоящее время математическая логика находит себе все более широкое применение не только в математике, но также в физике, биологии, лингвистике, кибернетике и других науках. И если какая-нибудь наука применяется в той области, которую изучает другая наука, то это еще не свидетельствует о том, что первая наука становится частью или особым случаем второй. Математика, например, применяется во многих науках, но от этого она не становится частью этих наук.

Все сказанное выше показывает, что математическая логика не является частью математики и не противопоставляет себя формальной логике в качестве отличной от нее науки. «Современная логистика,— говорит Бернайс,— не рассматривает себя как находящуюся в оппозиции к традиционной логике, что в особенности явствует из некоторых новейших изложений. Скорее она желает

продолжать и надлежащим образом развивать традиционную логику» [16; стр. 170].

Итак, математическая логика есть та же формальная логика, точнее: «новый более высокий этап развития формальной логики» [3; стр. 36].

Поставим теперь вопрос: требует ли формальная логика и на современном этапе ее развития философского анализа для решения некоторых ее проблем? Многие логики отвечают на этот вопрос утвердительно. Так, по мнению Генриха Вича, «логика по необходимости большей частью связывается с определенной философией, а не является философски нейтральной» [27; стр. 10].

Однако, признавая наличие в современной логике философских проблем, некоторые авторы в то же время утверждают, что развитие современной логики скрывает эти проблемы (см. [24; стр. 13]). Мы полагаем, что такое утверждение неверно. Отрицание или замазывание философских проблем современной формальной логики некоторыми философами-идеалистами и, прежде всего, неопозитивистами, не означает того, что развитие науки логики скрывает эти проблемы.

На самом деле в ходе развития современной формальной логики «старые» философские проблемы логики лишь получают иногда иную формулировку, либо же в них выдвигаются на первый план те стороны, которые ранее оставались в тени. Так, философская проблема отношения логики к другим наукам не потеряла своей актуальности и для современной формальной логики. Однако если раньше, когда логика была в значительной степени описательной и эмпирической наукой, наибольшую остроту имел вопрос об отношении логики к психологии, то теперь, когда логика стала дедуктивной наукой, в которой применяются математические методы, с особой остротой встал вопрос об отношении логики к математике.

Одним из самых острых философских вопросов логики всегда был вопрос о природе форм мысли и законов логики. Этот вопрос также сохраняет всю свою остроту и для современной формальной логики, что ясно видно из неухающих споров о природе первичных понятий, аксиом и правил вывода, о проблеме универсалий, о проблеме значения и соозначения и т. п.

Логические позитивисты утверждают, что философские вопросы логики являются «непознавательными», и логик, поскольку он является ученым, не должен заниматься этими вопросами. «От внутренних вопросов (т. е. от собственно логических вопросов. — П. Т.) мы должны, — говорит Карнап, — ясно отличать внешние вопросы, т. е. философские вопросы...» [7; стр. 310]. «Непознавательный характер вопросов, которые мы здесь назвали внешними вопросами, — пишет он далее, — был признан и подчеркнут уже Венским кружком под руководством Морица Шлика — группой, с которой началось движение логического эмпиризма. Под

влиянием идей Людвиг Витгенштейна кружок отверг и тезис о реальности мира и тезис о его нереальности как псевдоутверждения; то же самое было с тезисом о реальности универсалий (абстрактных объектов в нашей настоящей терминологии) и с номиналистическим тезисом о том, что они не реальны» [7; стр. 312].

Приведенные высказывания Карнапа ясно свидетельствуют о его стремлении отгородить логику от философии, которую он считает псевдонаукой. Делается это для того, чтобы под флагом «нейтральности» логики давать субъективно-идеалистическое истолкование ее основных понятий.

В нашей литературе уже не раз была показана несостоятельность утверждения Карнапа и других неопозитивистов о «непознавательном» характере таких вопросов, как вопрос о природе универсалий, вывода, всегда истинных высказываний и т. п.

Здесь следует отметить, что, защищая «познавательный характер» философских вопросов формальной логики, мы не должны вместе с тем утверждать, будто формальная логика «дает ответ на философские вопросы, которые ставит логическое мышление» [19; стр. 17]. Такое утверждение ведет к смешению предметов формальной и диалектической логики.

На самом деле решение философских вопросов формальной логики может дать только философская (диалектическая) логика. Вопрос о природе форм и законов мышления, вопрос о предмете и границах применения формальной логики, так же как и другие философские вопросы логики, средствами формальной логики решить невозможно. Для решения этих вопросов требуется философский анализ.

Из сказанного явствует, что хотя диалектическая и формальная логика — различные науки, тем не менее между ними существует тесная связь.

Диалектическая логика дает теоретико-познавательную основу формальной логике. Она объясняет место формальной логики среди других наук, ее значение для познания действительности, природу ее основных понятий и законов и границы ее применения. Формальная логика, исследуя средства формального вывода, способствует и более глубокому пониманию процесса умозаключения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристотель. Аналитики. Госполитиздат, 1952.
2. А. С. А х м а н о в. Формы мысли и законы формальной логики. Вопросы логики. Под ред. П. В. Таванца. М., 1955.
3. Д. П. Г о р с к и й. Понятие как предмет изучения диалектической логики. Вопросы философии, 1959, № 10.
4. Н. Г р о т. К вопросу о реформе логики. Лейпциг, 1882.
5. И. К а н т. Критика чистого разума. СПб., 1907.
6. И. К а н т. Логика, 1915.

7. Р. Карнат. Значение и необходимость. М., 1959.
8. Т. Липпс. Основы логики. СПб., 1902.
9. Л. Лукасевич. Аристотелевская силлогистика с точки зрения современной формальной логики. М., 1959.
10. Дж. Ст. Милль. Система логики. М., 1914.
11. Дж. Ст. Милль. Обзор философии сэра Вильяма Гамильтона. СПб., 1869.
12. И. С. Поварнян. Введение в логику. II, 1921.
13. П. С. Порецкий. О способах решения логических равенств и обратном способе математической логики. Казань, 1884.
14. E. Albrecht. Die Beziehungen von Erkenntnistheorie, Logik und Sprache. Halle, 1956.
15. W. Albrecht. Die Logik der Logistik. Berlin, 1954.
16. Bericht über den Dritten Deutschen Kongress für Philosophie. München, 1952.
17. I. M. Bochenski. Formale Logik. München, 1956.
18. B. B. Freytag-Löringoff. Logik, ihr System und ihr Verhältnis zur Logistik. Zürich — Wien, 1955.
19. G. Klaus. Einführung in die formale Logik. Berlin, 1958.
20. Th. Lipps. Die Aufgabe der Erkenntnistheorie und die Wundt'sche Logik. «Philosophische Monatshefte», XVI. B., IX H., Leipzig, 1880.
21. Ch. Perelman. Logique language et communication Atti del XII Congresso Internazionale di Filosofia. Venezia 12—18 settembre 1958. Vol. I. Firenze Sansoni Editore, 1958.
22. Protokoll der philosophischen Konferenz über Fragen der Logik. November 1951 in Jena. Berlin, 1953.
23. W. V. O. Quine. Elementary Logic. Company, 1941.
24. M. L. Roure. Logique et metalogique. Paris, 1957.
25. W. Schuppe. Erkenntnistheoretische Logik. Bonn, 1878.
26. H. B. Veatch. Intentional logic. New Haven, 1952.
27. H. B. Veatch. Intentional logic. Philosophy in the mid-century. A survey. Ed. by K. Klibansky, vol. I. Firenze, 1958.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ФОРМАЛЬНОЙ ЛОГИКИ

Несмотря на то, что формальная логика является одной из древних наук, ее история и в настоящее время исследована далеко не достаточно. Одна из причин этого заключается в том, что предмет формальной логики до начала XX в. понимался историками логики неправильно.

Среди историков логики XIX в. господствовало предубеждение против формально-логических исследований. Поэтому последние или вообще игнорировались, или трактовались как нечто малозначительное и не интересное для логики. В силу этого многие важные для развития формальной логики периоды ее истории, как, например, логика стоиков, схоластическая логика, математическая логика, не получали правильной оценки. Вся история логики нередко сводилась либо к показу того, что вся послеаристотелевская логика лишь повторяла или же искажала логику Аристотеля [35], либо к изложению не столько истории логики, сколько истории философии [42].

Только в XX в., в связи с развитием математической логики, начинают появляться такие работы по истории логики, которые, основываясь на серьезном изучении первоисточников, дают новую, более правильную оценку важнейшим этапам развития формальной логики. Сюда относятся (кроме работ американского логика Пирса, заложившего основы современных историко-логических исследований) работы Я. Лукасевича [11] [31], Б. Матеса [32], Иоргенсона [28] [29], Ф. Энриквеса [24], Г. Шольца [37], И. М. Бохенского [19] и др.

Однако, более правильно оценивая античную, средневековую и математическую логику, большинство названных авторов впадает в другую крайность. Занимаясь одной только формальной логикой, они игнорируют или пренебрежительно трактуют труды всех тех мыслителей, которые придерживались гносеологического или психологического направления в логике.

Наиболее фундаментальным трудом по истории формальной

логики, с точки зрения современного ее понимания, является книга И. М. Бохенского «Формальная логика», изданная в 1956 г. на немецком языке. Эта книга отличается не только более правильной оценкой важнейших периодов развития формальной логики, но также еще и тем, что ее автор уделяет много места публикациям подлинных текстов различных авторов и дает обширную библиографию по формальной логике. Однако и на этой книге неблагоприятно сказалось то, что ее автор признает одну только формальную логику. Это обстоятельство приводит к тому, что Бохенский, во-первых, неверно оценивает те работы по логике, в которых исследование не ограничивается одним только формально-логическим кругом вопросов, и, во-вторых, игнорирует или же пренебрежительно трактует те направления в логике, представители которых не занимались формально-логическими проблемами.

В подтверждение сказанного приведем несколько примеров.

1. И. М. Бохенский высоко и в общем правильно оценивает формальную логику Аристотеля. Но как только речь заходит о тех работах, в которых великий мыслитель древности исследует вопросы, относящиеся не к формальной, а к гносеологической логике, картина резко меняется. Вместо всесторонней оценки этих работ и их исторического значения для развития не только формальной, но и гносеологической (и, в частности, диалектической) логики автор трактует их только в формально-логическом плане. Ярким примером этой тенденции может служить истолкование И. М. Бохенским работы Аристотеля «О категориях». Названная работа Аристотеля, после «Метафизики», является важнейшим трудом, в котором Аристотель разрабатывает вопросы гносеологической логики (в данном случае вопросы о высших родах бытия). Между тем Бохенский трактует эту работу только в качестве формально-логического исследования о терминах [19; стр. 58].

2. Бохенский дает совершенно неверную оценку периода развития логики от средних веков до XX в. По его мнению, в этом периоде, за исключением математической логики и работ тех немногих логиков (Бентама, Гамильтона), которые так или иначе подготовляли возникновение математической логики, все остальное не имеет научной ценности и свидетельствует лишь о глубоком декадансе логической мысли в новое время. Автор не скупится на уничижительные эпитеты в отношении логики нового времени, называемой им «классической». По его мнению, «классическая» логика представляет собою не что иное, как собрание отрывков из схоластической логики, трактующих в духе античной логики, ее содержание чрезвычайно скудно, она отягчена огромным количеством серьезных ошибок, а творческая сила ее ничтожна [19; стр. 17].

Ошибочность такой характеристики «классической» логики видна уже из одного только краткого перечня важнейших достижений логики за период с XVII по XX в. Сюда относятся:

1) разработка индуктивной логики в работах Бэкона, Гершеля, Милля и др.; 2) обоснование Кантом необходимости существования двух логик — общей (формальной) и трансцендентальной (гносеологической) логики; 3) разработка материалистической диалектики как логики и теории познания в работах Маркса, Энгельса и Ленина.

3. Наконец, необходимо отметить, что в книге Бохенского совершенно игнорируется развитие логики в России и СССР. Между тем в России были крупные представители не только гносеологической логики (М. И. Каринский), но и формальной логики (например, П. С. Порецкий). Немалый вклад внесли в развитие формальной логики также советские ученые (Колмогоров, Гливиенко, Бочвар, Новиков, Марков, Жегалкин и др.).

Все вышесказанное свидетельствует о том, что одной из важных задач, стоящих перед логиками-марксистами, является задача создания научного курса по истории логики. В последнее время начинают выходить в свет книги и статьи, в которых рассматриваются некоторые периоды развития логики, дается характеристика учения отдельных видных логиков [2] [3] [4] [15] [18].

Эту работу нужно продолжить и расширить. Авторы полагают, что настоящая статья, в которой кратко рассматриваются основные этапы развития формальной логики, будет также способствовать тому, чтобы привлечь внимание логиков к разработке вопросов истории логики.

Развитие формальной логики естественно разбивается на два больших этапа.

Первый этап — от древнегреческой логики до возникновения математической логики, второй этап — от возникновения математической логики до наших дней¹.

В задачу настоящей статьи не входит последовательное изложение всех формальнологических учений в истории логики. Из первого этапа развития формальной логики мы выделяем для рассмотрения только древнегреческую и схоластическую логику, из второго этапа — исключительно лишь математическую логику.

1. Древнегреческая логика

Некоторые историки логики разделяют период древнегреческой логики на три части: 1) подготовительный период (до «Тоики» Аристотеля), 2) аристотелевско-мегаро-стоический период (от второй половины IV в. до конца III в. до н. э.), 3) период комментаторов (от II в. до н. э. до смерти Боэция — начало VI в. нашей эры) (см. [19; стр. 33]).

¹ Некоторые авторы [37] называют нематематическую формальную логику классической формальной логикой, а математическую — современной формальной логикой.

В данном разделе мы дадим краткую характеристику только наиболее выдающихся достижений древнегреческой логики какими являются логика Аристотеля и логика мегаро-стоической школы.

а) Логика Аристотеля

Аристотель (384—322 гг. до н. э.) значительное количество своих исследований посвятил вопросам логики. Его логические сочинения, объединенные комментаторами под общим названием «Органон», включают в себя следующие работы:

1) «Категории» — о высших родах сказуемого, или о высших родах бытия.

2) «Об истолковании» — о высказываниях (суждениях). В этой работе Аристотель делает также первую попытку создания системы синтаксических категорий и формулирует закон исключенного третьего.

3) «Первая аналитика» — об умозаключениях.

4) «Вторая аналитика» — о доказательствах.

5) «Топика» — о диалектических умозаключениях.

6) «О софистических опровержениях» — сочинение, являющееся дополнением к «Топике»; в нем рассматриваются софистические умозаключения (см. [3; стр. 11]).

Кроме того, логические проблемы исследуются Аристотелем в «Метафизике», «Физике», в трех книгах «О душе» и «Риторике».

Вопросы логики, исследуемые Аристотелем в названных работах, относятся к логике в широком смысле слова. Здесь мы находим исследования по теории истины, системе категорий, природе форм и законов мышления и ряд других вопросов, имеющих прямое отношение к гносеологической логике.

Значительное место (в частности, в работе «О душе») Аристотель уделяет также вопросам психологии мышления. Вот почему на авторитет Аристотеля ссылаются не только те, кто занимается разработкой вопросов формальной логики, но и те, кого интересуют гносеологические и психологические аспекты логической проблематики (см. [40; стр. 5—6, 34]).

Мы не будем касаться этих сторон богатого логического наследия Аристотеля, а остановимся коротко только на выяснении того, почему Аристотеля называют основателем формальной логики.

Аристотель еще не пользовался термином «формальная логика». Однако предмет той науки, которая в настоящее время называется формальной логикой, очерчен им с достаточной определенностью. Этим предметом он считал силлогизм. Термин «силлогизм» соответствует современному термину «умозаключение» или «вывод». Поэтому формальную логику Аристотеля вполне правомерно называть теорией вывода.

В предыдущей статье было установлено, что предметом формальной логики является не просто теория вывода, а теория формального вывода. Применимо ли такое определение к логике Аристотеля? Новейшие исследования в этой области показывают, что такое определение логики Аристотеля вполне оправданно. Аристотель с полным правом может называться основателем или создателем теории формального вывода.

Что это действительно так, видно из следующих соображений.

Характерной чертой формальной логики является то, что она анализирует не конкретное, а формальное содержание вывода. Для выделения этого формального содержания логика вводит понятие «переменных», рассматривая конкретные термины умозаключений как значения переменных. Форма умозаключения определяется числом и расположением переменных, а также характером отношений между переменными, в качестве которых выступают «логические постоянные».

В логике Аристотеля в качестве переменных выступают буквы *A, B, C*, обозначающие больший, средний и меньший термины силлогизма, а в качестве логических постоянных следующие отношения между терминами:

- 1) «Быть присущим всякому»,
- 2) «Не быть присущим ни одному»,
- 3) «Быть присущим некоторым»,
- 4) «Не быть присущим некоторым».

Анализ этих отношений и выяснение того, какие связи терминов дают правильные силлогизмы, а какие нет, и составляет основное содержание аристотелевской формальной логики.

Иначе говоря, Аристотель рассматривает только такие формы высказываний, для которых можно сформулировать определенные законы (так называемые силлогистические законы): Соблюдение этих законов позволяет из истинности двух форм *A* и *B* заключить об истинности третьей формы *C*.

Таким образом, Аристотель может считаться основателем формальной логики уже по одному тому, что он впервые ввел в логику переменные и показал, что «к логике принадлежат лишь силлогистические законы, выраженные в переменных, а не их приложения к конкретным терминам» [11; стр. 50]. «Введение в логику переменных, — справедливо замечает польский логик Я. Лукасевич, — является одним из величайших открытий Аристотеля» [11; стр. 42].

Если добавить к сказанному то, что Аристотель впервые в истории логики исследование форм силлогизма ведет чисто формальным образом, оперируя лишь с формами силлогизмов, а не с конкретными примерами их, и что он ясно выразил идею всеобщей значимости логических законов, то становится очевидным, что характеристика Аристотеля, как основателя формальной логики, вполне оправданна.

Но этого мало. Аристотель является не только основателем формальной логики, но и создателем первой формально-логической системы логики. Эта система (так называемая силлогистика) имеет аксиоматический характер. Основными аксиомами силлогистики Аристотеля являются два модуса первой фигуры Barbara и Celarent. Остальные модусы первой фигуры и модусы других фигур силлогизма сводятся к ним.

Аксиоматический метод, примененный Аристотелем при изложении своей формально-логической системы, страдает некоторыми недостатками. Наиболее существенным недостатком является то, что Аристотель не выявляет всех тех логических принципов, которыми он пользуется при осуществлении операции сведения. Однако это обстоятельство ничуть не умаляет исторической заслуги Аристотеля как творца оригинальной дедуктивной системы формальной логики, которую без натяжек нельзя свести ни к логике предикатов (как то утверждает, например, Шольц [37; стр. 62]), ни к логике классов.

Следует отметить, что заслуги Аристотеля в области формальной логики не ограничиваются только созданием системы ассерторической силлогистики и разработкой вопросов логики имен (термлогики).

В тех же «Аналитиках» Аристотель довольно подробно разрабатывает модальную логику, дает описание «силлогизмов из гипотез» и формулирует некоторые законы и правила, относящиеся к логике высказываний.

Вопросами модальной логики занимался в дальнейшем также виднейший ученик Аристотеля Теофраст (372—288 гг. до н. э.), ставший после смерти Аристотеля руководителем школы перипатетиков. Ему же принадлежит и первый набросок учения о гипотетическом силлогизме.

Дальнейшая разработка логики высказываний (и в том числе теории гипотетических и разделительных силлогизмов) была осуществлена логиками *мегаро-стоической школы*.

б) Мегаро-стоическая школа

Логическое учение, известное под именем «логики стоиков», более правильно называть учением мегаро-стоической школы. В пользу этого мнения говорят следующие обстоятельства.

1. Основатели стои́к Зенон (300 лет до н. э.) и Хризипп (281/78—208/05 гг. до н. э.) были учениками мегариков: Диодора (307 г. до н. э.), Стиллона (320 г. до н. э.) и Филона.

2. Среди известных нам выдающихся логиков этого времени Евбулид, Диодор и Филон являются мегариками и лишь один Хризипп принадлежит к школе стоиков [19; стр. 122].

Судьба логических творений мегаро-стоической школы весьма печальна. Ни одно произведение логиков этой школы до нас не

дошло. От богатого и, по всей видимости, подробно разработанного логического учения мегариков и стоиков до нас дошли только отдельные отрывки в изложении Секста Эмпирика, Диогена Лаэртция и некоторых других авторов. Однако даже из этих скудных источников видно, что логическое учение мегаро-стоической школы является весьма важным периодом в развитии формальной логики.

Наиболее характерными чертами мегаро-стоической логики, отличающими ее от логики Аристотеля, является то, что она, во-первых, есть логика высказываний, а не логика имен, и, во-вторых, что она есть не логика законов, а логика правил [31; стр. 113 и дальше].

Когда мы говорим, что логика мегаро-стоической школы, в отличие от логики Аристотеля, является логикой высказываний, то это не означает, что Аристотель в своей силлогистике оперировал только с категорическими высказываниями. На самом деле в «Аналитиках» Аристотеля мы также встречаемся с гипотетическими (условными) высказываниями. Ведь каждый истинный силлогизм Аристотеля есть импликация и формулируется им как гипотетическое высказывание.

Принципиальное отличие состоит здесь в том, что у Аристотеля переменные (буквы A, B, C) относятся к терминам, а у стоиков переменные (порядковые числа: первое, второе) относятся к высказываниям.

Силлогизм Аристотеля имеет следующий вид:

Если A присуще всем B и C присуще всем A , то C присуще всем B .

Силлогизм мегаро-стоической школы имеет такой вид:

Если первое, то второе.

Но первое.

Следовательно, второе.

По поводу второй характерной черты логики мегаро-стоической школы необходимо сказать следующее. Аристотель формулирует силлогизмы как логические тезисы (законы), т. е. как высказывания, которые истинны при всех значениях переменных. Аристотелевский силлогизм — это импликация типа «если A и B , то C », в которой антецедентом является конъюнкция посылок, а консеквентом — вывод.

В отличие от этого силлогизмы мегаро-стоической школы являются «формулами вывода», имеющими смысл правил вывода¹. Силлогизм стоиков — это правило вывода: «Если p , то q ; но p ; следовательно q ». Данное правило подобно современному «правилу отделения»; его можно сформулировать таким образом: если импликация «если p , то q » и антецедент этой импликации « p »

¹ Этим логика высказываний мегаро-стоической школы отличается также от логики высказываний современной формальной логики, которая есть система логических законов.

признается истинным, то и консеквент этой импликации « q » признается истинным и может быть отделен от « p » [31; стр. 115]¹.

Формально-логическая система мегаро-стоической школы, так же как и силлогистика Аристотеля, имела аксиоматический характер. Все формулы силлогизмов логики этой школы сводили к следующим пяти «недоказуемым» формулам вывода.

1. Если p , то q ; но p ; следовательно q .
2. Если p , то q ; но не- q ; следовательно не- p .
3. Не (p и q); но p ; следовательно не- q .
4. Или p или q ; но p ; следовательно не- q .
5. Или p или q ; но не- q ; следовательно p .

Значительным достижением логиков мегаро-стоической школы является то, что они дали основательный и глубокий анализ функторов, определяющих молекулярные высказывания. Важнейшие функторы, различаемые в этой школе, суть следующие: 1) отрицание, 2) конъюнкция, 3) дизъюнкция, 4) импликация, 5) эквивалентность.

Под отрицательным предложением они понимали такое предложение, перед которым стоит отрицательная частица; двойное отрицание считалось равнозначным утверждению.

Определение отрицания, как функции истинности, у логиков мегаро-стоической школы выступает вполне ясно и может быть сформулировано таким образом:

Если не- p истинно, то p ложно.

Если не- p ложно, то p истинно.

Если p истинно, то не- p ложно.

Если p ложно, то не- p истинно.

Под конъюнкцией они понимали такую связь двух и более высказываний, которая истинна, если истинны все ее компоненты, и ложна, коль скоро хотя бы одно из входящих в конъюнкцию высказываний ложно. Это определение конъюнкции также вполне соответствует современному ее пониманию как функции истинности.

У логиков мегаро-стоической школы, по-видимому, было два понимания дизъюнкции: 1) строгая дизъюнкция и 2) нестрогая дизъюнкция. О строгой дизъюнкции имеются весьма ясные высказывания в различных источниках. Приведем определение ее из работы Секста Эмпирика «Три книги Пирроновых положений» в переводе Н. В. Бруцовой-Шаскольской: «Правильное разделенное обещает, что правильна одна из ее частей, а остальная или остальные ложны и в противоречии (с первой)» [17; стр. 191].

Что касается нестрогой дизъюнкции, то здесь нет столь же ясных высказываний (см. [19; стр. 138]).

¹ Следует отметить, что логики мегаро-стоической школы разработали также простые приемы, посредством которых все их правила вывода превращались в тезисы [31; стр. 115].

Не совсем ясно также, в каком смысле понималась в этой школе эквивалентность (см. [19; стр. 139]).

Больше всего в известных нам источниках имеется высказываний о понимании логиками мегаро-стоической школы импликации. В результате имевшей место дискуссии по этому вопросу среди мегариков и стоиков выявилось четыре различных понимания импликации (см. [17; стр. 97—98]).

1) Первый вид импликации (так называемая филоновская импликация) полностью соответствует современному пониманию материальной импликации. Это импликация, которая «не начинается с истинного, чтобы кончиться ложным» [17; стр. 110]. Согласно Филону, истинными являются импликации: 1) у которых антецедент истинный и консеквент истинный, 2) у которых антецедент ложен и консеквент истинный, 3) у которых антецедент и консеквент ложны. Ложной является только та импликация, у которой антецедент истинен, а консеквент ложен.

2) Второй вид импликации — диодоровская импликация: «Диодор же считает правильным то, что не могло и не может, начавшись от истинного, кончатся ложным» [17; стр. 110]. Эту импликацию можно определить следующим образом. Если p , то q тогда, когда для каждого времени t не бывает того, что p в t истинно и q в t ложно (см. [19; стр. 135]).

3) Третий вид импликации Секст Эмпирик характеризует так: «те же, которые вводят сочетание, считают связь правильной, когда противоположное ее заключению противоречит ее предыдущему» (см. [17; стр. 111]).

4) Четвертый вид импликации — это такой, «в котором конец по значению содержится в предыдущем» [17; стр. 112]. В этом виде импликации речь идет, по-видимому, о наличии такой связи между антецедентом и консеквентом, когда антецедент есть высказывание о всех элементах какого-либо класса, а консеквент — о некоторых подклассах данного класса (см. [19; стр. 136]).

В заключение нашего краткого рассмотрения логики мегаро-стоической школы следует еще отметить, что мегарик Евбулид открыл первую известную нам из истории семантическую антиномию — знаменитого «лжеца», а стоик Хризипп (если верно толкование, приводимое Бохенским [19, стр. 153]) дал интересное решение этой антиномии. По мнению Хризиппа, высказывание, которое утверждает свою собственную ложность, не может характеризоваться ни как истинное, ни как ложное, так как оно лишено смысла¹.

В последующий период (период комментаторов), насколько нам известно, в логике не возникало новых важных идей. В основ-

¹ Важным достижением логики стоиков является то, что они, по-видимому, впервые в истории логики, установили различие между словом как знаком, предметом как тем, что обозначено словом, и смыслом слова, который они называли «лекта».

ном в этот период систематизировались и разрабатывались детали уже известных логических учений.

Заслуживает особого упоминания только некоторое предвосхищение современной логики отношений, имевшееся у Галена [26]. Кроме категорических и гипотетических силлогизмов Гален отмечает еще третий вид силлогизмов, а именно силлогизмы, в которых посылками являются суждения отношений и вывод в которых основывается на свойствах этих отношений.

2. Схоластическая логика

Средневековая логика (VI—XV вв.) изучена еще недостаточно. Новые серьезные исследования схоластической логики начались только с сороковых годов XX в., а об арабской логике мы до сих пор знаем еще очень мало.

Между тем новейшие исследования показывают, что, по крайней мере о схоластической логике, мы с полным правом можем говорить как о такой логике, которая в некоторых отношениях является дальнейшим развитием древнегреческой формальной логики.

Эволюция логических учений схоластической логики является в настоящее время предметом исследований и дискуссий. Однако на основании уже известных фактов можно предполагать, что творческая разработка вопросов логики начинается только в XII в. В сочинениях по логике более раннего времени, включая Абелияра (1079—1142), мы не находим какой-либо новой серьезной проблематики [19; стр. 170].

Во второй половине XIII в. схоластическая логика в существенных чертах уже сформировалась, о чем свидетельствует ряд известных нам руководств по логике; самым популярным из них был «*Summulae logicales*» Петра Испанца (род. приблизительно 1220 — ум. 1277).

Дальнейшая разработка схоластической логики осуществлялась в трудах Дунса Скота (род. 1226 или 1274 — ум. 1308), Раймунда Луллия (род. около 1235 — ум. 1315), Вильяма Оккама (род. около 1290 — ум. 1349), Иоанна Буридана (ум. вскоре после 1358), Альберта Саксонского (1316—1390) и др.

Не решен еще окончательно и вопрос о литературных источниках логической проблематики схоластической логики. Так, по важнейшему вопросу об источниках схоластической логики высказываний одни исследователи утверждают, что схоласты были знакомы с логикой стоиков [31], другие же [19; стр. 172] полагают, что схоласты заново создали свою логику высказываний¹.

¹ Несомненным является то, что схоласты в этот период были знакомы с «Топикой» Аристотеля, откуда они могли заимствовать идею формальной импликации. Учение о материальной импликации схоластической логики, возможно, заимствовали у арабских логиков.

Как бы то ни было, несомненным является то, что в схоластической логике логика высказываний получила дальнейшее развитие по сравнению с тем, что нам известно о логике мегаро-стоической школы.

Как показал Я. Лукасевич [31], уже в трактате Петра Испанца «*Summulae logicales*» с комментариями Версориуса имеется ряд интересных новых мыслей, относящихся к логике высказываний. Так, здесь дается четкое определение неисключающей дизъюнкции как функции истинности. Дизъюнкция в трактате определяется как такая связь двух высказываний посредством союза «или» («*vel*»), которая тогда и только тогда ложна, когда оба члена дизъюнкции ложны. Кроме того, в трактате приводится не только тот случай, когда из дизъюнкции и отрицания одного члена мы получаем другой член, но и случай получения истинной дизъюнкции из истинности одного члена. Этот второй случай в текстах, относящихся к логике мегаро-стоической школы, вообще не встречается.

Новое правило формулируется здесь также и в отношении конъюнкции, а именно правило вывода любого его члена.

Из комментариев к «*Summulae logicales*» видно также, что известные законы де-Моргана для выражения конъюнкции через дизъюнкцию и отрицание и дизъюнкции через конъюнкцию и отрицание были уже известны в средние века. Помимо Петра Испанца эти законы мы встречаем также у Дунса Скота (а также и все то, о чем говорилось выше), у Раймунда Луллия и др.

В дальнейшем логике высказываний схоласты посвящают специальные трактаты, которые назывались «*De consequentiis*» («О следованиях»).

Оригинальным учением схоластической логики является учение о суппозициях (свойствах терминов в высказываниях). Важнейшими суппозициями, различаемыми в схоластической логике, были (согласно Оккаму):

- 1) персональная (*suppositio personalis*), когда термин обозначает вещь;
- 2) простая (*suppositio simplex*), когда термин обозначает мысль о вещи;
- 3) материальная (*suppositio materialis*), когда термин обозначает словесное выражение мысли о вещи.

Персональная и простая суппозиции у некоторых логиков (например, у Фомы Аквинского) объединялись под именем формальной (*suppositio formalis*).

Много внимания уделяли схоластические логики анализу семантических антиномий (антиномии «лжеца» и др.), которые, начиная с Оккама, рассматривались ими в особом разделе «*Insolubilia*» («Неразрешимость»). Было предложено свыше двенадцати различных решений антиномий. Эти решения охватывают собой почти все существенное, известное до сих пор в данной области.

Новые идеи высказывались схоластическими логиками также в области ассерторической логики терминов (о двойной квантификации, о пустом классе, о логике отношений и др.), в области комбинаторной логики (Альберт Великий, Раймунд Луллий) и др.

Все вышесказанное свидетельствует о том, что схоластическая логика представляет собою дальнейший этап развития той формальной логики, которая сложилась в древней Греции. Вместе с тем нужно отметить, что между схоластической и античной формальной логикой имеются и существенные различия, выражающиеся в следующем.

1. В античной логике только у Аристотеля можно отметить метаязыковую попытку аксиоматизации силлогистики посредством формулировки следующих правил силлогизма.

а) «Во всех силлогизмах один из терминов должен быть взят в утвердительной <посылке> и один должен быть взят во всем объеме» [1; стр. 74].

б) «Ясно также, что всякое доказательство дается посредством трех и не более терминов, если <только> одно и то же заключение не получается посредством разных посылок» [1; стр. 72].

в) «Ясно также и то, что силлогизм состоит из двух посылок и не больше» [1; стр. 74].

г) «Ясно также, что во всяком силлогизме или обе посылки или одна из них необходимо должны быть подобны заключению. Под «подобным» я подразумеваю не только то, что <и посылки, и заключение> должны быть утвердительными или отрицательными, но также и то, что <они> должны быть суждениями о необходимо <присущем> или о присущем или о возможно <присущем>» [1; стр. 72].

В большинстве же случаев античные логики формулируют свои положения в объект-языке. В отличие от этого схоластические логики, различая законы и правила, большинство своих положений рассматривают как правила и формулируют их через описания, т. е. в метаязыке.

2. Схоластическая логика гораздо детальнее разработала семантические и синтаксические функции слов как знаков, чем античная логика. Однако в схоластической логике не было столь четко разработанного учения о переменных, как в античной логике.

3. Математическая логика

Развитие математической логики разделяется на четыре периода.

Первый период можно назвать периодом предистории математической логики. Главное содержание его составляют те

основные идеи математической логики, которые были высказаны Лейбницем.

Второй период — от Буля до Фреге. Этот период обычно называют периодом «алгебры логики».

Третий период — от Фреге до «Principia Mathematica» Рассела и Уайтхеда. В этот период математическая логика разрабатывалась преимущественно как средство систематизации и обобщения математики.

Четвертый период — от «Principia Mathematica» Рассела и Уайтхеда до наших дней характеризуется развитием мета-логики и семантики. В этот же период возникают различные системы многозначных и комбинаторных логик.

Прежде чем перейти к рассмотрению указанных периодов развития математической логики, разберем вкратце вопрос об отличии математической логики от нематематической.

На первый взгляд может показаться, что наиболее существенным и бросающимся в глаза отличием математической логики является повсеместное применение ею символики. На самом же деле применение символики не является отличительным признаком математической логики. Символика применялась в формальной логике уже Аристотелем.

Как раз одно из важнейших открытий Аристотеля в области формальной логики и заключается в том, что он ввел в логику переменные, т. е. стал обозначать буквами термины силлогизмов, а конкретные общие термины рассматривать как значения переменных.

Если уж говорить об отличии математической логики от нематематической по вопросу о применении символики, то правильнее будет сказать, что математическая логика отличается более последовательным и повсеместным применением символики. В частности, она применяет символику не только для обозначения переменных, но и для обозначения логических постоянных, чего в нематематической логике еще не практиковали.

Неверно также было бы видеть отличие математической логики только в том, что она излагает логические учения аксиоматически. Во-первых, математическая логика может излагать и излагает свои учения не только аксиоматически. Во-вторых, аксиоматическое построение формальной логики, хотя и не столь строгое и последовательное, как в математической логике, осуществлялось и раньше. Уже Аристотель излагал свое учение аксиоматически, сводя модусы всех фигур силлогизма к модусам Barbara и Celarent первой фигуры.

И. М. Бохенский видит самое существенное отличие математической логики от нематематической в следующем. До возникновения математической логики, говорит он [19; стр. 311], положения логики получались путем их абстрагирования из естественного языка. В противоположность этому математическая логика снача-

ла конструирует формализованные системы и лишь после этого ищет для них значения в естественном языке.

Это утверждение Бохенского не совсем верно. Во-первых, конструирование формализованных систем характерно в основном для последнего периода развития математической логики (в особенности в связи с развитием многозначных и комбинаторных логик). Во-вторых, значение для этих систем не обязательно ищется в естественном языке. В настоящее время создаются и такие формализованные системы, которые используются для решения важных задач науки и техники, несмотря на то, что они (как, например, некоторые системы многозначной логики и исчисления технической логики) в очень слабой степени отображают формы содержательных рассуждений, выражаемых в естественном языке.

По нашему мнению, наиболее существенным отличительным признаком математической логики является то, что она повсеместно применяет метод формализации (метод исчисления).

Всякая формальная логика потому и называется формальной, что она отвлекается от конкретного содержания понятий, суждений и умозаключений и оперирует только с их формальным содержанием [9; стр. 17—18]. Но математическая логика идет еще дальше по пути абстракции.

При построении синтаксических систем, т. е. систем, в которых не рассматриваются отношения знака к десигнату, а только отношение знака к знаку, математическая логика отвлекается вообще от смысла знаков. Правила операций (например, правила вывода одних формул из других) математическая логика (так же как и математика) формулирует только исходя из внешнего вида знаков, не вникая в смысл формул. Тем самым достигается не только большая точность и общность изложения, но и создаются условия для решения таких логических задач, которые не в состоянии решить чисто содержательное логическое мышление, как, например, выявление всех следствий, вытекающих из данных посылок, или всех посылок, из которых выводится данное следствие, выяснение того, является ли данное выражение законом логики, и т. п.¹

а) Предыстория математической логики

Эпоха Возрождения дала мощный толчок для развития математических и естественных наук. И математика, и опытное естествознание стали предъявлять к логике новые требования: эмпирические науки нуждались в обобщении тех приемов, которыми они пользовались при исследовании явлений природы. Приемы анализа, методы установления причинной зависимости, правила индуктивных выводов — вот что в первую очередь наука нового

¹ Подробнее о методе формализации см. статью А. Л. Субботина «Смысл и ценность формализации в логике», напечатанную в данной книге.

времени выдвинула для исследования перед логикой и философией. Однако старая формальная логика, ограничивавшаяся в основном силлогистическими умозаключениями, выполнить эту задачу была не в состоянии. Именно это и побудило Бэкона специально заняться проблемами индукции.

С другой стороны, бурное развитие математики и математического естествознания требовало разработки самой теории дедуктивного вывода. Проблемы дедукции, изучавшиеся старой формальной логикой, совершенно не касались методов математических наук, и поэтому математики, наряду со специальными вопросами, вынуждены были нередко разрабатывать логические вопросы. Однако, пока не возникли трудности в обосновании математического анализа, интерес математиков к логическим основаниям своей науки был не особенно велик. Гораздо важнее обратить здесь внимание на то влияние, которое оказала математика на логику. Действительно, введение буквенного исчисления в математику, разработка понятий переменной величины и функциональной зависимости, создание анализа бесконечно малых и плодотворное применение его методов для решения многих практических вопросов — все это не могло не породить у ученых XVII и XVIII вв. идею о возможности создания исчисления, с помощью которого возможно было бы решать не только вопросы математики, но и других наук.

Идея о необходимости применения методов математики к вопросам логики, а также возможности механизации процесса умозаключения в новое время становится чрезвычайно популярной. Сама эта идея возникла задолго до нового времени: она восходит еще к древним комментаторам Аристотеля, а также к арабам и схоластам, которые применяли методы комбинаторики для определения правильных силлогистических модусов. Первую попытку создания механического способа, с помощью которого можно было бы получать различные выводы, предпринял в средние века Раймунд Луллий [5; стр. 100 и дальше]. Машина Луллия состояла из концентрических кругов, на которых были нанесены соответствующие понятия. Вращая эти круги, можно было получать различные комбинации понятий. Возможности этой машины были чрезвычайно ограничены, хотя ее создатель наивно полагал, что он владеет универсальным методом получения новых знаний.

Три столетия спустя эта идея оказала заметное влияние на Гоббса. «Под умозаключением, — заявляет Гоббс, — я понимаю вычисление» [19; стр. 320]. Соответственно этому логика рассматривается им как наука о вычислении. В этом исчислении логические операции сводятся к сложению и вычитанию. У Гоббса имеются два метода: аналитический, или метод вычитания, и синтетический, или метод сложения. Так, идея квадрата, по его мнению, представляет соединение в единое целое трех идей: «четырехугольности», «равносторонности» и «прямоугольника». Однако

эти мысли не получили у Гоббса какой-либо конкретной логической разработки.

Крупный шаг вперед в этом направлении был сделан великим немецким ученым Г. В. Лейбницем, которого справедливо называют отцом математической логики. Лейбниц был знаком с работой Р. Луллия, в своих произведениях он также цитирует Гоббса. Как и Луллий, он ставил своей задачей разработку общих оснований наук. В качестве метода избирается при этом комбинаторика.

Логическое учение Лейбница характеризуется двумя основными идеями: первая из них состоит в том, что каждая простая мысль должна быть обозначена соответствующим символом, а все выводные понятия — через комбинации символов. Эта идея непосредственно связана с его концепцией о строго аналитическом характере всех необходимых высказываний и о выводе как комбинации элементов.

По собственному признанию, он напал на достойную восхищения идею, что можно составить себе алфавит человеческих мыслей и посредством комбинации знаков этого алфавита и их анализа вывести все производные понятия [19; стр. 320—321].

Вторая идея состоит в применении вычисления не только к математическим умозаключениям в строгом смысле слова, но и ко всем умозаключениям вообще. Усилить истины разума посредством соответствующего исчисления так, как это делается в арифметике и алгебре, замечает Лейбниц, вполне достижимо [19; стр. 321]. В результате применения вычисления к процессу умозаключения, продолжает он, споры между двумя философами будут так же невозможны, как невозможны они между вычислителями. Вместо спора они возьмут в руки перья, сядут за абак и скажут: «Будем вычислять» [19; стр. 321]. «*Mathesis Universalis*» Лейбница имеет мало общего с «вычислением имен» Гоббса и комбинацией понятий Р. Луллия. Лейбниц в отличие от содержательного подхода своих предшественников пользуется формальным способом оперирования с символами.

Как уже сказано, символы для выражения переменных впервые в логике применил Аристотель. Лейбниц же использует символы не только для обозначения переменных, но и для выражения логических постоянных. Он подчеркивает, что повседневный язык хотя и является необходимым для умозаключений, однако содержит много двусмысленностей, которые могут привести к ошибочным умозаключениям. Необходимые для науки точность и ясность процессу умозаключения может придать создание нового языка символов и применение исчислений. Однако логика Лейбница не является еще формализованной системой. По старой традиции он абстрагирует логические законы из содержательных предложений, а не строит чисто формализованные системы, как стали это делать впоследствии. Все же идея чисто формального рассмотрения логики и при-

менение метода исчислений была впервые ясно выражена именно в трудах Лейбница.

Как показывают исследования видного французского логика Л. Кутюра, в руках Лейбница были также все элементы или, по крайней мере, все материалы логики отношений, более широкой и объемлющей, чем классическая логика и даже чем его логическое исчисление. Но Лейбниц исключил их из чистой логики и отнес к грамматике.

Идеи Лейбница, разбросанные в его многочисленной переписке, не оказали сколько-нибудь существенного влияния на современников. Правда, некоторую дальнейшую разработку эти идеи, в особенности, логика отношений, получили в работах И. Ламберта и И. Жергона. Однако Лейбниц не оставил после себя логико-математической школы. Вскоре его идеи были забыты. Естественно поэтому рассматривать период от Лейбница до появления в 1847 г. первой работы Буля как период предьстории математической логики.

б) Период алгебры логики

Этот период начинается с появления работы ирландского математика Дж. Буля (1815—1864) «Математический анализ логики» [20] и завершается работами немецкого математика и логика Э. Шредера (1841—1902) и русского математика, астронома и логика Платона Сергеевича Порецкого (1846—1907). Характерно для этого периода развития логики применение методов математики к логике. Однако сама математическая логика имеет еще мало точек соприкосновения с математикой. Представители алгебры логики ставят своей задачей не исследование оснований математики, а дальнейшее обобщение и уточнение формально-логической дедукции. Это ясно чувствуется уже в первой работе Буля. Основное внимание в этой книге уделяется разработке теории дедуктивных умозаключений. Кроме того, в ней рассматривается вопрос о законах мысли, природе умозрения, соотношении логики и математики, а также применяются полученные выводы к теории вероятностей.

В самом начале своей книги Буль замечает, что основные законы логики являются частным случаем алгебры, оперирующей двумя символами: 0 и 1, т. е. законами математическими. Отсюда он делает вывод, что изложение логики в форме некоторого исчисления вовсе не может считаться произволом. Только в такой форме можно достичь необходимой точности и совершенства. Чтобы достичь такой точности, указывает Буль, необходимо прежде всего заменить обыкновенный язык системой символов, поскольку смысл всякого символа не допускает двусмысленности, между тем как обыкновенный язык зачастую ведет к многозначности. Именно

в этой склонности к многозначности и состоит одно из важнейших несовершенств языка как орудия умозрения, заключает Буль.

Обозначая понятия символами, суждения — уравнениями, Буль и его последователи заменяют процесс дедуктивного умозаключения решением логических равенств. Нелишне отметить, что главная работа по математической логике П. С. Порецкого носит название «О способах решения логических равенств и об обратном способе математической логики». «В основании метода Буля, — отмечает Порецкий, — лежит гипотеза о тесной связи между алгеброй и логикой, связи, в силу которой при известных условиях формулы и приемы алгебры могут быть переносимы в логику и обратно» [16; стр. 20].

Представление умозаключения как результата решения логических равенств было подготовлено целой серией работ по квантификации предикатов. Эта квантификация состоит в том, что, определяя предикат в количественном отношении, мы сообщаем ему тем самым количественную определенность. Уже у Джорджа Бентама (1800—1884) ясно выражена эта идея. Дальнейшее развитие она получает в работах Гамильтона (1788—1856) и А. де Моргана (1806—1878) и, наконец, находит свое завершение в работах Буля и его последователей. Согласно Булю, всякое суждение может быть выражено в виде уравнения. Например, суждение «все люди смертны» устанавливает, по Булю, некоторое тождество между классом людей и смертных существ. Символически оно может быть выражено в виде уравнения:

$$y = v \cdot x,$$

где y означает класс людей, x — класс смертных существ вообще.

Таким образом возникновение алгебры логики как исторически первой формы математической логики было подготовлено предшествующим развитием логики.

Новый шаг в развитии логики состоял здесь в том, что:

- 1) Создатели алгебры логики не ограничиваются применением символики к логике, а строят специальные логические исчисления¹.
- 2) Логические законы выступают здесь как необходимый момент формализованных систем.
- 3) Всякое суждение рассматривается как утверждение о равенстве классов. Иначе говоря, предикат такого суждения всегда предполагается количественно определенным (квантифицированным).
- 4) Процесс умозаключения сводится к решению логических равенств.

Решение логических равенств относительно неизвестных термов, в сущности, сводится к их представлению в возможно более простой канонической форме.

¹ Впервые такое исчисление построил Г. В. Лейбниц.

Для исключения каких-либо термов из логических равенств нужно составить соотношение, эквивалентное конъюнкции всех тех следствий из данного соотношения, которые содержат только те или иные классы a, b, c, \dots . Иначе говоря, на основании соотношения между данными классами требуется установить соотношение между теми или иными интересующими нас классами.

Основы алгебры логики были в главных чертах разработаны в трудах Буля. Э. Шредер и П. С. Порецкий значительно усовершенствовали его методы. В частности, Шредер, кроме трех основных операций, принятых в системе Буля (конъюнкции, дизъюнкции и отрицания), вводит еще дополнительные операции вычитания и деления с остатком, которые имеют аналогию с операцией импликации [39].

П. С. Порецкий в своей основной работе «О способе решения логических равенств...» разработал весьма простые алгоритмы, с помощью которых для исчисления классов решаются задачи об отыскании всех следствий из заданной системы посылок, а также всех гипотез, лежащих в основе данных следствий.

Развивая дальше идеи Буля и Шредера, П. С. Порецкий вместе с тем критически отнесся к некоторым утверждениям своих предшественников. Он критиковал их за чрезмерное преувеличение аналогии между логическими и математическими операциями.

Сравнивая свои алгоритмы с алгоритмами Шредера, Порецкий показывает, что последние достаточны лишь для решения проблемы элиминации, однако с их помощью нельзя получить исчерпывающую характеристику всех тех заключений, которые могут быть получены из заданной системы посылок. Главный упрек, который делает Порецкий в адрес Шредера, состоит в том, что его методы не только не дают эффективных методов для получения всех следствий того или иного рода из данных посылок, но и совсем не ставят вопроса о нахождении всех посылок (или «причин», по выражению Порецкого), из которых может быть выведено то или иное заданное логическое равенство.

Для Порецкого характерен материалистический подход к проблемам логики. В отличие от Шредера, который рассматривал логические аксиомы как чисто формальные соотношения, Порецкий указывает, что логическая формальная система только тогда имеет смысл и, следовательно, право на существование, если ее доказуемые суждения становятся содержательно истинными при той или иной конкретной интерпретации. Иными словами, в конечном итоге значение логической формальной системы определяется возможностью ее применения для характеристики тех или иных отношений реальной действительности.

Следует также отметить, что Порецкий вовсе не абсолютизировал методы алгебры логики и не противопоставлял ее нематематической логике, как это делали, например, Р. Грассман и некоторые другие представители алгебры логики.

Порецкий указывал, что формы, изучаемые математической логикой, являются качественными, поэтому нельзя прямо переносить математические методы в логику. Справедливо отмечая «неизменно более совершенный характер» новых методов математической логики, он в то же время подчеркивает, что система трех операций, достаточная для построения качественной теории умозаключений, недостаточна даже для алгебраического мышления, не говоря уже о математическом мышлении вообще.

Математическая логика в форме алгебры логики, как мы видели, сводит процесс умозаключения к исключению среднего термина. Это достигается решением логических равенств. Такое представление о процессе умозаключения, естественно, не охватывало содержательного смысла, который обычно мы вкладываем в это понятие. Но вместе с тем оно вскрывало некоторые формальные связи, которые имеют место в этом процессе.

Как отмечает Л. Кутюра, «алгебра логики есть алгоритм, имеющий свои законы; она некоторыми своими сторонами очень сходна с обыкновенной алгеброй, другими — значительно от нее отличается» [10; стр. 104]. В ней, как известно, благодаря законам тавтологии и поглощения, отсутствуют численные коэффициенты; в ней нет также степеней.

Алгебра логики выступает как формальное исчисление, которое имеет самые различные интерпретации, не ограничивающиеся логическим ее применением.

Возникновение алгебры логики не оказало влияния на развитие математики. Основная причина этого заключается в том, что алгебра логики рассматривает, хотя и значительно полнее и в более общем виде, те задачи, которые рассматривались в логике Аристотеля. В силу этого она не могла быть использована в качестве логического метода для исследования оснований математики.

Новый, второй период развития математической логики был связан прежде всего с рассмотрением других понятий и методов, чем те, с которыми имела дело нематематическая логика.

в) Период применения математической логики к исследованиям по основаниям математики

Этот период начинается с появления в 1879 г. работы Г. Фреге «Исчисление понятий» и свое завершение получает в труде Рассела и Уайтхеда «Principia Mathematica». В этот период математическая логика ставит своей основной целью исследовать логические основания математики. В связи с этим был развит ряд важных новых понятий и методов логики.

Алгебра логики, представлявшая исчисление терминов, ограничивалась, в сущности, исследованием лишь одного специального вида отношений. Это отношение — при интерпретации терминов как понятий — представляет отношение включения, а при интер-

претации их как предложений — отношение следования. Нетрудно, однако, понять, что эти специальные виды отношений представляют весьма узкий круг отношений, встречающихся как в повседневной жизни, так и в науке.

Нематематическая логика хотя и обращала внимание на другие отношения, но все же стремилась свести их к отношениям включения (объемная логика) или принадлежности (логика содержания). Между тем в математике (и других науках) имеется большое число суждений об отношениях, которые лишь искусственно могут быть представлены в форме включающих суждений или суждений принадлежности. Такими суждениями являются, например, суждения « a больше b » или «точка A лежит правее B » и т. п.

Если эти суждения представить например, в форме суждений принадлежности, а именно: в первом случае утверждать, что предмету a приписывается признак «быть больше b », а во втором случае — точке A приписывается признак «быть правее B », то тем самым специфическая природа таких суждений теряется.

В результате этого из суждений об отношениях нельзя получить логически вывода, который интуитивно очевиден (когда мы утверждаем, что «величина a больше b » или «точка A правее B », то, очевидно, справедливы и обратные утверждения: « b меньше a » и «точка B левее A »). В исчислении же отношений этот вывод является строго логически обоснованным. Определяя отношение «меньше» как конверсию отношения «больше», мы можем, опираясь на основные принципы исчисления отношений (если существует отношение aRb , то существует и его конверсия, т. е. отношение bRa), логически вывести наши интуитивно очевидные утверждения.

Уже Лейбниц указывал, что логика должна специально анализировать форму отношений. Однако только во второй половине прошлого века были созданы основы исчисления отношений. Начала такого исчисления имеются уже у А. де Моргана, которого Пирс называет отцом логики отношений. Подробное развитие его идеи получили в работах Ч. Пирса (1835—1882) и Э. Шредера. В 1900 г. Б. Рассел существенно дополнил исчисление отношений. Наряду с усовершенствованием символики, он главное внимание обращает на тип отношения между объектами (а не на их объем). Между тем его предшественники всецело ограничивались рассмотрением совокупности пар, между которыми существует то или иное отношение. Поскольку различные типы отношений весьма распространены в математике и к тому же выступают здесь в наиболее «чистом» виде, то естественно, что это новое исчисление впервые нашло применение именно здесь.

Необходимость логического исследования оснований математики диктовалась возросшей строгостью математиков к обоснованию своих результатов. Известно, что, начиная с XVII в., математика, благодаря введению идеи переменной величины, испытала гро-

мадный подъем, завершившийся созданием анализа бесконечно малых. Однако уже во времена Ньютона и Лейбница были замечены трудности, связанные с новым исчислением. Правда, в то время математики, занятые получением конкретных результатов на основе принципов анализа бесконечно малых, просто-напросто не обращали на них внимания, поскольку результаты, получаемые ими, прекрасно подтверждались на практике. Между тем с течением времени эти трудности все больше и больше давали о себе знать; эти трудности были связаны с основным понятием нового исчисления — понятием бесконечно малого, которое создатели анализа трактовали иногда как нуль, иногда же как переменную величину, стремящуюся к нулю как своему пределу.

Теория пределов, созданная французским математиком О. Коши, а затем арифметизация анализа, осуществленная в трудах Р. Дедекинда, Г. Кантора, К. Вейерштрасса и других, подвела теоретико-числовую базу под основные понятия математического анализа. Но в дальнейшем математики не стали удовлетворяться тем, чтобы сводить различные понятия анализа к понятию числа. В качестве одной из основных задач ставится задача логического обоснования самого понятия числа как фундаментального понятия всей математики. Необходимость обоснования понятия числа диктовалась также тем обстоятельством, что к концу XIX в. вопросы обоснования геометрии удалось свести к обоснованию арифметики действительных чисел.

Возникновение различных систем неевклидовых геометрий, широкое внедрение аксиоматического метода в геометрию и связанные с ним исследования по непротиворечивости, независимости и полноте аксиоматики с неизбежностью выдвигали перед математиками и чисто логические проблемы.

Наконец, парадоксы, возникшие в конце XIX в. в теории множеств, воочию убедили математиков в том, что трудности, связанные с ними, в значительной степени являются трудностями логического и методологического характера.

Второй период развития математической логики, который иногда характеризуют как период логики, проходит под знаком применения идей математической логики для исследования основ математики.

Первую попытку применения математической логики в качестве инструмента для исследования логических связей, существующих между математическими предложениями, предпринял известный итальянский математик Дж. Пеано (1858—1932).

Пеано ставил своей задачей проанализировать основные понятия арифметики, геометрии и математического анализа и осуществить аксиоматическое построение этих дисциплин. В качестве инструмента для этого им избирается особое символическое исчисление, которому он дал название идеографии.

С конца 80-х гг. Пеано со своими учениками издает знамени-

тый «Математический формуляр», в котором идеография применяется для аксиоматического изложения математических дисциплин. Однако если для Пеано и его последователей математическая логика большей частью выступает как способ символической записи тех или иных математических соотношений, то для крупнейшего представителя математической логики этого периода — немецкого математика и логика Готлоба Фреге она служит основным методом обоснования арифметики. В этих целях Фреге существенным образом реконструирует саму математическую логику. В 1878 г. он публикует свою книгу «Исчисление понятий. Язык формул для чистого мышления, построенный по образцу арифметического». В ней дается аксиоматическое построение самой математической логики. Система Фреге весьма близка к современной форме математической логики: она содержит исчисление высказываний и исчисление предикатов.

Аксиоматическое построение логики предполагает указание некоторых предложений логики в качестве исходных (недоказуемых в данной системе), из которых все доказуемые положения получаются применением правил вывода. Полное перечисление правил вывода, используемых при построении аксиоматической теории, превращает эту теорию в дедуктивную систему.

Заслуга Фреге, прежде всего, и состоит в том, что он первый в истории логики осуществил дедуктивное построение математической логики. Однако главная цель его состояла в другом. Он пытался доказать, что «арифметика есть часть логики и не должна заимствовать ни у опыта, ни у созерцания никакого обоснования» [25; стр. 1].

В своем главном труде «Основные законы арифметики» Фреге построил логико-математическую систему, которая представляет формализацию средствами расширенного исчисления предикатов так называемой «наивной» теории множеств. В теории множеств, созданной главным образом великим немецким математиком Г. Кантором, множество считается определенным, если относительно любого его элемента известно, принадлежит ли он к данному множеству или нет. Под множеством Кантор понимает любое объединение «вполне различаемых объектов из нашего восприятия или мысли». Таким образом, в этой теории в принципе допустимо рассмотрение множеств самой различной природы. Однако такой подход в образовании множеств, как выяснилось впоследствии, приводит к парадоксам. Такой парадокс в 1897 г. был обнаружен итальянским ученым Бурали-Форти, а в 1899 г. сам Кантор открыл парадокс, связанный с понятием множества всех множеств (см. [8; стр. 39]).

Г. Фреге, исходивший в своей системе из признания универсальности предметной области, т. е. считавший, что предметами такой области могут быть различные множества предметов, множества множеств таких предметов, множества множеств множеств

предметов и т. д., неизбежно должен был очутиться под ударами парадоксов, обнаруженных в теории множеств.

Как отмечает Гильберт, Фреге «...среди прочих положений принимает и тот закон, согласно которому понятие (можество) определено и может быть непосредственно применено, если только относительно каждого объекта известно, подпадает ли он под это понятие или нет: при этом он не налагает никаких ограничений на понятие «каждый» и, таким образом, оказывается под ударами тех теоретико-множественных парадоксов, которые заключаются, например, в понятии множества всех множеств и которые показывают... что толкования и средства исследования логики, понятые в обычном смысле, не в состоянии удовлетворить тем строгим требованиям, которые ставит теория множеств» [6; стр. 323].

Действительно, в 1902 г. Б. Рассел, ознакомившись с первым томом «Основных законов арифметики» Фреге, обнаружил в этой работе противоречие. Это противоречие связано с понятием множества всех множеств, которые не являются элементами самих себя [8; стр. 40]. Поскольку Фреге считает предметную область универсальной, то рассмотрение такого понятия в его системе вполне допустимо. Однако такое понятие является противоречивым. Чтобы показать это, назовем множество нормальным, если оно не содержит себя в качестве элемента. Спрашивается, будет ли нормальным множество множеств, которые не являются элементами самих себя? Оказывается, что никакого определенного ответа на этот вопрос мы получить не можем. Действительно, такое множество будет одновременно и нормальным и ненормальным (т. е. не содержащим себя в качестве элемента). Ознакомившись с письмом Рассела, Фреге вынужден был в послесловии ко второму тому «Основных законов арифметики» заявить, что «одна из основ его здания оказывается пошатнувшейся», однако он надеялся устранить парадокс путем нового истолкования понятия класса. Все же, как показали позднейшие исследования, ему не удалось преодолеть этот парадокс. Причиной этого было неправильное понимание им законов логики: Фреге, как и многие его современники, считал, что эти законы имеют всеобщий характер, поэтому он придерживался взгляда об универсальном характере предметной области.

Хотя система Фреге, как мы видим, оказалась противоречивой, все же это обстоятельство не может умалять его заслуг в развитии математической логики. Наряду с созданием первой логико-математической системы, Фреге принадлежит ряд новых плодотворных идей в математической логике и математике.

В противовес традиционному в его время понятию функции, как аналитическому выражению, связывающему аргумент и функцию, Фреге подчеркивает, что дело тут не в формуле, а в установлении определенной закономерности, согласно которой определенным значениям одной величины ставятся в соответствие значения другой величины. Такой общий взгляд на функцию давал воз-

возможность математике исследовать функции, заданные не только аналитически, но и различными другими способами и, следовательно, расширял область ее применения.

Исходя из такого обобщенного понимания функции, Фреге стал рассматривать в качестве значений аргумента и функции не только числа, но и различные другие объекты. Это дало ему возможность представить понятия в качестве частного случая функции, именно функции, значениями которой являются истинностные значения (истина или ложь). Действительно, при подстановке в такую функцию различных аргументов она всегда получает значение истины или лжи. Таким образом, взгляды Фреге в этом вопросе весьма близки к современным представлениям. В частности, функция-понятие Фреге, в сущности, совпадает с понятием пропозициональной функции современной математической логики.

Фреге впервые ввел в логику понятие квантора и использовал его в своих работах. Он является также основоположником логической семантики. Однако долгое время его работы не привлекали внимания ученых. Интерес к ним появился после того, как Рассел и Уайтхед применили идеи Фреге и символику Пеано для того, чтобы на новой основе доказать тезис о возможности сведения математики к логике. Вполне понятно, что система Фреге, в которой было обнаружено противоречие, не могла быть использована в прежнем виде. Ее необходимо было реконструировать. Рассел и Уайтхед строят поэтому логическую систему, родственную системе Фреге, в которой, однако, исключается парадокс Рассела, а также некоторые другие, которые были обнаружены к тому времени. В целях исключения парадоксов Рассел строит так называемую теорию типов, в которой логические функции различаются по характеру их аргументов: индивидуумы в ней составляют тип 0, свойства индивидуумов — 1, свойства свойств — тип 2 и т. д. Теория типов запрещает, например, образование множеств (классов), содержащих в качестве элементов самих себя.

Как и Фреге, Рассел и Уайтхед в своем трехтомном труде «Principia Mathematica» своей основной целью ставят reductionem всей чистой математики к логике. Это означает, во-первых, что все математические предложения должны быть выведены из логических, и, во-вторых, все математические понятия должны быть конструированы из логических. Для выполнения этой задачи им необходимо было представить саму логику в виде дедуктивной системы. В такой системе необходимо было принять некоторые предложения за исходные, из которых затем можно было бы вывести все другие положения. Чтобы исключить в процессе доказательства незаметные ссылки на интуицию, необходимо было представить всю логику-математическую систему в виде некоторого исчисления. В этих целях они применяют с успехом использованный их предшественниками метод формализации.

При анализе различных высказываний логики и математики

Рассел и Уайтхед не могли не обратить внимания на то обстоятельство, что в одних случаях эти высказывания являются атомарными, а в других — они представляют комбинацию атомарных высказываний, иначе говоря, являются молекулярными высказываниями.

Существует множество способов соединения атомарных высказываний в молекулярные. Рассел и Уайтхед в своей книге в качестве основных операций, с помощью которых получаются молекулярные высказывания, избирают отрицание и дизъюнкцию. Позднее Шеффер показал, что можно для этих целей ограничиться единственной операцией. Отсюда следует, что истинность молекулярных высказываний находится в зависимости от истинности атомарных высказываний. Иначе говоря, молекулярное высказывание представляет функцию истинности от атомарных высказываний. Поскольку для вывода предложений логики и математики в «Principia Mathematica» применяется материальная импликация, которая имеет дело с высказываниями с точки зрения их истинности и ложности, то можно было ожидать, что система Рассела и Уайтхеда окажется неполной. В самом деле, отношение выводимости между высказываниями математики отнюдь не тождественно материальной импликации. Материальная импликация анализирует только одну сторону отношения выводимости: связь суждений по значению истинности. Иными словами, она гарантирует истинность заключения при истинности посылок и правильности применяемого логического вывода. Однако это отношение не исчерпывается связью суждений по их истинности. Ведь в такую связь могут быть поставлены суждения, весьма отличающиеся по своему содержанию.

В связи с этим нелишне будет отметить, что стремление к ограничению понятия материальной импликации, в частности введение понятия строгой импликации и многие другие попытки в этом направлении преследуют одну основную цель: так или иначе приблизиться к тому отношению выводимости, которым интуитивно руководствуются в содержательных рассуждениях.

Последующее развитие математической логики показало, что Расселу и Уайтхеду не удалось всю чистую математику свести к логике. Важнейшие результаты в этом направлении были получены в 1930—1931 гг. известным австрийским математиком и логиком К. Гёделем. В своей работе «О формально неразрешимых предложениях «Principia Mathematica» и родственных систем» [27] Гёдель показал, что любая система формализованной математики, подобная системе Рассела и Уайтхеда, является неполной. Иначе говоря, не все содержательно истинные предложения арифметики, которые могут быть формализованы в такой системе, могут быть доказаны в ней. А это и означает, что содержательная арифметика, с которой люди имеют дело в науке и практике, должна предшествовать любой формализованной системе такой арифметики.

Здесь, таким образом, средствами самой математической логики был нанесен непоправимый удар попыткам сведения математики к логике, предпринятым Расселом и возглавляемой им школой логицизма.

В системе «Principia Mathematica» по существу логические постоянные не отделены от специфических арифметических постоянных. Однако можно таким образом реконструировать логико-математическую систему Рассела и Уайтхеда, чтобы выделить в ней специальное логическое исчисление. Так именно и поступает советский ученый Д. А. Бочвар. В статье «К вопросу о парадоксах математической логики и теории множеств» [13] он показывает, что выделенное таким путем логическое исчисление является непротиворечивым и обладает полнотой. Следовательно, в нем не может возникнуть парадоксов. Поскольку логика относится к различным предметным областям, постольку в указанном логическом исчислении нет никаких индивидуальных предикатов (кроме тождества).

Когда формулируется какая-либо научная теория (например, арифметика), то логическое исчисление указанного рода предшествует формализуемой части этой теории. За счет формализации определенной теории и возникают индивидуальные предикаты и определяющие их аксиомы. Но поскольку всякая нелогическая теория имеет дело с определенной предметной областью, то для содержательного рассмотрения ее утверждений необходимо знать конкретный, содержательный смысл как понятий, употребляемых в этой теории, так и законов, которым они подчиняются. Это свидетельствует о том, что в математике, как и в других науках, содержание должно предшествовать форме и определять ее.

В начале XX в. были выдвинуты и другие программы обоснования математики.

Интуитционисты во главе с Брауэром подвергли критике понятие актуальной бесконечности, которое лежит в основе теоретико-множественной концепции математики. Согласно этой концепции, бесконечность рассматривается как завершенная совокупность, в то время как интуитционисты рассматривают ее как становящуюся или потенциальную совокупность.

Различное понимание бесконечности сторонниками теоретико-множественной математики и интуитционистской математики предопределяет и разное понимание области применения классической формальной логики. Брауэр в своей статье «Недостоверность логических принципов», опубликованной в 1908 г., утверждает, что классическая логика Аристотеля возникла как результат абстракции свойств конечных множеств. Между тем, математики, часто забывая это, без какого-либо оправдания применяют ее и к бесконечным множествам. Концепция актуальной бесконечности, по существу, рассматривает бесконечность по аналогии с конечными множествами. Здесь поэтому закон исключенного третьего считает-

ся всегда применимым. В случае же, когда бесконечность рассматривается как становящаяся последовательность, можно задаться вопросом, находится ли, например, на четвертом месте такой последовательности, простое число или нет, но ни в коем случае нельзя спрашивать, отличны ли, например, от 1 все ее члены. Еще менее правомерным является требование отвечать на этот вопрос по закону исключенного третьего. Против этого закона и теорем существования интуиционисты как раз и ведут острую и страстную борьбу.

В качестве иллюстрации рассмотрим следующий пример, приводимый обычно самими интуиционистами. В разложении числа $\pi = 3,14159\dots$ найти подряд сто нулей. Если при достаточно далеком продолжении ряда десятичных знаков числа π нам удалось бы обнаружить подряд эти сто нулей, то наше утверждение тем самым было бы доказано. Однако если эти сто нулей в данное время мы не обнаружили, то будет ли правильным утверждать, что в разложении числа π они не существуют? Очевидно, что нет, поскольку мы имеем дело с бесконечным множеством, которое по самому его смыслу никогда не может быть исчерпано. Утверждение, что в разложении числа π не существует подряд ста нулей, было бы правильным, если бы нам было известно, что существование ста нулей противоречит закону образования числа π .

Если теперь сравнить два суждения:

- 1) в разложении числа π существует подряд сто нулей, и
- 2) в разложении числа π ста нулей подряд не существует,

то нетрудно заметить, что они не являются взаимоисключающими. Поэтому закон исключенного третьего к ним неприменим. Отсюда интуиционисты и утверждают, что для применения законов формальной логики необходимо предварительно провести конкретное исследование, т. е. пользоваться ими после того, как обоснована их применимость для конкретного случая. Если для применения законов тождества достаточно постулировать, что рассматриваемое множество и его элементы остаются неизменными, то для применения закона исключенного третьего необходимо еще выяснить, образуют ли рассматриваемые суждения строгую дизъюнкцию. Все это говорит о том, что законами формальной логики нельзя пользоваться без предварительного исследования допустимости их применения к определенному конкретному случаю. Между тем, в теории бесконечных множеств зачастую пользовались законами логики без каких-либо дополнительных ограничений и поэтому нередко наталкивались здесь на непреодолимые трудности. Конечно, это не дает еще права отвергать применимость закона исключенного третьего, как это делают интуиционисты. «Отнять у математиков закон исключенного третьего, — указывает Гильберт, — это то же, что забрать у астрономов телескоп или запретить боксерам пользоваться кулаками. Запрещение теорем существования и закона исключенного третьего равносильно полному отказу от математической науки» [6; стр. 383].

В своих работах по основаниям математики Гильберт пытался преодолеть возникающие здесь трудности с помощью метода формализации. По его собственному признанию, он берется восстановить прежнюю добрую славу непоколебимой строгости математики, как будто утерянную ею под ударом парадоксов теории множеств. Орудием спасения выбирается для этого тщательно разработанный им и его последователями аксиоматический метод. Но для этого ему нужно было предварительно формализовать математику, т. е. превратить каждое математическое суждение в поддающуюся конкретному анализу формулу. Математическая логика используется Гильбертом как вспомогательное орудие его теории доказательства.

«Основная мысль моей теории доказательства,— указывает Гильберт,— такова: все высказывания, которые составляют вместе математику, превращаются в формулы, так что сама математика превращается в совокупность формул. Эти формулы отличаются от обычных формул математики только тем, что в них, кроме обычных знаков, встречаются также и логические знаки... Некоторые определенные формулы, которые служат фундаментом этого, формального построения математики, называются «аксиомами» [6; стр. 366]. К числу таких аксиом Гильберт относит, прежде всего, аксиомы исчисления высказываний математической логики и так называемую логическую ϵ -аксиому. Затем к этим чисто логическим аксиомам он добавляет специальные математические аксиомы равенства и аксиомы числа. Чтобы иметь возможность выводить из аксиом теоремы, Гильберт указывает также правила вывода, с помощью которых можно чисто механически получать все новые и новые следствия из принятых аксиом. Существенно при этом заметить, что как формулы логического исчисления, так и формулы самой математики Гильбертом рассматриваются как лишенные содержания высказывания. Благодаря этому, указывает он, вместо содержательной математики, которую мы передаем обыкновенным языком, получается некоторая совокупность формул с математическими и логическими знаками. Математическим аксиомам здесь соответствуют определенные формулы, а содержательным выводам — определенные правила, по которым формулы следуют одна за другой. В результате этого, как заметил интуитивист Вейль, математика превращается в своеобразную игру с формулами, во многом похожую на игру в шахматы. Шахматным фигурам в этой математике соответствует известный запас логических и математических символов, расположению фигур — комбинация символов в формулах, а аксиомам — определенное расположение фигур в начале шахматной партии.

Подобно тому, как в шахматах передвижение фигур в соответствии с правилами игры дает определенное новое их расположение, так и в символической математике применением правил вывода получают все новые и новые формулы. Как в шахматах,

из первоначального расположения фигур при соблюдении правил игры получается правильное их расположение, так и в математике при применении правил вывода получают доказуемые формулы. Получение все новых и новых формул из исходных превращается, таким образом, в чисто внешний прием. Здесь нам нет необходимости знать, что означают эти формулы, поэтому аналогия с шахматной игрой является вполне допустимой. Однако главной целью гильбертовской теории доказательства является не формализация математики, а доказательство ее непротиворечивости. Иначе говоря, задача состоит в том, чтобы доказать, что, исходя из принятых аксиом, мы не приходим к двум противоречащим друг другу высказываниям. В формально построенной математике это будет означать, что среди формул, полученных по правилам вывода, мы нигде не получим противоречивой формулы.

Продолжив аналогию с шахматами, мы могли бы сформулировать эту задачу так: требуется доказать, что в правильно разыгранной шахматной партии никогда не встретится такого положения, при котором на доске будет стоять десять ферзей одного цвета. Это утверждение мы можем доказать следующим образом: из правил игры известно, что шахматные ходы не могут увеличивать суммы числа пешек и ферзей одного цвета. А так как в начале игры их число равно 9, то оно и в последующем никогда не превзойдет 9. Следовательно, для доказательства этого простейшего утверждения нам пришлось обратиться к содержательному рассмотрению.

Аналогично этому и Гильберт для доказательства непротиворечивости математики вынужден был присоединить к символической математике математическую содержательную, которую он назвал метаматикой. Если для доказательства непротиворечивости геометрии эту непротиворечивость обычно доказывают сведением ее к непротиворечивости арифметики, то для арифметики такое доказательство должно быть абсолютным. Для материалиста с самого начала ясно, что такое доказательство не может быть получено ни в рамках самой арифметики, ни в рамках логики, поскольку вопрос об истинности той или иной науки в конечном итоге решается практикой. Между тем Гильберт и его школа пытались обосновать всю математику только аксиоматически, не выходя, следовательно, за пределы логики и математики. Открытие в 1930—1931 гг. К. Гёделем неполноты формализованной арифметики нанесло удар по тем попыткам обоснования математики, которые предпринимались Гильбертом и неопозитивистами и которые состояли в определении предмета математики посредством аксиом, а ее содержания путем анализа языка. Для обоснования арифметики необходимо знать, что представляет собой число, а также понимать смысл законов действий над числами. Следовательно, арифметику нельзя обосновать чисто аксиоматически, т. е. определять ее как науку о следствиях, вытекающих

из аксиом Пеано. Действительно, при таком понимании нельзя не прийти к выводу, что определенного понятия натурального числа не существует. Вопрос о приемлемости такого утверждения, как справедливо отмечает известный польский математик и логик А. Мостовский, относится уже не к математике, а к философии. «Единственно последовательной точкой зрения, согласной как со здравым смыслом, так и с математической традицией, является допущение, что источником и окончательным *raison d'être* понятия числа, как натурального, так и действительного, является опыт и практическая применимость» [14; стр. 13].

* * *

Исследования по основаниям математики, как и сама математическая логика, начиная со второго десятилетия XX в., вступили в новый период развития, который был подготовлен программой исследований основ математики, предпринятой различными школами, возникшими в математике в связи с попытками преодоления теоретико-множественных парадоксов. Благодаря этим исследованиям в математической логике возникает ряд новых концепций и методов, характерных именно для современного ее периода. В своем изложении мы охарактеризуем лишь некоторые особенности современного периода математической логики, поскольку развитие логики в этом периоде отнюдь не завершено.

г) Современный период развития математической логики

Начало современного периода развития математической логики обычно связывают с появлением труда Рассела и Уайтхеда «Principia Mathematica», который положил начало мощному развитию этой науки (1910—1913 гг.).

Исследования по математической логике в современный период идут по различным направлениям.

В начале этого периода благодаря работам Гильберта и его школы значительное развитие получает метод формализации. В связи с этим методом возникает концепция *металогики*, которая весьма напоминает метаматематику. Рассматривая конкретную логическую систему (формализованную), метатеория считает ее системой бессодержательных предметов. Иначе говоря, предметная теория рассматривается как система символов и их комбинаций. Здесь нам нет необходимости вникать в конкретный смысл этих символов: мы можем поэтому считать их определенными объектами, которые можно так или иначе распознать. Если в формальной теории нет необходимости вникать в суть правил, по которым получаются выводы, то в металогике для обоснования умозаключения мы должны обращаться к его смыслу. Хотя мета-

теория и может выражаться определенными математическими и другими символами, тем не менее ее утверждения должны быть понимаемы, а выводы должны убеждать. В металогики Гильберта применяются только так называемые финитные методы. Соответственно этому бесконечное множество здесь никогда не рассматривается как завершенное, а доказательства существования всегда носят конструктивный характер, т. е. указывают методы построения того или иного объекта.

Нефинитивная металогики разрабатывается в этот период в трудах Левенгейма, Сколема и др.

Позднее (в особенности с 40-х годов) все большее внимание в современной формальной логике начинают уделять вопросам семантики.

Как мы уже указывали выше, основоположником современной логической семантики является крупнейший представитель формальной логики XIX в. Готлоб Фреге (см [4]).

В XX в. исследованием семантических проблем начинают заниматься польские логики С. Лешневский (1919), Т. Котарбинский (1926) и др. В 1933 г. А. Тарский, используя работы указанных логиков, подробно исследовал вопрос о понятии истины в формализованных языках. Книга Тарского [41] оказала большое влияние на многих логиков и стимулировала дальнейшую интенсивную разработку проблем семантики. Наряду с книгой А. Тарского значительное влияние на дальнейшее развитие семантики оказала также работа американского логика Ч. Мориса по семиотике — общей теории знаковых систем, опубликованная в 1938 г. [33].

Используя работы Тарского и Мориса, Р. Карнап в своих исследованиях по семантике, опубликованных в 1942—1946 гг., [21], [22], [7], создает развитую систему семантики.

В последнее время оригинальные работы по семантике опубликовали американские логики У. Куайн [36], Дж. Кемени [30] и др. (см. [12]).

Положение семантики среди исследований о языковых (знаковых) системах, т. е. внутри семиотики, можно охарактеризовать следующим образом.

Если объектами таких исследований являются: 1) выражение (*знак*), 2) *десигнат* (то, о чем идет речь) и 3) *говорящий*, причем основным объектом исследования является отношение между знаком и тем, кто его употребляет, то такие исследования принадлежат к *прагматике*.

Если мы при исследованиях абстрагируемся от отношения знака к тому, кто его употребляет, и основное внимание уделяем рассмотрению отношения знака к десигнату, то такие исследования принадлежат к *семантике*.

Если же мы ограничиваемся в своих исследованиях только анализом формальной структуры выражений, абстрагируясь

от отношения знака к десигнату, то такие исследования принадлежат к синтаксису.

Сама семантика (согласно Карнапу) делится на три части: 1) *теорию обозначения*, которая исследует отношения между языковыми выражениями и их значениями; 2) *теорию истины*, которая исследует понятие истины применительно к формализованному языку; 3) *теорию логической дедукции*.

Карнап первый попытался представить семантическую теорию в виде некоторой формальной системы, где в качестве неформализуемого мета-языка служит обычный язык. Построение формализованной семантической системы осуществляется посредством: 1) *таблицы знаков*, в которой перечисляются все знаки, употребляемые в данной системе; 2) *правил образования*, благодаря которым определяется понятие «предложения в S »; 3) *правил обозначения*, определяющих значение знаков и предложений; 4) *правил истины*, определяющих, при каких условиях «предложение в S » является истинным.

Перечисленные правила необходимо соблюдаются при построении самой элементарной семантической системы¹. В более сложных случаях к указанным правилам присоединяются еще другие правила, а некоторые из указанных правил соответственным образом уточняются (например, правила обозначения подразделяются в дальнейшем на экстенциональные и интенциональные)².

В связи с развитием исследований по семантике, в современной формальной логике очень остро обсуждаются также и философские вопросы (например, вопросы об универсалиях, о природе суждения и умозаключения, о понятии «существования» и т. п.).

Наряду с развитием металогических и семантических исследований, современный период развития математической логики характеризуется также еще тем, что в области объектлогике в это время важное место начинают занимать вопросы, связанные с построением новых логических систем, отличных от классической двухзначной логики. К этим системам относятся, прежде всего, система строгой импликации Льюиса, различные системы многозначной логики, конструктивная логика А. Гейтинга, системы комбинаторной логики Шейнфинкеля (1924), Карри (1930), Клини (1930), Россера (1935), Чёрча (1936—1941).

¹ Пример элементарной семантической системы и анализ семантического определения истины см. в статье П. В. Таванца «О семантическом определении истины», напечатанной в данной книге.

² Необходимо отметить, что наряду с уточнением таких понятий, как «истина», «определение», «обозначение», «предмет», «смысл», «логическое следование», «интерпретация» и т. п., в задачу семантики входит также изучение свойств, связанных с объемом понятия и значением истинности суждения, с одной стороны, и свойств, связанных с содержанием понятия и смыслом суждения, с другой стороны. Первые свойства называются экстенциональными, а вторые — интенциональными.

До 1918 г. математическая логика оперировала понятием материальной импликации; сама логика до этого времени являлась двухзначной. В 1918 г. Льюис вводит новое понятие импликации, учитывающее не только значение истины и лжи, но и возможности (модальности). Таким образом, уже здесь, в сущности, разрабатывается первая форма многозначной логики. В 1920 г. Лукасевич, анализируя модальные высказывания, пришел к выводу, что обычная двухзначная логика совершенно недостаточна для выражения свойств модальных высказываний. В его системе, наряду со значениями «истинно» и «ложно», вводится еще значение «возможно». Благодаря этому все высказывания здесь делятся на три класса высказываний: 1) истинные, 2) ложные и 3) возможные. Поскольку понятие «возможно» аналогично вероятности, то оно может получать различные численные значения (в пределах от 0 до 1). Таким образом, возможна не только трехзначная логика, но и бесконечнозначная логика.

В 1921 г. Пост разрабатывает свою систему многозначной логики, в которой он совершенно отвлекается от конкретного смысла значений, которые принимает высказывание. Он рассматривает их как функции, которые получают различные значения аргумента. Его система носит чисто формальный характер и выступает как обобщение классической двухзначной логики. В дальнейшем развитие многозначной логики происходит как путем чисто формальной разработки аппарата логики, так и посредством приспособления имеющихся логических систем для решения конкретных задач.

В последнем случае представляет интерес так называемая конструктивная логика, начало которой положили исследования Э. Е. Брауера (1924), А. Н. Колмогорова (1925), В. Гливенко (1928—1929), А. Гейтинга (1930), исследования по многозначной логике Г. Биркгофа и В. Неймана (1936), Д. А. Бочвара (1938—1943), Г. Рейхенбаха (1946), П. Детуш-Феврие (1951)¹.

Комбинаторная логика, начало которой было положено в статье русского математика Шейнфинкеля «О кирпичач здания математической логики» (1924) [38], в 30-е годы получила дальнейшую разработку в трудах американского математика Г. Карри, который первый ввел термины «комбинатор» и «комбинаторная логика». В эти же годы, независимо от него, другой американский логик и математик, А. Чёрч, разработал свою систему комбинаторной логики, в которой центральную роль играет так называемая λ -операция. Впоследствии часть его теории развилась в исчисление лямбда-конверсии. В 1935 г. Россер установил точное взаимоотношение между теориями Карри и Чёрча. Важное значение для прогресса комбинаторной логики сыграло открытие Клини и Россером противоречия в системе Чёрча.

¹ С общей характеристикой многозначных логик читатель может ознакомиться по книге А. А. Зиновьева [6а].

Комбинаторная логика ставит своей целью анализ некоторых понятий такого фундаментального характера, что обычно они принимаются как нечто само собой разумеющееся. К их числу относится анализ понятий, связанных с процессом подстановки, характеризуемый обычно использованием переменных. Оказывается, что различные процессы, основанные на использовании переменных, могут быть доведены до конца с помощью употребления некоторых постоянных операторов, называемых комбинаторами. Комбинаторная логика в широком смысле и представляет изучение различных логических систем, содержащих комбинаторы [23].

Существенно новым направлением математической логики являются исследования, начало которым положил К. Гёдель опубликованием своих теорем о неполноте формализованной арифметики (1930—1931 гг.).

В 1934 г. в работах Гёделя и Эрбрана получает разработку понятие общерекурсивной функции, которое дало возможность уточнить понятие алгоритма, которым раньше математики пользовались без соблюдения необходимой строгости. Уточнение понятия алгоритма дало возможность применить математическую логику не только для исследования оснований математики, но и для решения проблем самой математики.

К числу именно таких проблем относятся проблемы существования алгоритмов для решения определенного класса математических задач. Важнейшие новые результаты в этом направлении были получены советскими учеными П. С. Новиковым, доказавшим алгоритмическую неразрешимость проблемы тождества слов в теории групп, а также А. А. Марковым и их учениками.

На основе методов теории рекурсивных функций стало возможным значительно продвинуть конструктивную теорию функций. Наконец, понятия и методы теории рекурсивных функций и алгоритмов открывают широкие возможности для применения математической логики в технике. В настоящее время можно говорить о «технической логике», как специальном разделе математической логики, который ставит своей задачей логический анализ и синтез различных электронно-вычислительных устройств.

Впервые идею о возможности применения алгебры логики для анализа электрических схем высказал известный русский физик П. С. Эрэнфест. В дальнейшем эта идея нашла конкретное воплощение в 30-х годах нашего века в работах советского ученого В. И. Шестакова и американского ученого К. Шеннона.

Применение математической логики для анализа и синтеза электрических схем имеет свою основу в возможности интерпретации соединений этих схем на языке математической логики. Действительно, если в логической интерпретации конъюнкции высказываний соответствует соединение их союзом «и», а дизъюнкции — союз «или» (в неразделительном смысле), то в электрических цепях им соответствует: в первом случае последователь-

ное соединение, при котором ток проходит лишь тогда, когда оба контакта замкнуты; во втором случае — параллельное соединение, при котором ток проходит в том случае, если замкнут хотя-бы один контакт.

В настоящее время, в связи с возникновением кибернетики, математическая логика находит все большее число практических приложений: для логического анализа и синтеза вычислительных машин, для алгоритмического описания процессов управления, которые изучает кибернетика, и в ряде других случаев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристотель. Аналитики. М., Госполитиздат, 1952.
2. В. Ф. Асмус. Критика буржуазных идеалистических учений логики эпохи империализма. «Вопросы логики». Под ред. П. В. Таванца. М., 1955.
3. А. С. Ахманов. Логическое учение Аристотеля. «Ученые записки МОПИ», т. 24. М., 1953.
4. Б. В. Бирюков. Теория смысла Готлоба Фреге. Об. «Применение логики в науке и технике». Отв. ред. П. В. Таванец, М., 1960.
5. М. Владиславлев. Логика. Обзорные индуктивных и дедуктивных приемов мышления и исторические очерки логики Аристотеля, схоластической диалектики, логики формальной и индуктивной. СПб., 1881.
6. Д. Гильберт. Основания геометрии. М.—Л., 1948.
- 6а. А. А. Зиновьев. Философские проблемы многозначной логики. М., 1960.
7. Р. Карнап. Значение и необходимость. М., 1959.
8. С. К. Клини. Введение в метаматематику. М., 1957.
9. Э. Кольман. Значение символической логики. Сб. «Логические исследования». Под ред. Э. Кольмана, Г. Поварова, П. Таванца, С. Яновской. М., 1959.
10. Л. Кутюра. Алгебра логики. Одесса, 1909.
11. Я. Лукасевич. Аристотелевская силлогистика с точки зрения современной формальной логики. М., 1959.
12. Д. Г. Лахути, В. А. Успенский, В. К. Финн. Семантика. БСЭ, 2-е изд., т. 51.
13. Математический сборник. Т. 15 ((57), № 3, 1944.
14. А. Мостовский. Современное состояние исследований по основаниям математики. «Успехи математических наук», т. IX, вып. 3.
15. П. С. Попов. История логики нового времени. М., Изд-во МГУ, 1960.
16. П. С. Порецкий. О способах решения логических равенств и об обратном способе математической логики. Казань, 1884.
17. Секст Эмпирик. Три книги Пирроновых положений. СПб., 1913.
18. Н. И. Стяжкин. Элементы алгебры логики и теории семантических антиномий в поздней средневековой логике. Сб. «Логические исследования».
19. I. M. Bochenski. Formale Logik. Freiburg — München, 1956.
20. D. Boole. The mathematical analysis of logic, being an essay toward a calculus of deductive reasoning. London, 1847.
21. R. Carnap. Introduction to semantics. Studies in Semantics. Vol. I. Cambridge, Mass., 1948.
22. R. Carnap. Formalisation of Logic. Studies in Semantics. Voll. II. Cambridge, Mass., 1943.
23. H. B. Curry and R. Feys. Combinatory logic. Vol. I. Amsterdam, 1958.

24. F. Enriques. Zur Geschichte der Logik. Grundlagen und Aufbau der Wissenschaft in Urteil der mathematischen Denker. 1927.
25. G. Frege. Grundgesetze der Arithmetik, Bd. I. Jena, 1893.
26. Galenus. Institutio logico. Ed. Kolbflisch. Lipsiae, 1896.
27. K. Gödel. Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme. «Monatsheft f. Math. u. Phys.», 1930.
28. J. Jörgensen. Einige Hauptpunkte der Entwicklung der formalen Logik seit Bool's. «Erkenntnis», Bd. 5, 1935/36.
29. J. Jörgensen. Über die Ziele und Probleme der Logistik. «Erkenntnis», Bd. 1—3, 1930-32.
30. J. G. Kemeny. A new approach to semantics. «The Journal of symbolic Logic», 1956, vol. 21, N 1—2.
31. J. Lukasiewicz. Zur Geschichte der Aussagenlogik. «Erkenntnis», Bd. 5, 1935-36.
32. M. Mathes. Stoic logic. Berkeley. Los Angeles, 1953.
33. C. W. Morris. Foundation of the theory of signs. Chicago, 1938.
34. Ch. Perelman. Logique, language et communication. XII Congresso Internazionale di Filosofia. Venezia. 12—18 settembre, 1958. Vol. I, 1958.
35. C. Prantl. Geschichte der Logik in Abendlande. 4 Bd. Leipzig, 1927.
36. W. V. O. Quine. From a Logical point of view. Cambridge, Mass., 1953.
37. H. Scholz. Geschichte der Logik. Berlin, 1931.
38. Schönfinkel. Über die Bausteine der mathematische Logik. «Math. Annalen», Bd. 92, 1924.
39. Schröder E. Der Operationkreis des Logikkalküls. Leipzig, 1877.
40. W. Schuppe. Erkenntnistheoretische Logik. Bonn, 1878.
41. A. Tarski. Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen. «Studia Philosophica», Bd. 1, 1935.
42. F. Überweg. System der Logik und Geschichte der logischen Lehren. Bonn, 1862.

ФОРМАЛЬНАЯ ЛОГИКА И ЯЗЫК

§ 1. Общая характеристика знака

Объектами изучения в науке являются не только материальные предметы и явления, но и их отражения в голове человека в виде ощущений, восприятий, понятий и т. п. Изучение таких явлений, как язык, предполагает совместное изучение и материальных объектов (звуков и их сочетаний) и смысловой стороны языка, формирующейся в результате отражения человеком окружающего его мира.

Большинство объектов познания являются материальными, существующим независимо от нас. Эти объекты являются основными, исходными в том смысле, что именно изучение их образует базу человеческого познания, связано с формированием основных понятий науки, с введением в науку особых идеализированных и «абстрактных» объектов. К числу последних можно, например, отнести числа, точки, прямые, равномерное прямолинейное движение и т. п. Этим «абстрактным объектам» соответствуют определенные свойства и отношения материальных объектов; посредством абстракции мы их выделяем и при этом идеализируем. Кроме того, существуют такие «абстрактные объекты», которым ничего непосредственно в действительности не соответствует, но которые возникают в ходе развития науки, применяются в науке при решении различных конкретно сформулированных научных задач и лишь затем получают содержательную интерпретацию. Таковы, например, мнимые числа. Свое оправдание они получили только после того, как понятие числа было расширено, и комплексные числа получили интерпретацию в виде векторов на плоскости. Глубоко прав поэтому Ф. Энгельс, указывая, что к мнимым числам люди пришли другим путем, чем к натуральным: если последние они получили путем абстракции, оперируя с вещами внешнего мира, то мнимые числа появляются как «... продукты свободного творчества и воображения самого разума» [1; 37]. Более того, человек создает в процессе развития познания понятия о таких объек-

тах, которые не только не существуют в материальной действительности, но и возникают за пределами науки и понятия о них не могут быть применены к решению конкретных научных проблем («русалка», «кентавр», «леший» и т. п.). О существовании таких объектов можно говорить лишь постольку, поскольку свойства, которыми наделял их человек в процессе извращенного отражения действительности, были зафиксированы в языке (устном или письменном) в виде различных произведений изобразительного искусства.

Знаки всегда материальны. Существуют различного рода знаки. Перечислим лишь некоторые основные из них¹.

Мы часто говорим о том, что дым есть знак огня («наличие дыма свидетельствует о том, обозначает то, что там есть огонь»), что наличие мокрых крыш есть знак того, что прошел дождь, и т. п. Это — знаки, которые связаны с обозначаемым причинным отношением. Эти знаки часто называют знаками-индексами (Т. Гоббс называл их естественными знаками). Имеются также знаки-копии (iconic signs). Они являются воспроизведениями, репродукциями, более или менее сходными с обозначаемым. Примером таких знаков могут быть фотографии, отпечатки пальцев, отпечатки древних животных на камнях, в известной мере знаки пиктографического письма и т. п. Знаки, с которыми имеет дело язык (в широком смысле, как средство общения вообще), существенно отличаются от знаков-индексов и знаков-копий. Это — знаки, которые не связаны с обозначаемым ни причинным отношением, ни отношением сходства. Здесь отношение знака к обозначаемому, если мы будем рассматривать это отношение лишь в логическом плане, чисто условное: определенное сочетание звуков (соответственно букв, фигур, цветов, движений) представлено в соответствии определенному обозначаемому объекту. Эти знаки мы будем называть знаками общения. Если же рассматривать знак и обозначаемое в иных планах (например, в плане исторической эволюции естественных языков), то мы обнаружим, что отнесение знаков к предметам не зависит от нашего произвола, от соглашения между людьми, поскольку развитие языка совершается путем постепенных его качественных изменений и всегда обусловлено предшествующим состоянием языка: наличием сложившихся значений слов, грамматических правил, фонетических особенностей и т. п.

Знаки общения весьма разнообразны: к ним принадлежат знаки сигнализации (например, знаки, используемые при регулировании уличного движения, при морской сигнализации), знаки искусственных языков науки, знаки естественных языков.²

¹ Имеются в виду знаки, не употребляемые автономно.

² Специально вопрос о знаках, их видах и роли в жизни человека рассматривается Ч. Моррисом в книге «Знаки, язык и поведение» [2]. Науку о знаках Ч. Моррис называет семиотикой.

Дать общее определение знака нам представляется возможным лишь на базе учения И. П. Павлова об условно-рефлекторной деятельности, поскольку это учение выясняет самые общие закономерные связи между животными (в том числе и человеком), объектом, знаком объекта и поведением животного. Последнее, т. е. поведение, ответная реакция животного на знак (условный раздражитель), позволяет распознать не только то, какой объект сигнализировался знаком, сигналом, но и на какие свойства этого объекта животное реагировало в первую очередь, т. е. какие свойства объекта оно зафиксировало в своей психике.

А является знаком объекта *B*, если замена объекта *B* через *A* вызывает у животного те же самые ответные реакции, что и непосредственное воздействие объекта *B*.

Наличие условно-рефлекторной деятельности у животного свидетельствует о том, что оно способно дифференцировать объекты по определенным их свойствам и учитывать их в своем поведении.

Знаки общения, используемые человеком, существенным образом отличаются от знаков, используемых животными в процессе их условно-рефлекторной деятельности. Различие этих знаков было выяснено И. П. Павловым в его учении о первой и второй сигнальных системах.

Условным раздражителем (знаком, сигналом) для животного служили главным образом некоторые другие предметы и при этом дифференцировка объектов осуществлялась по «сильным», значимым для животных в биологическом отношении свойствам, т. е. по таким свойствам, учет которых давал возможность удовлетворить их непосредственные потребности, сохранять жизнь.

Человек вводит знаки взамен объектов в виде знаков членораздельной речи, которые используются для замены всех объектов, в том числе и тех условных раздражителей, которые являлись знаками соответствующих объектов у животных. Это заставило четко фиксировать, дифференцировать и самую звуковую сторону знаков и их значение. При этом дифференцировка, выделение объектов человеком производится не обязательно по сильным непосредственно значимым в биологическом отношении для него свойствам: человек фиксирует, отражает предметы, выделяя их по специфическим свойствам, далеко не всегда для того, чтобы использовать их в целях непосредственного удовлетворения своих потребностей. С той «чрезвычайной прибавкой», которую составляет овладение словом и которая появляется лишь у человека, писал по этому поводу И. П. Павлов, «...вводится новый принцип нервной деятельности — принцип отвлечения и обобщения бесчисленных сигналов предшествующей системы... принцип, обуславливающий безграничную ориентировку в окружающем мире и создающий высшее приспособление человека — науку» [3; 476].

Далее мы будем рассматривать лишь знаки общения, используемые человеком. Обычно говорят, что знаки общения (как, вообще говоря, и любые другие знаки) обладают определенным значением, определенным смыслом.

Мы не имеем возможности в рамках данной работы заниматься специально проблемой значения. Ограничимся лишь некоторыми общими соображениями на этот счет.

Прежде всего, мы будем рассматривать ту компоненту значения знака, которая характеризует его познавательную роль, которая связана с ответом на вопрос, что обозначается знаком, с помощью каких свойств выделяется обозначаемое, какие операции над знаком позволяют установить область его приложения и т. п. Иными словами, мы будем рассматривать компоненту значения, которая связана с проблемой истины, исключая при этом оценочные, эмоциональные и т. п. компоненты, а также чисто грамматические компоненты значения, позволяющие осмысленным образом связывать элементарные знаки в сложные комплексы, т. е. те грамматические компоненты значения, которые различны в различных языках. Для выяснения этой проблемы важно различать знак и обозначаемое, знак и выражаемые через него свойства обозначаемого или совокупность некоторых правил оперирования с ним.

То, что относится к характеристике области приложения знака (к его объему), часто называют его экстенсией характеристикой. То же, что относится к характеристике выражаемого с помощью знака содержания, относится к его интенсией характеристике. Основная трудность в определении значения даже для некоторых простейших знаков (например, для слов, а не для их комплексов, образующих предложения в естественных языках) состоит в проблеме синонимии. Если бы удалось выработать твердый критерий, позволяющий решать в каждом конкретном случае, какие два знака, два выражения являются синонимичными (обладающими одним и тем же значением, смыслом), то значение можно было бы определить через абстракцию, а именно как то общее, что имеется в выражениях, имеющих одно и то же значение, один и тот же смысл. Мы определили бы значение тем же способом, каким, например, определяется вероятность (как то общее, что существует в равновероятных событиях), число (как то общее, что существует в равномоощных друг другу множествах) и другие исходные понятия науки.

Однако такого общего критерия синонимичности выражений для достаточно широкого круга языковых систем не выработано¹. Трудности установления синонимичности выражений (знаков) состоят, например, в следующем.

¹ Для некоторых весьма бедных по содержанию семантических систем такой критерий эквивалентности и L-эквивалентности выражений предлагается Р. Карнапом в его книге «Значение и необходимость» [4].

Знаки могут обозначать одни и те же объекты, но фиксировать их со стороны различных свойств. Можно ли такие выражения во всех случаях считать синонимичными, эквивалентными? В одних случаях — да (например, в некоторых логических системах, где действует так называемый принцип объемности, т. е. принцип, согласно которому два выражения, имеющие одну и ту же область приложения, один и тот же объем, считаются неразличимыми), в других же случаях — нет (например, в языковых системах, где встречаются так называемые интенциональные контексты типа «Иван думает, что...», «Петр утверждает, что...» и т. п.).

Знаки, выражения, имеющие один и тот же экстенционал (объем), заведомо нельзя считать эквивалентными, если их объем для определенной предметной области является пустым. Если бы мы равнозначность по смыслу определяли, исходя из экстенционального критерия, то, например, такие понятия, как «русалка», «Зевс» «град Китеж» и т. п., должны были бы считаться синонимичными. (По этому поводу один из авторов остроумно заметил, что, согласно экстенциональному критерию значения, два человека могли бы утверждать, что они имеют одну и ту же жену на том основании, что оба они являются холостыми.) С другой стороны, для некоторых выражений (например, так называемых предикаторов), обозначающих свойства, даже в случае их интенционального равенства, мы не можем решить, обозначают они одни и те же объекты или нет. Дело в том, что один из них может рассматриваться как обозначающий свойство P^* , а другой — как обозначающий класс предметов, соответствующий этому свойству. Если считать, что свойство и соответствующий ему класс — разные предметы, то эти предикаторы не являются тождественными по значению и указанные объекты должны снабжаться особыми именами (в обычных языках, как известно, особых имен для свойств и соответствующих им классов не вводится, но эти различия фиксируются описательно). Если же эти объекты отождествлять (а в логике и математике так часто и поступают), то придется признать, что два свойства, определяющие один и тот же объем, являются эквивалентными. Например, два выражения: «Автор романа «Война и мир» и «Великий писатель, проживший значительную часть своей жизни в Ясной Поляне», имеющие один и тот же экстенционал, должны считаться равнозначными, поскольку мы отождествили свойства с соответствующими им множествами. Однако в случае интенциональных контекстов эти свойства не могут считаться эквивалентными.

Современный позитивизм сталкивается с трудностями в проблеме значения, когда ставит вопрос о значении выражений, обозначающих так называемые «абстрактные предметы» (например, числа). Отрицая абстракции, поскольку признание их противоре-

чит чисто эмпирическим установкам позитивистов (числа не существуют в действительности как физические объекты), а сфера мышления ими исключается из рассмотрения, как метафизическая, внеопытная, «абстрактные предметы» (например, числа) истолковываются ими часто просто как знаки, приобретающие значение в целом контексте. Явные определения чисел на базе теории множеств неопозитивистами объявляются незаконными. Используя тот факт, что в современной математике иногда числа рассматривают как знаки вместе с правилами оперирования с ними [5; § 2—11], неопозитивисты стали утверждать, что математика освободилась от абстракций. По этому поводу следует заметить, что абстракции и при таком истолковании чисел не изгоняются из математики, а переносятся из сферы объектов в сферу правил, которые имеют весьма абстрактное содержание.

Диалектический материализм справляется с такого рода трудностями, поскольку не отрицает сферы мышления, и рассматривает «абстрактные предметы», как идеализированное и опосредствованное отражение в нашей голове известных сторон действительности. При этом, рассматривая процесс познания диалектически, мы имеем возможность проследить, как эти абстракции образуются и как они (в случае необходимости) могут быть элиминированы и сведены к тем чувственно-воспринимаемым предметам и их отношениям, в результате изучения которых они были образованы.

С нашей точки зрения, вряд ли можно дать общий ответ на вопрос о том, «что такое значение, смысл знака, выражения?» вообще, не учитывая специфики языковых, знаковых систем, тех целей, которым они служат, без учета назначения тех теорий, которые создаются о языковых системах. Какой знак, какое выражение имеет смысл (значение) и какое не имеет,— можно решить для каждой языковой системы, но вряд ли эти вопросы можно решить без учета тех лингвистических и логических средств, которые при этом используются.

Для некоторых формализованных систем («языков»), как, например, в некоторых аксиоматических теориях множеств, значение выражений можно свести к экстенционалам выражений, поскольку в них действует принцип объемности. Для других языковых систем этого сделать не удается (если, например, там встречаются интенциональные контексты). В традиционной лингвистике эта проблема решается на уровне содержательного анализа различных выражений (более строгого уровня для составления грамматик, по которым осуществляется обучение, здесь не требуется). С другой стороны, в той части языковедения, которая занимается проблемами машинного перевода, вопрос о значении, о синонимии стоит чрезвычайно остро и не может решаться на нестрогом уровне содержательного анализа выражений. Здесь должны быть выработаны строгие формальные правила установ-

ления синонимичности выражений. Машина не может осуществлять семантического анализа содержательным путем, но лишь на основе формальных правил оперирования со знаками, т. е. синтаксическим путем.

В логических исчислениях всегда заранее предполагается, что для некоторого класса элементарных выражений проблема значения решена (перечисляются примитивные выражения, являющиеся осмысленными), а затем уже индуктивно определяется класс осмысленных выражений в данном исчислении, образующихся в результате применения к ним «правил образования».

Для естественных языков аксиоматическая теория значения явно не проходит. Проблема об осмысленности выражений (слов и предложений) здесь может быть решена лишь на путях интенционального анализа выражений. Их смысл не всегда может быть обоснован отнесением выражений к материальной действительности, ими обозначаемой. Но всегда выражение, имеющее смысл, фиксирует соответствующее понятие (пусть даже в самой своей элементарной форме), фиксирует какие-то отличительные свойства объекта в широком смысле этого слова. Иногда фиксируются не свойства объектов, а правила оперирования с выражениями (например, это часто делается по отношению к так называемым служебным словам). Отметим, что и в научных терминах на какой-то ступени развития науки часто фиксируются не свойства обозначаемых объектов, а правила оперирования с ними. Так, в классической механике во времена Ньютона было не до конца выяснено, какие свойства силы, одновременности закрепляются за соответствующими терминами (поэтому и не было дано строгих определений этим понятиям самим Ньютоном). Однако было хорошо известно, как измерять силу и устанавливать одновременность двух событий, было ясно, как сила соотносится с иными физическими величинами в соответствующих формулах. Эти характеристики и были в первую очередь закреплены за соответствующими терминами, они и являлись их значениями.

Заметим, что в языках действительно существуют знаки, которые приобретают смысл, значение лишь в контексте. Таковы скобки, знаки препинания и т. п. Их значение — именно в той роли, которую они играют в контексте и обеспечивают однозначность его понимания. Не случайно значение знаков препинания невозможно объяснить, не прибегая к их контекстуальному употреблению. Неопозитивисты же часто неправоммерно объясняют якобы имеющими лишь контекстуальное значение такие знаки (знаки некоторых абстракций, например, чисел), которые обладают и вещественным значением. При историческом диалектическом подходе мы умеем объяснить, что в материальной действительности соответствует натуральным числам. Однако это не означает, что в некоторых теориях мы не можем определять их значение контекстуальным путем.

В заключение настоящего параграфа отметим следующее. Именно тот факт, что знак, используемый в языковых системах, не имеет никакого сходства с обозначаемым, создает беспредельные возможности для обобщения предметов, выделения, абстрагирования у них самых различных свойств. Условный знак общения может быть или похож на обозначаемый объект, или не похож на него. Если бы знак был похож на него, то он мог бы быть его копией («фотографией») или быть сходным с обозначаемым лишь в известных свойствах. В первом случае усвоение знака не стимулировало бы вообще никакой абстрагирующей деятельности мышления, поскольку знак воспроизводил бы все множество существенных и несущественных свойств обозначаемого, и эти свойства выступали бы как рядом положенные, не абстрагированные друг от друга. Такой знак мог бы заменять предмет, но он сам, как и предмет, должен был бы сделаться объектом специального изучения с целью абстрагирования общих и существенных свойств обозначаемого. Для закрепления этих свойств понадобилось бы введение новых знаков. Если бы знак был похож на обозначаемый предмет лишь в некоторых свойствах (допустим, даже существенных), то усвоение таких знаков было бы связано с абстрагированием этих существенных свойств. Но в таком случае, во всех своих опосредствованиях предмет нами рассматривался бы лишь с точки зрения этих свойств. Последнее тормозило бы процесс нашего познания, поскольку в процессе своего интеллектуального развития человек выделяет предмет сначала по менее существенным свойствам, затем по более существенным: рассматривая предмет в одной связи, он связывает с определенным знаком одни существенные свойства предмета; рассматривая предмет в другой связи, он связывает с определенным знаком другие существенные свойства, и т. д. Многие свойства, не нашедшие своего выражения в знаке, человек должен был бы обнаруживать в самом предмете и для их закрепления вводить новые знаки.

Именно потому, что слово, как знак обозначаемого, не имеет никакого сходства с обозначаемым и не имеет постоянного отношения к какому-то определенному, заранее фиксированному предметам, а может изменять свое значение в процессе развития познания, оно является могучим средством абстрагирующей деятельности мышления, именно поэтому «... в словесном обозначении каждой вещи происходит абстрагирование от ее конкретных свойств» [6; 771].

§ 2. Формальные системы и их языки

I. Естественные и искусственные языки. К искусственным языкам науки относятся различные системы сигнализации (например, флажки морской сигнализации), различ-

ные системы кодов, где графическим знакам обычного языка соответствуют определенные графические эквиваленты (например, азбука Морзе), язык формул, используемый в науках, и т. п. Особыми языками формул являются языки формальных систем и так называемые информационные языки наук, используемые при составлении программ для информационно-логических машин. Вопрос о соотношении искусственных и естественных языков неоднократно обсуждался в нашей литературе [7], [8]. Поэтому мы лишь кратко сформулируем некоторые выводы.

Между естественным и искусственным языками имеется весьма существенное различие.

Искусственные языки являются вспомогательными языковыми средствами. Они существуют и создаются лишь на базе естественных языков. Их сфера действия в отличие от естественных языков крайне ограничена. Если естественный язык есть стихийно сложившееся явление и его развитие в значительной мере не зависит от воли и желаний людей, то искусственные языки создаются людьми по заранее намеченному плану.

Что касается языков формул¹, используемых в науках, то их введение создает значительные удобства и способствует прогрессу нашего познания:

1. Введение языка формул служит для сокращения записи тех или иных предложений науки.

2. Введение языка формул связано с устранением многозначности слов естественного языка, с элиминацией его прагматической функции: в языке формул выражаются лишь объективные характеристики предметов и их соотношений и устраняется то, что характеризует наше отношение к различным предметам, наши эмоции, волевые побуждения и т. п.

3. Ввиду того, что язык формул имеет идеографический характер (простейшие знаки в нем обозначают предметы, отношения, свойства и т. п., а не звуки, как это имеет место в фонографической письменности большинства современных естественных языков), по виду формулы можно судить о соотношениях предметов, ею выражаемых, о тех операциях, которые производятся над предметами.

4. Формула не только фиксирует некоторый готовый результат, получившийся в ходе установления отношений между предметами и выполнения над ними определенных операций, но и является руководством к действию: она указывает путь, ведущий к этому результату, говорит о последовательности действий над объектами, которые нужно соблюдать для получения искомого результата.

5. Язык формул является средством, облегчающим международное научное общение.

¹ Формула понимается здесь нами в обобщенном смысле: к числу формул мы относим и собственно формулы и то, что в логике носит название термов.

II. Особую роль играют формализованные «языки» в так называемых формальных системах. На краткой характеристике последних мы и остановимся¹.

В ходе развития математики сначала создавались конкретные аксиоматические системы. Примером такой системы может быть геометрия Эвклида. В таких системах некоторая совокупность понятий принималась без определений, а некоторая система предложений (аксиом) — без доказательств в силу их интуитивной очевидности. Теоремы, выводимые из аксиом, и понятия, определяемые через исходные, считались обладающими интуитивной очевидностью, поскольку они опираются на очевидность аксиом и первичных понятий. Конкретные дедуктивные теории уступили место в современной математике «чистым» дедуктивным теориям или абстрактным аксиоматическим системам. Неопределяемые термины в этих теориях не связываются с какой-либо определенной интерпретацией: они относятся к некоторому классу неспецифицированных объектов. Недоказуемые предложения системы не предполагают никакой очевидности, никаких интуитивных значений. При этом предполагается, что выбор этих основных предложений может быть «произвольным» (в том смысле, что любые осмысленные предложения, сформулированные в терминах данной системы, можно принять за исходные) и обосновывается непротиворечивостью системы. Однако эти системы основывались на интуитивной ясности логических понятий, в которых они были формализованы, и на вере в интуитивную ясность логических правил, посредством которых осуществлялся вывод теорем из аксиом. Если и в этих частях абстрактных аксиоматических систем освободиться от интуитивной очевидности посредством явного формулирования правил логики (они могут быть различны в каждой системе и тем более в различных системах) и их формализации, то мы получим формальные системы. Системы такого рода применяются к изучению и самой логики.

Приведем пример простейшей формальной системы (из книги Карри и Фейса «Комбинаторная логика»), а именно системы «элементарной теории чисел» (N_0). В этой системе имеется один неспецифицированный объект, обозначаемый знаком «0», одна одноместная операция, обозначаемая штрихом ($'$), одно правило образования объектов: «если x есть объект, то x' есть объект». Это то, что относится к объектам, операциям над ними и правилам образования из одних объектов других.

Далее в этой системе имеется один двуместный предикат « $=$ » и одно правило образования элементарных предложений: «если x и y объекты, то $x = y$ — элементарное предложение». Это то, что относится к предикатам и правилам образования предложений.

¹ В характеристике формальных систем мы опираемся на их анализ, содержащийся в книгах: Г. Б. Карри и Р. Фейс «Комбинаторная логика» [9] и С. К. Клини «Введение в метаматематику» [10].

Наконец, в системе имеется одна аксиома $0 = 0$ и одно правило вывода: «если $x = y$, то $x' = y'$ ». Из этой системы можно чисто формально вывести теоремы $0 = 0$, $0' = 0'$, $0'' = 0''$ и т. д.

По отношению к данной формальной системе можно сформулировать ряд метатеорем или ахтеорем, как их называет Карри. Собственно логика Карри относится к метатеории. В других формальных системах, как у С. Клини, логика (например, узкое исчисление предикатов) может включаться в состав самой формальной системы. Описанной формальной системе N_0 можно дать содержательную интерпретацию, понимая под знаком «0» число «нуль», под операцией «'» — «следующий за», под знаком «=» — знак равенства. Тогда правило вывода «если $x = y$, то $x' = y'$ » может быть интерпретировано так: «если какие-то числа равны друг другу, то и следующие за ними равны друг другу». Теорема $0' = 0'$ будет означать, что числа, непосредственно следующие за нулем, равны друг другу, и т. д.

Формальная система состоит таким образом из трех частей: (1) системы неспецифицированных объектов вместе с правилами образования одних объектов из других посредством некоторых операций; (2) системы предикатов и правил образования предложений об объектах; (3) системы аксиом, правил вывода и элементарных теорем. (1) и (2) составляют морфологию системы, (3) является теоретической частью (так ее называет Карри). Если с помощью (1) и (2) мы можем охарактеризовать множество осмысленных предложений системы, то с помощью (3) из всего множества осмысленных предложений выделяется подмножество истинных доказанных предложений в рамках данной системы. При этом выбор аксиом и правил вывода осуществляется таким образом, чтобы при интерпретации системы класс содержательно истинных предположений совпадал с классом формально выводимых формул.

Формальные системы нельзя отождествлять с абстрактной алгеброй. В формальной системе меньше содержательных предположений, чем в абстрактной алгебре. В последней все объекты рассматриваются как данные заранее, в формальной системе даны лишь исходные, остальные же строятся по правилам образования. Кроме того, в алгебре объекты отождествляются не по способам их построения (например, в ней отождествляются такие два объекта, как « $2 + 2$ » и « $3 + 1$ »), а в формальных системах любые построенные различным образом объекты считаются различными (например, в некоторых системах $0''$ и $0' + 0'$ рассматриваются как различные объекты). Формальные системы могут быть полностью формализованными и не полностью формализованными. Система называется полностью формализованной, если в ней не используются никакие понятия или предложения, кроме тех, которые перечислены или строятся по правилам системы. Поэтому в полностью формализованных системах не допускается применение

ние разных родов (sorts) объектов, так как их различия нужно было бы охарактеризовать соответствующими предикатами. Не допускаются также правила типа подстановки, содержащие некоторые условия, оговаривающие различия в способах применения этих правил, поскольку такого рода условия формулируются опять-таки в терминах предикатов, не формализуемых в системе. Приведенная система N_0 — полностью формализованная.

III. Формальная система не существует без своей лингвистической части, без соответствующего языка символов. Специальный выбор лингвистических средств для формальной системы Карри называет представлением (presentation) формальной системы. Однако формальную систему нельзя отождествлять с одним из ее представлений. Одна и та же формальная система может выступать в виде различных своих представлений и поэтому является чем-то независимым от ее конкретных представлений, связанных с выбором соответствующего символизма. Формальную систему поэтому можно рассматривать как некоторую абстракцию, как то общее, что существует во всех ее возможных представлениях.

При создании той или иной формальной системы мы пользуемся обычным естественным языком, понятным как говорящему, так и слушающему. Этот язык, когда он используется при формулировании формальной системы, Карри называет « U -языком» (usual language). При этом он справедливо указывает на то, что все, что бы мы ни изучали, мы изучаем при помощи этого языка. Хотя в этом языке и не все точно, тем не менее путем определений, уточнений всегда можно добиться той точности, которая требуется для строгой науки.

При этом языке собственно формальной системы рассматривается как расширение « U -языка», как введение новых знаков в « U -язык». В собственно формальной системе мы используем двоякого рода знаки: с одной стороны, уже известные в « U -языке» слова или выражения, наделенные определенным уточненным значением, с другой стороны, совершенно новые символы. При представлении формальной системы приходится пользоваться (что мы и делали) словами «предложение», «объект», «операция», «предикат» и т. п. как словами, имеющими вполне определенное значение в « U -языке». Даже переменные x и y применялись в смысле «содержательных» переменных, используемых в « U -языке». Переменные нашей системы x и y являются « U -переменными». Однако символы «0», «=», «'» не относятся к U -языку. Они составляют некоторый новый язык, который Карри называет « A -языком»; он является новой частью « U -языка». Можно рассматривать формальные системы с чисто лингвистической точки зрения, но тогда неспецифированные объекты абстрактной формальной системы должны рассматриваться просто как некоторые знаки; тогда уже говорится не о предикатах, а о предикаторах.

не об операциях, а об операторах и т. п. Поэтому собственно формальную систему можно рассматривать или как некоторую абстрактную теорию о неспецифицированных объектах или как некоторую лингвистическую систему, где знаки столь же «жестки», как и объекты, и где формулируются правила оперирования с этими знаками (в таком случае формальная система часто рассматривается как исчисление). Символы «А-языка», используемые в формальных системах, лишены значения в том смысле, что они используются в нем без содержательной интерпретации: мы для их различения и отождествления не прибегаем к выходу за пределы самой формальной теории. Однако правила различения и отождествления некоторых элементарных знаков системы не формализуются в ней. Эти правила опираются на наш опыт. Иные же правила употребления знаков, правила оперирования с ними, правила распознавания осмысленных выражений и бессмысленных, истинных (доказанных) и не являющихся таковыми, сформулированы в самой системе.

Если в аксиомах удается сформулировать все те основные свойства рассматриваемых объектов, которые существенны для вывода из них всех вообще интересующих нас (в данной теории) свойств изучаемых объектов, то эти объекты можно уже рассматривать как неспецифицированные; точнее говоря, специфицируемые только аксиомами и правилами вывода из них. Естественно, что при этом может получиться, что наша система аксиом не дает полного «определения» именно той области объектов, которые мы изучаем. Иначе говоря, она допускает разные интерпретации. Но и в таком случае система представляет интерес, так как позволяет изучать то общее, что характерно для всех интерпретаций. В таком образом формализованных системах вывод теорем можно осуществлять уже чисто формально: мы можем оперировать со знаками, как не имеющими смысла. Такое оперирование опирается на то, что мы не использовали в наших выводах какие-нибудь предпосылки, кроме сформулированных явно. Отвлечение от смысла, значения терминов возможно лишь на основе анализа содержания некоторой теории, которая формализуется на основе анализа используемых при этом правил вывода.

Поэтому глубоко не правы философы и логики, утверждающие, что формальные системы аналогичны игре с бессодержательными символами. При этом они используют такое утверждение как аргумент в пользу того, что законы математики и логики лишены всякого объективного значения. С. Клини правильно подчеркивает, что формальные теории возникают в результате анализа и формализации каких-то содержательных теорий, моделями для которых они являются. Лишь после того, как анализ содержания закончен, формализация произведена, мы можем вводить формальные системы сразу, во всей их законченности, лишь изредка прибегая к интерпретации.

«Интерпретация побуждает метаматематика,— пишет С. Клини,— выбрать ту или иную формальную систему, которая вводится посредством определений. Она руководит им при выборе относящихся к этой системе проблем, которыми он будет заниматься. Она может даже доставить ему ключи, существенные для решения этих проблем. Только в окончательных формулировках и доказательствах он (как метаматематик) должен отказаться от пользования интерпретацией» [10; 62]. В этом отношении Ф. Энгельс был глубоко прав, когда указывал, что (при историческом подходе) основные принципы, аксиомы науки выступают всегда не как исходные начала исследования, а как его заключительные результаты.

Выявляя лингвистический аспект абстрактной формальной системы, ее можно представить как синтаксическую систему (так часто, например, и анализируются системы математической логики).

В синтаксических системах различаются два отличных друг от друга языка: «*U*-язык» и объектный язык. О символах (и выражениях) объектного языка рассуждают с помощью «*U*-языка», но сами эти символы не используются как средство рассуждения о чем-либо. Символы объектного языка рассматриваются как самостоятельные объекты, т. е. автономно. При таком подходе рассматривается алфавит системы, выявляются правила образования таких сочетаний знаков алфавита, которые являются словами в данном алфавите, затем рассматриваются правила образования правильно построенных предложений (предложения в смысле чисто формальном, в смысле sentence), и из них выделяется посредством применения соответствующих правил класс выводимых предложений (они соответствуют классу доказанных предложений в абстрактных формальных системах).

Часто такой подход к рассмотрению формальных систем связывается с номиналистическими установками позитивистского толка, поскольку считается, что в таком случае мы освобождаемся от «абстрактных сущностей» в науке (В. А. Квайн, Н. Гудмен, Р. Карнап и др.). Отметим, прежде всего, что лингвистический подход к формальным системам не освобождает нас от абстракций. В этих системах знаки и выражения выступают всегда вместе с правилами оперирования с ними. Хотя эти правила также записываются в виде чувственно-воспринимаемых знаков, тем не менее они не берутся с «потолка» и не устанавливаются помимо анализа содержания какой-либо теории, для которой формальная система является моделью, помимо анализа целей и задач формальной системы. А это означает, что правила являются результатами абстрагирующей деятельности нашего ума от какого-то конкретного содержания. При этом они, конечно, уточняются и идеализируются.

Одновременно следует отметить, что лингвистические подходы к формальным системам ничего общего не имеют с позитивистски-

ми установками. Они возникли в связи с потребностями развития науки (например, в связи с потребностью уточнения понятия алгоритма). К тому же чисто формальное, лингвистическое рассмотрение формальных систем важно при составлении программ для информационно-логических машин, решающих математические и логические задачи, поскольку машина всегда оперирует с некоторым набором знаков, лишенных для нее всякого значения (для машины существует лишь синтаксис, и вся семантика поэтому должна быть сведена к синтаксису). Замечательно, что еще Ф. Энгельс указывал, что «материальные доказательства, допускающие проверку», которыми пользуется математика, имеют огромные преимущества по сравнению с логическими доказательствами, совершаемыми в уме человека. «Вычисляющий рассудок — *счетная машина!* — Забавное смешение математических действий, допускающих материальное доказательство, проверку, — так как они основаны на непосредственном материальном созерцании, хотя и абстрактном, — с такими *чисто* логическими действиями, которые допускают лишь доказательство путем умозаключения и которым, следовательно, не свойственна положительная достоверность, присущая математическим действиям, — а сколь многие из них оказываются ошибочными!» [1; 318].

Сами формальные системы (независимо от того, рассматриваем мы их как абстрактные формальные системы или как лингвистические, синтаксические системы) могут быть предметом специального изучения. В результате этого изучения мы можем сформулировать ряд общих правил и теорем по отношению к системе. Изучая, например, такую формальную систему, как логика высказываний, мы можем сформулировать теорему дедукции, правило подстановки, правило силлогизма, правило перестановки посылок, правило соединения посылок, правило монотонности и т. п. [11; гл. II].

Эти правила и теоремы относятся не к самой формальной теории («предметной теории»), не к объектному языку, а к метатеории (соответственно метаязыку).

Обычно метатеория не формализуется. Результаты изучения формальной системы записываются на обычном языке. «Утверждения метатеории должны быть понимаемы. Ее выводы должны убеждать. Они должны состоять в интуитивных умозаключениях, а не в применении установленных правил, как выводы в формальной теории» [10; 64]. Для формулировки метатеорем обычно вводятся метаматематические переменные (так называемые содержательные переменные), не относящиеся к языку формальной системы и употребляющиеся для формулировки общих утверждений содержательного характера об этой системе. Эти метатеоремы и правила применяются, как выражается С. Клини, квазиформально. Если бы мы и попытались формализовать метатеорию, то нам в конечном счете все равно пришлось бы описывать ее на

обычном языке, т. е. прибегать к неформальным средствам рассуждения.

IV. Символы, составляющие язык формальной системы, можно классифицировать следующим образом:

а) знаки для обозначения элементарных объектов;

б) знаки для обозначения операций; они называются **функторами**. Функторы представляют собой знаки операций, порождающих из одних выражений другие выражения.

В свою очередь, функторы могут быть подразделены на:

1) **Операторы**, которые представляют собой функторы, порождающие из одного или нескольких знаков для объектов новые знаки для объектов (в системе N_0 оператором был знак «'»).

2) **Предикаторы**, которые представляют собой функторы, порождающие из знаков для объектов высказывания (в системе N' предикатором был знак «=»).

3) **Коннекторы**, которые представляют собой функторы, порождающие из высказываний высказывания (в системе N_0 коннектором являлся знак «если... то», записанный на обычном языке; в логике высказываний коннекторами являются знаки $\wedge, \vee, \neg, \rightarrow$ и т. п.).

Знаки, связанные с объектами, можно подразделить на:

1) **индивидуальные постоянные** (в системе N_0 такой постоянной был знак 0),

2) **переменные**.

Данная классификация неполна; она не охватывает таких операций, как кванторы, которые порождают из логических функций (если они не рассматриваются как предметы) высказывания. Она не охватывает и таких знаков, как «ε-оператор» (тот..., который), порождающий из высказываний абстрактные предметы и т. п. Даже если высказывания рассматривать как предметы, то данная классификация также не будет полной. Она не охватывает, например, вспомогательных знаков: скобки, запятые, кавычки и т. п.

Переменные знаки, встречающиеся в формальных системах, могут быть двух родов: содержательные переменные и формальные переменные. Заметим, что анализ понятия «переменная» очень важен для формальных систем, но представляет значительные трудности. Содержательные переменные не относятся к языку формальной системы (они не перечисляются среди знаков алфавита), а вводятся в систему по мере надобности. Они являются знаками метаязыка и используются для формулировки некоторых общих правил; вместо них могут подставляться формулы собственно формальной системы. С помощью таких содержательных (С. Клини их называет метаматематическими) переменных формулируется правило подстановки в логике высказываний, дается обобщенное определение формулы и т. п. Для формулировки правил формальной системы всегда используются содержательные

переменные. Правила формальной системы всегда формулируются содержательно.

Формальные переменные входят в алфавит системы. В алфавите формальной системы формальные переменные выделяются в особую часть.

Если узкое исчисление логики предикатов строить синтаксически, то переменные x и y , встречающиеся в алфавите системы, будут формальными переменными. Каждая формальная переменная в метаязыке имеет имя. Так, если в алфавите системы некоторая переменная p рассматривается как объект, то ее именем в метаязыке будет константа « p » (потому не случайно записывается в кавычках).

Иногда при лингвистических подходах к формальным системам функторы делятся на префиксы, инфиксы и суффиксы в зависимости от их места в формуле. Например, знаки: \neg (отрицание), \vdash («выводимо»), например, в формуле $\vdash a$ — префиксы, так как они стоят в начале формулы. Знаки: \wedge , \vee , \rightarrow , $+$, $=$ — инфиксы, так как они связывают какие-то части формулы, находящиеся слева и справа. Знак «'» («следующий за») в формуле a' — суффикс, так как он стоит в конце формулы.

V. Сформулируем теперь некоторые положения, которые будут существенны для уяснения целей анализа, содержащегося в последующих параграфах.

Языки формальных систем создаются с таким расчетом, чтобы доказательство теоремы свести к выводу соответствующей ей формулы. Формула при этом рассматривается как совокупность знаков, лишенных значения. Формула считается выводимой, если она является одной из аксиом, или если она чисто формально может быть получена из аксиом посредством правил вывода. Однако, как было выяснено К. Гёделем, даже такая сравнительно простая математическая теория, как арифметика натуральных чисел, не может быть представлена в виде одной формальной системы, где бы каждое содержательное истинное предложение арифметики, формализуемое в терминах системы, было бы выводимым в этой системе. Отметим также, что математические теории, как правило, строятся в целом не формально, а содержательно. В виде формальных систем строятся лишь отдельные ее фрагменты. При этом, как правило, в этих формальных системах отсутствуют (1) и (2) (т. е. морфологические) части формальной системы. Часто и правила вывода не формализуются.

Как мы видели, «чисто» формальных систем нет. Они всегда в той или иной степени связаны с содержанием. Эта связь с содержанием осуществляется по следующим линиям:

1) по линии связи языка формальной системы с естественными языками, где слова имеют значения. Пользуясь этим языком, мы строим формальные системы и рассуждаем о формальных системах;

2) по линии связи формального оперирования знаками и ранее приобретенного метода, позволяющего отождествлять и различать предметы по форме их написания; отличать знак системы от знаков, не принадлежащих системе;

3) по линии связи формального аппарата, данного нам непосредственно в восприятии, с абстракциями: способность к абстракции отождествления знаков всегда предполагается;

4) более того, в своем возникновении формальные системы формулировались как модели соответствующих содержательных теорий. Лишь в результате анализа их содержания (выявления всех подразумеваемых предложений содержательной теории, уточнения значения терминов, встречающихся в ней) можно переходить к построению соответствующей формальной системы.

VI. В каком же отношении логика находится к формальным системам?

Логику нельзя отождествлять ни с одной отдельной формальной системой, ни с языком исчисления, хотя формальные системы исчисления могут использоваться при изучении логики нашего мышления. Логику в связи с изучением ее посредством формализации в виде исчисления можно рассматривать двояким образом:

1) Как формализацию средств, которыми мы пользуемся в нашем мышлении и которые находят свое выражение в речи, в содержательных научных теориях. При формализации логических средств нашего мышления некоторые аксиомы, законы логики и правила вывода принимаются за исходные без доказательств. Они носят поэтому в пределах формализованной теории гипотетический характер. Подтверждением тому, что выбор исходных логических средств сделан правомерно, является в конечном итоге критерий практики. Если система может быть использована для решения конкретных логических и иных научных проблем, значит мы имеем дело с подлинно научной системой, и законы логики, выбранные в качестве основных, являются верными, отражающими действительность. Формализация логики, ее первые и несовершенные формализованные системы, вплоть до некоторых систем XX в., возникали именно таким путем (начиная с силлогистики Аристотеля и до формальных систем Гильберта). С. Клини тоже рассматривает логику с подобных позиций. Взгляды Р. Карнапа и других неопозитивистов, отождествляющих логику с языком и провозглашающих ее результатом свободного творчества субъекта, глубоко ошибочны и находятся в стороне от того ее понимания, которое сложилось в науке (не говоря уже о реакционности этой позиции).

2) Как общую теорию всех исчислений или формальных систем (Карри, П. Лоренцен, А. А. Марков). При этом формальные системы рассматриваются как модели для содержательных теорий. Исходные аксиомы логики при таком подходе становятся доказуемыми и перестают быть принятыми в качестве гипотез в

рамках того или иного исчисления. В основу построения формализованных систем логики кладутся те общие понятия, которые употребляются при построении исчислений и формальных систем, рассматриваемых как исчисления (принципы их построения индуктивные, конструктивные) и которые при этом обобщаются и формализуются.

С помощью такого подхода обосновываются вводимые в логические системы аксиомы и правила вывода. Они утрачивают, таким образом, свой гипотетический характер. Рассматривая аксиоматические формализованные системы арифметики, П. Лоренцен замечает: «На каком основании эти аксиомы утверждаются, что, вообще, должно означать, что они верны или истинны? Аксиоматический метод этим не интересуется» [12; 20]. И далее он пишет: «В дальнейшем мы придадим всей логике и математике некоторое оперативное значение. Ясно, что при этом все «аксиомы» должны быть заменены определениями и доказательствами. Причем «доказательство», естественно, не должно пониматься в смысле вывода в какой-либо аксиоматической теории. Это, правда, более трудно, чем аксиоматический метод. Однако такой подход имеет то преимущество, что математика при этом перестает быть наукой, в которой мы никогда не знаем, о чем мы говорим, и верно ли то, о чем мы говорим» [12; 28—29]. В последней части этого утверждения П. Лоренцен воспроизводит слова Б. Рассела, высказанные им по поводу математики еще в 1901 г., и решительно выступает против такой субъективистской трактовки математики.

§ 3. Об абстрагировании логических констант из обычной речи

При анализе этого вопроса логические формализованные системы будут рассматриваться как формализация, обобщение и идеализация логических средств нашего мышления, выражающиеся в языке и речи.

Поскольку же в языке фиксируется вся совокупность знаний об окружающем нас мире, то в нем фиксируются и логические связи, представляющие в конечном счете опосредствованное отражение связей действительности. Мы сосредоточим свое внимание на абстрагировании из обычной речи некоторых логических констант, используемых в логических исчислениях. Мы покажем это на примерах абстрагирования отношения принадлежности свойства предмету (с этим отношением мы встречаемся в выражениях « x есть P », $P(x)$, S есть P), отношений конъюнкции ($A \wedge B$) и импликации ($A \rightarrow B$).

И. Исходя из потребности логики (имея в виду узкое исчисление предикатов), из слов того или иного естественного языка можно выделить три группы:

- 1) слова, являющиеся аргументами функций;

2) слова, выполняющие роль логических (пропозициональных) функций;

3) слова, выполняющие роль логических связей и операций («логические термины»).

К числу слов, являющихся аргументами функций, относятся в первую очередь имена собственные («Москва», «Наполеон», «Петр I», «Волга») и количественные числительные («один», «два», «три»).

К числу слов, выполняющих роль логических функций, относятся имена существительные («человек», «растение», «город», «брат»), прилагательные («равный», «красный», «электропроводный», «красивый»), порядковые числительные («второй», «пятый»), глаголы («бежит», «останавливает»). Эти слова выполняют в нашей речи и нашем мышлении роль логических (пропозициональных) функций потому, что в процессе оперирования ими мы их постоянно относим к индивидуумам из соответствующей предметной области и при этом получающийся результат такого отнесения оцениваем с точки зрения истинности или ложности. Иными словами, посредством этих слов мы устанавливаем известное соответствие между предметами некоторой предметной области и истиной и ложью. Пропозициональной функцией в логике называется функция, устанавливающая соответствие между предметами некоторой предметной области, для которой она имеет смысл, и истиной и ложью. Поэтому перечисленные выше слова можно представить в виде выражений « x — город», « x — человек», « x — красный», « x — пятый», « x — бежит» и т. п. Эти слова могут выполнять роль функций с одной переменной, с двумя переменными и т. д. Так, перечисленные выше слова выполняют роль функций с одной переменной, а слова «брат», «равно», «останавливает» выполняют роль функций от двух переменных: « x брат y », « x равно y », « x останавливает y ».

В логике эти слова, обозначающие свойства и отношения предметов действительности, соответствуют предикатам. В зависимости от того, имеем мы дело с функцией от одной переменной или с функцией от двух и большего числа переменных, предикаты делятся на одноместные, двуместные и т. п.

К числу слов, выполняющих роль логических связей и операций, относятся союзы (и, или, если... то) и такие слова, как «всякий», «некоторый», «неверно» и т. п. Если союзы соответствуют в логике связям конъюнкции, дизъюнкции, импликации, то слова «всякий», «некоторый», «неверно» соответствуют в логике операциям, выражаемым при помощи кванторов общности, существования и операции отрицания.

Чаще, однако, операции выражаются в речи словосочетаниями: «неверно, что» (для операции отрицания), «тот, который» (для операции, которой в логике соответствует так называемый ε -оператор).

II. Рассмотрим теперь вопрос о том, как можно себе представить абстрагирование такой важнейшей для логики связи, как отношение принадлежности свойства предмету. В языке она часто выражается словом «есть».

Известно, что мысль человека, отражая окружающий нас материальный мир, выражается в языке. Связи между словами, имеющими определенные вещественные значения (например, связи согласования и управления между словами), осуществляются через грамматические значения и соответствующие им в пределах каждого языка грамматические средства (аффиксацию, служебные слова, порядок слов и т. п.). Однако между вещественными значениями слов имеются иные связи, не зависящие от конкретных грамматических средств того или иного естественного языка, не зависящие от говорящего. Эти связи логические.

Подобно тому, как в естественном языке грамматические значения всегда реализуются через конкретную по содержанию лексику языка и могут быть выявлены через абстракцию, логические связи также не даны нам непосредственно и в речи и в языке. Выявляются эти логические связи, как и связи грамматические, через абстракцию.

Для логики необходимо выделить в первую очередь те связи и те компоненты в нашей речи, которые существенны для определения истины опосредствованным путем (т. е. путем логического вывода). Мы применим для выделения логических связей и важнейших логических компонентов (логических постоянных) из нашей речи так называемую абстракцию отождествления, которая представляет собой процесс отвлечения общего в различном, отвлечения того инвариантного, что сохраняется во всех рассматриваемых различных случаях. Таким путем нам удастся отвлечь некоторые общие свойства¹ у сопоставляемых между собой предметов (в данном случае предложений) и образовать соответствующие им классы, любой элемент которых сможет в таком случае выступить как представитель всего класса.

Поскольку истина или ложь прежде всего выражаются в простых повествовательных предложениях (вопросительные и побудительные предложения не выражают истины или лжи), где в явной форме обозначены подлежащее и сказуемое, постольку мы и будем анализировать простые полные повествовательные предложения. Этим самым мы уже в сущности произвели первую абстракцию — выделили класс интересующих нас простейших предложений речи, в которых выражаются истинные или ложные мысли (выделение произведено нами именно по этому свойству), и отвлеклись от сложных предложений (сложносочиненных и

¹ Свойство понимается нами очень широко: термином «свойство» мы здесь обозначаем и различные состояния предметов и отношения, которые могут рассматриваться как свойства упорядоченных пар, троек и т. д. предметов.

сложноподчиненных), которые состоят из простых предложений, от вопросительных и побудительных предложений, не выражающих истины или лжи вообще, а также от неполных повествовательных предложений (где отсутствует или в явной форме не выражено подлежащее или сказуемое предложение). (Для простоты анализа мы не будем рассматривать и предложения с отрицательными частицами). Допустим, нам дано большое множество простых и полных повествовательных предложений:

- (1) Все планеты обращаются вокруг Солнца.
- (2) Млекопитающие кормят своих детенышей молоком.
- (3) Москва является столицей Советского Союза.
- (4) Волга есть река.
- (5) М. В. Ломоносов жил в XVIII веке.
- (6) Эта роза — красная

и т. д.

Допустим, что каждое из этих предложений переведено на все (или во всяком случае на очень многие) существующие языки.

Поставим теперь вопрос о том, что имеется общего во всех предложениях, полученных таким путем. Попытаемся путем абстракции выделить это общее. От чего мы таким путем сумеем абстрагироваться?

В первую очередь, мы сумеем абстрагироваться от способов выражения лексических выражений, поскольку в каждом языке имеются свои особые способы: словари их различны. Мы таким путем сможем абстрагироваться и от лексических значений слов, поскольку в перечне переводимых на другие языки предложений (1) — (6) их лексика различна.

Во-вторых, мы сумеем абстрагироваться от конкретных грамматических способов, имеющихся в каждом языке, поскольку не существует одних и тех же конкретных грамматических способов во всех языках, с помощью которых однозначно выражались бы одни и те же грамматические значения.

В-третьих, мы, вероятно, сумеем абстрагироваться и от конкретных грамматических значений каждого языка. Этот момент требует особого рассмотрения. Не вызывает сомнений, что путем перевода только предложения (2) на иные языки мы можем, например, абстрагироваться от грамматических значений рода имен существительных, так как имеются языки, где нет различий имен существительных по родам (английский язык, грузинский язык и др.). Однако во всех языках выражаются различия между единственным и множественным числами, различия во временах совершения действия и т. п. Если это достигается и не посредством использования тех или иных грамматических способов, то посредством лексики, и в этом случае отдельные слова знаменательной лексики начинают выполнять грамматические функции¹

¹ Г. Глисон [13; 204] отмечает, что «...ряд языков обходится без числа, наиболее известный пример такого языка — китайский. В нем существуют»

Но в нашем перечне предложений (1) — (6), который можно продолжить, используются при этом самые различные грамматические значения: если в некоторых из них встречается значение единственного числа (предложения (3), (4), (5), (6), то в других — значение множественного числа предложения (1), (2)); если в одних встречается значение настоящего времени, то в других — значение прошедшего времени (предложение (5)) и т. д. Это означает, что мы можем абстрагироваться от конкретных грамматических значений, присутствующих в каждом предложении: у нас не встретится такого конкретного грамматического значения, которое будет присутствовать во всех предложениях.

Что же будет общим для всех этих предложений?

Общим для них будет следующее:

- 1) каждое предложение будет состоять из каких-то слов;
- 2) в каждом предложении будет выражена истинная или ложная мысль (бесмыслицы мы заранее исключили);
- 3) каждое предложение будет оформлено согласно каким-то правилам грамматики;
- 4) в каждом предложении будут присутствовать какие-то грамматические значения.

Эти черты общности являются тривиальными, малосодержательными. В каждом предложении нашего множества они проявляются в своем специфическом виде: в каждом из них встречаются различные слова, выражаются различные мысли, различные предложения оформлены по разным правилам грамматики и включают различные грамматические значения.

Однако во всех этих предложениях существует нечто общее, выступающее во всех предложениях в одном и том же виде. О каждом из предложений нашего множества можно сказать, что в нем имеется группа слов, обозначающая предмет нашей мысли (то, о чем мы говорим), и группа слов, обозначающая то, что мы высказываем о предмете нашей мысли, то, что приписывается ему как некоторое свойство. Если первую группу слов обозначить символом x , а вторую — символом P , а отношение принадлежности (приписывания) свойства предмету — словом «есть», то это общее можно выразить в виде формулы « x есть P » (иногда это выражается формулой $P(x)$). Это общее, присутствующее в каждом предложении нашего множества предложений, независимо от употребляемой при этом лексики, грамматических значений и способов, независимо от выражаемой в предложении конкретной по содержанию мысли, имеет логический характер: оно независимо ни от конкретного содержания мысли, ни от свойств грамматического предложения, т. е. от свойств того или иного языка. Это общее есть логическая связь между предметом и свойством. Мы ее обозначили словом «есть». Эта связь всегда имеется (хотя часто и не выражается в явной форме) в предложениях указанного слова, семантически эквивалентные числительным, а также другие количественные слова, которые используются, когда в этом возникает необходимость».

нами типа, поскольку они выражают мысль. В мыслях же, где выявлен предмет мысли и свойства этого предмета, эта связь имеет место потому, что мысль отражает действительность: реальная присущность свойства предмету отражается в виде логической связи. Поэтому можно сказать, что связь, выражаемая формулой « x есть P », описывает и структуру мыслей, выражаемых в повествовательных предложениях указанного вида, и структуру связей между предметом и свойством материального мира. При этом, разумеется, мы идеализируем в известных пределах материальную действительность, заранее предполагая, что мы умеем вычленить предмет, его свойства, которые рассматриваются нами как те же самые в процессе рассуждения о них, чего, строго говоря, не бывает, поскольку мир находится в состоянии непрерывного изменения. Иными словами, в этом случае мы отвлекаемся в каких-то пределах от изменения окружающего мира.

Указанный способ абстрагирования логических связей в той или иной форме применялся различными логиками (например, Аристотелем и Б. Расселом). Однако инвариантность логических связей по отношению к конкретному содержанию мыслей и грамматическому строю преимущественно иллюстрировалась с помощью следующих приемов:

1) Рассматривалось какое-либо предложение субъективно-предикатного типа, например, «Сократ есть человек». Заменяя в этом предложении субъект и предикат на субъекты и предикаты иного конкретного содержания (и при этом таким образом, что у нас получаются осмысленные предложения), мы можем выделить сохраняющуюся при всех таких заменах логическую структуру « S есть P » [14].

2) Рассматривается уже выделенная каким-то образом структура « S есть P ». Затем путем подстановок вместо переменных S и P конкретных по содержанию субъектов и предикатов иллюстрируется инвариантность логической связи, выражаемой связкой «есть» в формуле « S есть P ». Аристотель поясняет это отношение присущности свойства предметам, приводя соответствующие формулы, а затем дает им интерпретации в виде конкретных по содержанию суждений, используя при этом свою символику [15; гл. I—XXII].

Однако рассмотренный нами способ выделения логических связей, логической структуры предложений, выраженных различным образом на том же самом языке и переводимых на различные языки, связан с рядом трудностей. Дело в том, что такой способ абстрагирования может быть осуществлен, если мы умеем отличить повествовательное предложение от других видов предложения, если мы знаем, что такое предложение вообще, если мысль мы можем отличить от того, что не является мыслью (например, от предмета мысли), осмысленное от бессмысленного, а следовательно, умеем дать ответ на вопрос «что такое значение?» и т. д.

С другой стороны, определения перечисленных понятий в той или иной степени опираются на понятия логики. Так, например, при определении предложения мы часто опираемся на знание того, что такое мысль, осмысленность (говорим, что предложение есть выражаемая в словах законченная мысль); в свою очередь, мысль определяется через опосредственное и обобщенное отражение материальной действительности. Последнее же определение опирается на такие логические понятия, как «истина» и «ложь», «логический вывод», «понятие», «абстракция» и т. п., что, в свою очередь, предполагает знание того, что представляют собой логические связи, операции и т. п. Возникает как бы порочный круг.

Диалектический материализм преодолевает такого рода трудности, указывая на те методы (например, на необходимость исторического подхода к познанию, на необходимость включения практики в процесс познания, на единство логического и исторического, на учение «об оборачивании метода» (*Umschlag in der Methode*) в процессе познания, и т. п.), применение которых к анализу познания позволяет конкретно решать ту или иную возникающую в процессе развития познания проблему.

Опыт человека, в первую очередь, складывается из конкретных по содержанию знаний (конкретных по содержанию суждений, понятий и т. п.), представляющих собой отражение действительности, и из приобретаемых человеком навыков активного оперирования этими знаниями, из умений использовать эти знания на практике в целях удовлетворения тех или иных его потребностей. В основе же приобретения этого опыта лежит практическая деятельность и, в первую очередь, трудовая деятельность. Такое мышление, непосредственно связанное с деятельностью, с решением конкретных задач, возникающих в процессе активного освоения мира (назовем такое мышление практически-действенным), является основой теоретического мышления. Мы с ним встречаемся у детей и у тех поколений людей, которые еще не знали науки. Характерным для такой ступени мышления является то, что мы не умеем еще давать строгих определений предметов, с которыми мы оперируем, не умеем формулировать тех или иных законов, но уже умеем оперировать с предметами, использовать действие природных законов в своих целях. Когда человек овладел счетом и стал пользоваться измерением, он также не знал, что такое число, что такое длина, величина (не мог дать им строгих определений), не умел сформулировать законов, лежащих, например, в основе операции сложения. Человек умел даже строить плотины, корабли, использовать силу ветра для их движения, не зная законов гидродинамики и механики.

Необходимо отметить, что и в процессе развития науки нового времени мы всегда опираемся на какие-то навыки, связанные с практически-действенным мышлением. До последнего времени

определение исходного и основного понятия такой строгой науки, как математика, а именно числа, остается в значительной степени спорным. Но это не мешает развитию математики. Созданные Лейбницем и Ньютоном методы анализа долгое время успешно применялись при расчетах без умения ответить на вопрос, что такое «бесконечно малое».

Как правило, в ходе развития науки и общественной практики человек с чем-то и как-то научается успешно оперировать, использовать это «что-то» в своих целях, а затем уже строго формулирует соответствующие законы и дает строгие определения понятиям. Отсутствие строгих определений для объектов, с которыми мы научились оперировать в процессе решения тех или иных конкретных задач, не останавливает развития науки.

Аналогичным образом обстоит дело и с логикой. Человек научается очень хорошо оперировать конкретными по содержанию мыслями в соответствии с законами логики, не умея эти законы сформулировать в отвлечении от конкретного содержания, а тем более выяснить их действительную природу. Возникновение науки логики начинается с выявления логических связей, логических правил, описывающих, как мы оперируем с конкретными по содержанию мыслями (это было с удивительной для своего времени глубиной и тщательностью выполнено Аристотелем). При этом, естественно, давались определения ряду основных логических понятий (суждению, умозаключению, доказательству и т. п.), которые опирались на понятия «истина», «мысль», «предложение» и т. п., которые отнюдь не были, в свою очередь, строго определены. Но такие определения имели большой смысл и благотворное значение для науки, поскольку человек, пользуясь определенными приемами, опираясь на непосредственную деятельность, мог в подавляющем большинстве случаев отличать мысль от того, что не является мыслью (например, от предмета мысли), истину от лжи, осмысленное предложение от бессмысленного, и т. п.

Подобно этому, учащийся умеет отличать во многих случаях осмысленное предложение от бессмысленного (не владея строгими определениями смысла, значения), то, что логически следует из данных посылок при доказательстве теорем евклидовой геометрии и что не следует (не умея при этом ответить на вопрос, а что значит «следовать логически») и т. п. Поэтому естественно при определении логических связей опираться на то, чему мы и не можем дать строгих общих определений, но что мы умеем различать и отождествлять в подавляющем большинстве конкретных случаев, с чем мы умеем оперировать при решении тех или иных познавательных или практических проблем, добиваясь при этом их успешного решения.

Встает вопрос, не возникает ли порочного круга, если, в свою очередь, понятия, на которые мы опирались при определении

логических понятий, будут определяться в системе иных дисциплин через логические понятия? Полагаем, что в этом случае порочного круга не возникает. Дело в том, что при определении логических связей, находясь в пределах науки логики, где требуется большая строгость определения понятий (строгий формальный уровень), мы можем пользоваться понятиями «мысль», «предложение», «смысл (значение)» и т. п. на том уровне, когда мы лишь умеем ими оперировать, умеем отличать в каждом конкретном случае мысль от не-мысли, предложение от не-предложения (назовем этот уровень познания нестрогим уровнем). С другой стороны, находясь, например, в пределах языкознания, теории познания, мы стремимся строго определить системы лингвистических и (соответственно) теоретико-познавательных понятий; используемые же при этом понятия иных наук (например, логики) мы можем использовать на нестрогом уровне. А определения, даваемые в каждом из этих уровней, естественно, существенным образом отличаются друг от друга (ср., например, определение числа «0» при теоретико-множественном подходе к анализу числа и определение числа «0» в школе, основанное на умении учащегося отличать «0» от иных чисел натурального ряда по форме его выражения и по некоторым правилам оперирования с этим знаком, характеризующим свойства этого числа: «умножение на ноль любого числа всегда дает ноль» и т. п.).

При построении строгих логических исчислений мы всегда также пользуемся некоторыми понятиями, лежащими за пределами логической теории и которые предполагаем интуитивно ясными (например, мы предполагаем известным, что такое «знаки», что значит, что одни знаки тождественны друг другу, а другие отличны друг от друга, что они расположены, например, в линейной последовательности и т. п.). При построении метаязыков для объектного языка мы в конечном итоге опираемся на слова обычного языка, значения которых, конечно, не определяются нами строго, а известны нам на нестрогом уровне: знание их ограничивается умением их правильно употреблять в речи и понимать. Даже в самых строгих логических теориях мы пользуемся так называемыми индуктивными («рекурсивными») определениями, которые опираются на предположения о том, что задача, решаемая определением, решена для некоторых элементарных объектов; затем уже выясняется, что свойства, которыми обладают элементарные объекты, могут быть перенесены и на более сложные объекты, получаемые из элементарных в результате применения к ним каких-то операций.

Само собой понятно, что к изучению этих исходных понятий, не определяемых строго в пределах той или иной научной теории, мы вновь возвращаемся на ступени уже высокого развития научной теории и пытаемся выяснить их строгий научный смысл (так, вопрос об основаниях математики стал серьезно обсуждаться

лишь на рубеже XX в.). В таком случае исходные понятия, используемые первоначально на нестрогом научном уровне, приобретают строгий (точнее, относительно строгий) научный смысл. Порочного круга и здесь не возникает, поскольку при решении вопросов о содержании исходных понятий, лежащих в основе той или иной научной теории, мы уже оперируем всем богатством содержания развитой теории и ее методов. То, что первоначально принималось нами как известное на нестрогом уровне, обогащается, уточняется, приобретает строгость. Возвращение к исходному не означает топтания на одном месте, а означает движение нашего познания, как указывал В. И. Ленин, по спирали [16; 330].

Включение практики в процесс нашего познания, а также исторического подхода дает возможность показать отсутствие порочных кругов в таких определениях, которыми мы пользовались при отличении логических связей от лингвистических.

Теперь мы покажем более конкретно, как можно себе представить абстрагирование некоторых логических связей («логических констант»), которыми мы пользуемся в логике высказываний, из конкретных предложений нашей речи, опирающейся на лексику и грамматику того или иного языка, как затем выделенные логические связи нами идеализируются, уточняются и обобщаются.

III. Рассмотрим теперь, как можно себе представить абстрагирование такой логической связи, как конъюнкция, из предложений обычной речи.

Конъюнкция обозначается в логике обычно одним из трех знаков: \cdot , \wedge , $\&$. Определяется конъюнкция следующим образом: конъюнкция $A \wedge B$ — истинна в том и только в том случае, когда A и B одновременно истинны, и ложна, когда по крайней мере один из членов конъюнкции ложен. Это определение можно распространить на конъюнкцию с любым количеством членов. Истинность конъюнкции не зависит от порядка ее членов; она обладает свойством ассоциативности: $(A \wedge B) \wedge C \equiv A \wedge (B \wedge C)$. В русском языке конъюнкция $A \wedge B$ выражается чаще всего в виде объединения двух повествовательных предложений союзом «и». В ряде случаев она выражается через соединение повествовательных предложений союзами «а», «но», «хотя», «зато», «однако», «да», «не только... но и», «как... так (также) и», «который» и т. п.

Рассмотрим несколько предложений:

- (1) Иванов сейчас в Туле и прописан он в Москве.
- (2) Иванов сейчас в Туле, а прописан он в Москве.
- (3) Иванов сейчас в Туле, но прописан он в Москве.
- (4) Иванов сейчас в Туле, хотя прописан он в Москве.
- (5) Иванов сейчас в Туле, зато прописан он в Москве.
- (6) Иванов сейчас в Туле, однако прописан он в Москве.
- (7) Иванов сейчас в Туле, да прописан он в Москве.
- (8) Не только Иванов сейчас в Туле, но и прописан он в Москве.

Каждое из предложений, благодаря наличию в них различных союзов, отличается друг от друга по смыслу (в отношении к прагматике) и имеет один смысл (значение) в отношении к логической семантике: каждое из предложений (1) — (8) выполняется при одних и тех же условиях. Истинность каждого из сложных предложений (1) — (8) зависит от истинности его компонентов так же, как и истинность конъюнкции « $A \wedge B$ » от истинности компонентов A и B . Различия же предложений (1) — (8) по смыслу в отношении к прагматике нетрудно выяснить, рассматривая их в соответствующих предполагаемых контекстах.

Предложение (1) имеет характер чистого сообщения соответствующих фактов. Оно лишено (во всяком случае в большей степени, чем предложения (2) — (8)) какого-либо прагматического смысла и потому при его формализации и записи в виде выражения « $A \wedge B$ » мы в минимальной степени изменяем его прагматический смысл.

Предложение (2) может быть высказано в том случае, когда собеседнику неизвестно, что Иванов, которого он постоянно встречает в Туле, прописан тем не менее в Москве. Еще в большей степени этот контраст подчеркивается в предложениях (3), (4), (6). С другой стороны, собеседнику, который не допускает мысли, что Иванов сейчас в Туле, так как он знает, что Иванов постоянно живет в Москве, мы можем возражать предпочтительнее, употребляя предложение (4), формулируя в целях большей выразительности, например так: «хотя Иванов прописан в Москве, но он сейчас в Туле» (порядок слов и предложений в языке также играет существенную роль при подчеркивании тех или иных прагматических моментов).

Предложение (5) может быть высказано собеседнику, сожалеющему по поводу того, что Иванов проводит свою жизнь в Туле и не осведомленному о том, что тот постоянно живет (прописан) в Москве.

Предложение (7) может высказать человек, которому приятно то, что Иванов находится сейчас в Туле, но который сожалеет, что скоро придется с ним расстаться, так как Иванов постоянно прописан в Москве. При этом им делается ударение на слове «прописан».

Предложение (8) может быть высказано собеседнику, завидующему Иванову, которому удалось побывать в Туле, но не знающему, что он прописан в Москве (что, можно предполагать, вызвало бы у него еще большую зависть).

Союз «как... так и» употребляется в значении «и», например, в предложении: «Как только он приехал, так и начались ссоры» (а). Это предложение в логическом смысле эквивалентно: «Он приехал и начались ссоры» (b). В предложении (a) по сравнению с предложением (b) подчеркивается, что ссоры начались сразу же после его приезда.

Слово «который», выступающее в роли подчинительного союза, также употребляется в значении союза «и», одновременно заменяя соответствующее слово (например, имя существительное или местоимение). Например, предложение: «Он взял карандаш, который лежал на столе», логически эквивалентно предложению: «Он взял карандаш и (этот карандаш) лежал на столе».

В русском языке конъюнктивная связь может выражаться весьма различным образом. Такие предложения, как: «Это были цветы, похожие на фиалки», «Если мы в прошлом недовыполняли план, то сейчас мы его перевыполняем», соответственно логически эквивалентны предложениям: «Это были цветы, и (они) похожи на фиалки», «Мы в прошлом недовыполняли план, и (а) сейчас мы его перевыполняем».

Часто предложения, которые мы пишем через запятую, также являются конъюнктивными. Например: «Автобус ехал быстро, движение по шоссе было слабое, перекрестков почти не встречалось».

Более того, союз «и» внутри предложений, которые в грамматике русского языка рассматриваются как простые, часто употребляется в качестве сокращения для конъюнктивного употребления «и» между соответствующими предложениями. Например, предложения: «Иванов и Петров присутствовали на вчерашнем заседании», «Человек обладает способностью к членораздельной речи и абстрактному мышлению», «Певец исполнил всю программу и затем спел еще несколько арий на «бис»», можно рассматривать как сокращения для следующих сложных конъюнктивных предложений: «Иванов присутствовал на вчерашнем заседании и Петров присутствовал на вчерашнем заседании», «Человек обладает способностью к членораздельной речи и человек обладает способностью к абстрактному мышлению», «Певец исполнил всю программу и затем певец спел еще несколько арий на «бис»».

В некоторых же случаях такого рода предложения нельзя рассматривать как соответствующие сокращения, в особенности, когда союз «и» связывает существительные, выполняющие роль подлежащего в предложении. «Оля и Витя отправились в кино» нельзя рассматривать как сокращение для предложения: «Оля отправилась в кино и Витя отправился в кино». В последнем предложении констатируется лишь, что каждый из них отправился в кино, тогда как в первом предложении фиксируется, что именно они отправились вместе. Такого рода предложения высказываются обычно в предположении, что предметы, обозначаемые соответствующими словами, употребляющимися в функции составных частей подлежащего, связаны более тесно, чем конъюнктивно: они выступают как пара предметов, связанных еще какими-то отношениями.

Все рассмотренные нами случаи выражения конъюнкции в обычной речи свидетельствуют о том, что выбор различных из

перечисленных нами средств для выражения конъюнкции, характер конкретного содержания объединяемых при этом предложений, порядок объединяемых предложений индифферентны по отношению к значению сложного конъюнктивного суждения, рассматриваемого в зависимости от значения его составляющих. Нетрудно заметить, что если конъюнктивное предложение высказывается в той или иной форме в предположении его истинности, то мы в обычной практике не можем допустить, чтобы один из его компонентов был ложным; наоборот, ложность хотя бы одного компонента означает ложность всего предложения (сообщения). Эта зависимость значения сложного конъюнктивного предложения от значений его составляющих является общим в различных по конкретному содержанию предложениях при различных указанных выше способах выражения этой связи. Она может быть поэтому обнаружена нами при анализе обычной речи.

В содержание этой связи не войдут ни прагматические моменты языка, ни лексические значения, ни грамматические значения, с которыми мы встречаемся в обычных языках¹. Мы выделяли лишь такие структуры предложений, где их компоненты и целые предложения характеризовались нами лишь с точки зрения их истинности и ложности.

Однако выделенная через абстракцию связь конъюнкции нами при этом обобщалась и подвергалась существенной идеализации. Путем абстракции мы выделили конъюнкцию $A \wedge B$ в смысле того определения, которое было дано ей выше.

Свойства конъюнкции затем обобщаются нами на любое (в том числе и бесконечное) число компонентов конъюнкции. В этом случае процессы абстракции и обобщения связаны с моментами идеализации. В обычной речи предложения, связываемые союзами, всегда связаны по смыслу. В логике высказываний от такой смысловой связи мы абстрагируемся: знаком конъюнкции мы можем объединить любые два не связанные между собой по смыслу предложения и считать сложное предложение истинным, если каждое из них является истинным (наподобие «в огороде бузина, а в Киеве дядька»).

И это не случайно: логика высказываний — настолько бедная содержанием логика, где два предложения, из которых одно истинное, а другое — ложное, считаются противоречащими: при выяснении отношений между предложениями здесь оценивается лишь их характеристика с точки зрения истины или лжи.

Мы видели также, что в обычном языке при выражении конъюнктивной связи абстрагирование от смысла связываемых посредством знака конъюнкции предложений означает, что мы имеем

¹ Хотя в логике мы пользуемся терминами «семантика», «синтаксис», но там речь идет не о семантике и синтаксисе обычных языков, а о логической семантике и логическом синтаксисе, т. е. об определенных металогических понятиях, используемых при анализе логических систем.

право рассматривать как эквивалентные предложения (1) — (8), если только их компоненты являются одновременно истинными или если, по крайней мере, один их компонент является ложным.

Связь конъюнкции, обнаруживаемая в обычной речи, так же как и рассмотренная нами связь принадлежности свойства предмету, не является произвольной, сконструированной нами по произволу, как это заявляют современные позитивисты. Связь конъюнкции отражает связь наличия или отсутствия некоторых событий, ситуаций в действительности.

IV. Мы уже видели, что связь конъюнкции может быть обнаружена в обычной речи. Эта связь может быть выделена путем абстракции. При этом данные связи обобщаются и идеализируются.

Несколько сложнее в этом отношении обстоит дело с такой связью, как импликация ($A \rightarrow B$).

В логике высказываний, где каждое высказывание характеризуется лишь либо как истинное, либо как ложное, каждое сложное высказывание рассматривается как функция его составляющих элементарных высказываний. Истинность или ложность сложного высказывания зависит лишь от истинности или ложности входящих в его состав элементарных высказываний. Можно чисто формально составить таблицу всех возможных функций сложного высказывания, состоящего из элементарных высказываний A и B , от истинности или ложности этих элементарных высказываний.

При этом следующее распределение истины и лжи в элементарных и сложном высказываниях окажется наиболее близким к смыслу союза «если... то», используемого в нашей речи (см. табл. 1).

Таблица 1

В этой таблице указывается, что высказывание $A \rightarrow B$ («Если A , то B ») ложно лишь в том случае, когда A — истинно, а B — ложно. Во всех иных случаях высказывание $A \rightarrow B$ будет истинным, каковы бы ни были A и B (истинны или ложны).

A	B	$A \rightarrow B$
<i>И</i>	<i>И</i>	<i>И</i>
<i>И</i>	<i>Л</i>	<i>Л</i>
<i>Л</i>	<i>И</i>	<i>И</i>
<i>Л</i>	<i>Л</i>	<i>И</i>

Смысл импликации $A \rightarrow B$, может быть, лучше всего передает-ся эквивалентной ей формулой $\neg A \vee B$ (из двух высказываний не- A или B , по крайней мере, одно истинно).

В каком же отношении импликация ($A \rightarrow B$) находится к условному высказыванию («если A , то B »), используемому очень часто в нашей речи?

Прежде всего импликация отличается от условной связи тем, что предложения A и B , связываемые знаком импликации, могут быть не связаны между собой по смыслу, тогда как в обычной речи союзом «если... то» соединяются между собой высказывания, связанные по смыслу. В этом отношении импликация относится к условному высказыванию так же, как конъюнкция ($A \wedge B$) к соединительному высказыванию (« A и B »).

В обычной речи поэтому мы не встречаемся с высказываниями, подобными «Если $2 \times 2 = 4$, то снег бел», которые в логике высказываний рассматриваются как истинные (поскольку учитывается лишь истинность или ложность элементарных и сложного высказываний).

Если мы и встретились бы с таким высказыванием в обычной речи, то отнесли бы его, очевидно, к числу бессмысленных, несмотря на то, что в рамках логики высказываний мы его рассматривали бы как истинное.

В обычной речи условное высказывание «Если A , то B » используется в смысле « A влечет B », «из A следует B », как антитемы условного умозаключения, как части доказательства («Если все люди смертны, то и Иван — смертен»).

Заметим, что для случаев употребления «если... то», в смысле « A влечет B », «из A следует B », посылки A не обязательно должны быть истинными, доказанными («Если число n делится на 6, то оно делится на 2 и на 3», «Если все металлы тверды, то и ртуть тверда»). Более того, иногда, употребляя союз «если... то», мы вообще не применяем характеристики высказываний с точки зрения их истинности или ложности («Если формулы A и B — правильно построенные формулы, то и $A \wedge B$ — правильно построенная формула»). Можно, конечно, и такие предложения анализировать с точки зрения истинности и ложности, но, на наш взгляд, этого не требуется; более того, применение этих характеристик для анализа таких предложений было бы очень искусственным.

Во всех перечисленных случаях употребления союза «если... то» в обычной речи связь по смыслу между высказываниями A и B достигается вследствие того, что существуют некоторые общие правила перехода от A к B , причинные связи между событиями, фиксируемыми в высказываниях A и B («Если железо нагреть, то оно расширяется»), и иные связи.

Определение импликации ($A \rightarrow B$) в классической логике высказываний таково, что оно не учитывает указанной связи по смыслу (поскольку рассматривает сложные высказывания как функции только истинности или ложности его составляющих). Поэтому в классической логике высказываний в качестве импликаций рассматриваются все высказывания, удовлетворяющие ее определению, записанному в табл. 1. Заметим, что чаще всего в исчислениях логики высказываний импликация вводится как

сокращение для выражения $\neg AVB$. Такие исчисления называются исчислениями без импликации.

Рассмотрим теперь, как используется связь «если... то» в обычной речи.

Допустим, девушка высказывает как истинное предложение: «Если на мне красивое платье (A), то у меня хорошее настроение (B)». В этом предложении утверждается лишь, что не может быть такого положения вещей, когда на этой девушке красивое платье, но тем не менее у нее плохое настроение. Поскольку это предложение высказано лишь с таким расчетом, чтобы исключить последнее положение вещей (оно фиксируется в ложном предложении: «На мне красивое платье, но у меня не хорошее настроение»), то естественно, что высказывающий не претендует на исключение таких ситуаций, когда (a) ситуация, зафиксированная в A , отсутствует (предложение A — ложно), но ситуация, зафиксированная в B , имеет место (B — истинно); (b) ситуации, зафиксированные в A и в B , отсутствуют (предложения A и B — ложны).

Это означает, что если данное условное суждение высказано как истинное и если A в нем ложно, то вопрос о том, каково B — остается неопределенным: оно может быть как истинным, так и ложным. Иными словами, если мы узнаем, что на девушке не красивое платье, то мы ничего не можем сказать о ее настроении — оно может быть как хорошим, так и плохим.

Если предположить, что мы имеем дело с импликацией $A \rightarrow B$, где A и B связаны по смыслу, то таблица, ее определяющая, будет полностью соответствовать употреблению условного предложения в обычной речи (см. табл. 1). В таблице сказано, что когда истинно $A \rightarrow B$ и A истинно, B также должно быть истинно (1 строка). $A \rightarrow B$ не может быть истинно (оно ложно), когда B — ложно, а A — истинно (II строка). Когда $A \rightarrow B$ истинно и A ложно, мы ничего не можем сказать о B — оно может быть как истинно, так и ложно (III и IV строки). И действительно, если у нас есть следующая истинная импликация, где между A и B имеется связь по смыслу: «Если Иван и Петр — братья (A), то они родственники (B)», — то предположив, что A — ложно (что Иван и Петр не братья), мы ничего определенного не можем сказать о B : B — может быть истинным и может быть ложным (Иван и Петр могут оказаться родственниками, а могут и не быть таковыми). Этим объясняется то, что нельзя делать логического вывода от отрицания основания к отрицанию следствия.

Однако импликация в пределах логики высказываний отличается от обычного употребления союза «если... то». Употребление союза «если... то» в обычной речи, как уже указывалось, имеет место тогда, когда компоненты A и B условного предложения связаны между собой по смыслу, тогда как приведенное определение импликации такой связи не предусматривает: оно рассчитано и

на те случаи, когда такая связь есть, и на те случаи, когда ее нет. Поэтому в логике высказываний часто рассуждают так: если посылка A импликации $A \rightarrow B$ ложна, то вся импликация $A \rightarrow B$ истинна; на B можно не обращать внимания, так как из лжи (\bar{A}) может следовать любое B (может следовать все, что угодно) и при этом импликация $A \rightarrow B$ является истинной. Если B — истинно в импликации $A \rightarrow B$, то импликация истинна; на A можно не обращать внимания, так как истина (B) следует из любого A (из всего, что угодно) и при этом импликация является истинной. Такие способы рассуждения в обычном языке обычно не применяются, так как истинность условного суждения определяется не только истинностью и ложностью входящих в него компонентов A и B , но и связью по смыслу (если, например, есть правила перехода от A к B , если события, фиксируемые в A и B , связаны причинным отношением). Поэтому знание истинности или ложности компонентов предложения «если A , то B » не обеспечивает еще знания его истинности как целого: при истинности B оно может быть не обязательно истинным, а, например, бессмысленным.

Заметим, что в обычном языке союз «если... то» очень часто употребляется в смысле «если только A , то B », т. е. в смысле эквивалентной связи. В этом случае мы можем заключать не только от истинности A к истинности B , но и от ложности A к ложности B , а также от ложности B к ложности A и от истинности B к истинности A .

В языке выработаны средства (лексические и грамматические), с помощью которых условная связь между предложениями A и B передается вместе с некоторой дополнительной информацией.

Так, с помощью сослагательного наклонения с союзом «если... то» передается то, что компоненты A и B являются ложными. Таково, например, предложение «Если бы А. П. Чехов прожил еще 20 лет, то он был бы свидетелем Великой Октябрьской революции». Данное предложение истинное, хотя его компоненты ложные. Предложение же «Если бы А. П. Чехов прожил еще 20 лет, то он был бы свидетелем Великой Отечественной войны» естественно рассматривать как ложное при наличии ложных компонентов.

Сослагательное наклонение компонентов таких предложений является показателем того, что они являются ложными.

Предложение «Если бы Пушкин не написал своих прозаических сочинений, то он *все равно* был бы великим» является истинным, несмотря на то, что первый его компонент A — является ложным, а второй его компонент B — является истинным. Таково же и предложение «Если бы даже его лечили лучшие врачи, он *все равно* бы умер». В этих предложениях словосочетание «*все равно*» как бы «нейтрализует» сослагательность второго компонента и является показателем того, что ситуация, описанная в компо-

ненте B , имеет место (она оказывается независимой от тех даже не реализовавшихся условий, которые сообщаются в компоненте A).

В логике существуют попытки дать такие определения импликации, которые в большей степени соответствуют обычному смыслу условной связи «Если A , то B », используемой в нашей речи.

Однако такие определения должны были опираться на понятия смысла, значения (*Bedeutung, meaning*), которые в логике до настоящего времени остаются в недостаточной степени проанализированными.

Уже отмечалось, что в классических исчислениях математической логики понятие смысла, осмысленной формулы определяется лишь для сложных высказываний и при этом предполагается, что осмысленность элементарных высказываний мы уже как-то умеем определять. Естественно, в таком случае подойти к определению смысла высказывания через установление равносмысленности высказываний: смысл — это есть то общее, что существует в равносмысленных высказываниях.

Такую попытку определить синонимичность делает Аккерман [17]. У него $A \rightarrow B$ может быть истинным, когда A и B связаны по смыслу. A и B считаются при этом равносмысленными (синонимичными), когда имеет место $A \rightarrow B$ и $B \rightarrow A$.

Импликацию Аккерман определяет аксиоматически.

Ни среди аксиом, ни среди выводимых из аксиом формул в его системе не встречается формула вида $A \rightarrow (B \rightarrow A)$ (1) и $A \wedge \bar{A} \rightarrow B$ (2). Этим самым обычное определение импликации ограничивается: исключается то положение, что истина следует из чего угодно (аксиома (1)) и что из лжи следует, что угодно (аксиома (2)).

Льюис и Лэнгфорд [18] также занимались проблемами определения импликации, стремясь исключить так называемые парадоксы материальной импликации, а именно те положения, что истина следует из всего, что угодно. Они построили систему импликации (точнее, пять различных систем), где один из парадоксов импликации исключался. В исчислениях Льюиса фигурирует знак «возможности» (он обозначается \diamond). В выражении $\neg \diamond (A \wedge \neg B)$ фиксируется, что «невозможно», чтобы было A и отрицание B . Истинность импликации « $A < B$ » ($<$ — знак для строгой импликации, введенный Льюисом) предполагает не только ложность, но и логическую невозможность того, чтобы при истинности A было ложным B (импликация при этом таблично не определяется). В его системе неверны аксиомы: $A < (B < A)$, $\neg A < (A < B)$ и верны аксиомы: $\neg \diamond \neg A < (B < A)$ (если A — необходимо, то из B следует A) и $\neg \diamond A > (A < B)$ (если A — невозможно, то из A следует B). Однако в их системе оставалось, что из логической лжи ($A \diamond > A$) следует, что угодно. Аккерманом это положение также исключи-

лось. Иными словами, система импликации Льюиса и Лэнгфорда была менее сильной, чем система Аккермана.

Однако в последнее время было показано [19], что если в системе Аккермана A и B — сложные формулы, то формула $A \rightarrow B$ не может быть доказана, если в A и B нет общей буквы. Например, формула $(B \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow A)$ не может быть доказана. В таких формулах антецедент и консенвент не могут быть связаны по смыслу.

Все строгие импликации, так же как и условная связь, используемая в обычной речи, связаны с модальностью. Здесь « A влечет B » означает то же самое, что «Из A с необходимостью следует B ». Предложение же, что «Из A следует логическое противоречие» означает, что A — невозможно. Отрицание же того, что A абсурдно (т. е. того, что «из A следует противоречие») означает, что A — возможно.

Итак, именно потому, что условная связь, используемая в обычной речи, всегда используется при наличии связи по смыслу между A и B , именно потому, что она носит модальный характер, ее нельзя отождествлять с классической системой импликации.

Импликации, где A и B не связаны по смыслу, обычно считаются нами за пределами логики высказываний бессмысленными.

* * *

Итак, логические связи, как нами было выяснено, могут быть обнаружены в обычной речи. Выделяя их посредством абстракции, мы их обобщаем, идеализируем, уточняем. В таком виде они и включаются в содержание логических исчислений. Формальные системы, являясь моделями содержательных научных теорий, используют логический аппарат, который может быть обнаружен в своей неидеализированной, неуточненной форме в обычной речи, в том числе и в той ее части, которая используется при описании содержательной теории. Это означает, что законы логики не являются продуктом свободного творчества субъекта, как заявляют неопозитивисты, а имеют объективный характер. Логические связи, являясь отражением связей действительности, фиксируются в обычной речи, в обычном языке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Энгельс. Анти-Дюринг. М., Госполитиздат, 1948.
2. Ch. Morris. Signs, Language and Behavior. New York, 1950.
3. И. П. Павлов. Полное собрание трудов, т. III. М., 1949.
4. Р. Карнап. Значение и необходимость. М., ИЛ, 1959.
5. K. L. Goodstein. Mathematical Logic. Leicester University Press, 1957.
6. Учебник физиологии. Под ред. К. М. Быкова. М., 1954.
7. Д. П. Горский. Роль языка в познании. В сб. «Мышление и язык», М., 1957.

8. А. Г. Волков, Н. А. Хабаров. К вопросу о природе языкового знака. «Вопросы философии», 1959, № 14.
9. H. B. Curry, R. Feys. *Combinatory Logic*. Vol. I. Amsterdam, 1958.
10. С. К. Клини. Введение в метаматематику. М., ИЛ, 1958.
11. П. С. Новиков. Элементы символической логики. М., Физматгиз, 1959.
12. P. Lorenzen. *Einführung in die operative Logik*. Berlin — Göttingen — Heidelberg, 1955.
13. Г. Глисон. Введение в дескриптивную лингвистику. М., ИЛ, 1959.
14. A. Whitehead and B. Russell. *Principia Mathematica*, Vol. 1. 1910.
15. Аристотель. Аналитики. М., Госполитиздат, 1958.
16. В. И. Ленин. Философские тетради. М., Госполитиздат, 1958.
17. W. Akkermann. Begründung einer strengen Implikation. «The Journal of Symbolic Logic», vol. 21, N 1, 1956.
18. C. I. Lewis and C. H. Langford. *Symbolic Logic*. New York, 1932.
19. В. Донченко. Исчисление строгой импликации Аккермана. Дипломная работа. М., МГУ, 1958.

СМЫСЛ И ЦЕННОСТЬ ФОРМАЛИЗАЦИИ В ЛОГИКЕ

1. В популярной литературе иногда встречается указание, что формальная логика называется формальной потому, что изучает формы мысли — понятия, суждения, умозаключения. Ограничиться только таким указанием было бы по меньшей мере неточностью. Исследование понятий и других мыслительных форм является вообще предпосылкой философии и достигает своего высшего развития в диалектической философии. И действительно, за такого рода указанием обычно следует разъяснение, что формальная логика изучает мысли — понятия, суждения, умозаключения — со стороны их формальной структуры, строения, т. е. того или иного общего способа связи частей их конкретного содержания. При этом отмечается, что логическая структура мысли вычленяется в результате абстракции, нахождения и отвлечения общего от множества единичных и разнообразных по своему содержанию фактов и записывается в виде формул [8].

В таком разъяснении уже содержится характеристика применяемого в логике метода формализации. Но это не полная характеристика. Существенно необходимо указать, что та или иная логическая структура, те или иные логические связи и отношения свое полное и конкретное выражение могут найти лишь в контексте развернутого изложения некоторой формально-логической системы, системы, которая исходит при моделировании содержательного логического процесса (умозаключения, доказательства или даже строения той или другой научной теории) из определенных фундаментальных абстракций, способов идеализации и формальных методов исследования.

Поэтому современную формальную логику было бы точнее называть формальной потому, что она изучает содержательное логическое мышление посредством его отображения в формальных системах — логических формализмах или исчислениях. Вообще говоря, понятие «формальная система» и понятие «исчисление» не одно и то же понятие. В ряде логических исследований, например у Карри, этому вопросу уделяется специальное внимание [14].

Однако для целей нашего изложения существенна их эквивалентность, и поэтому термины «формальная система» и «исчисление» нами в дальнейшем будут употребляться как синонимы.

Открытие формального рассмотрения логики и попытка построения первой формально-логической системы принадлежит древнегреческому философу Аристотелю (384—322 г. до н. э.) [4]. Это знаменитое аристотелевское учение о силлогизме. Разрабатывая теорию дедукции в ее силлогистической форме, Аристотель ввел буквенные символы для обозначения терминов и тем самым сделал первую, еще весьма несовершенную попытку выразить логические отношения в виде формул. В своем изложении силлогистики Аристотель избегает примеров силлогизмов с конкретными терминами. Он ставит и исследует задачу в общем виде. Силлогизм у него формулируется, например, таким образом: «Если A присуще всем B , и B присуще всем V , то A должно быть присуще всем V ». Полагая, что термины A , B и V могут быть связаны в посылках посредством четырех логических констант «быть присуще всем», «не быть присуще ни одному», «быть присуще некоторым», «не быть присуще некоторым», Аристотель ставит перед собой задачу выяснить — в случае каких связей терминов будет иметь место правильный силлогизм, а в случае каких — неправильный.

В своем исследовании силлогизмов Аристотель прибегает и к следующему приему: он показывает, что все правильные силлогизмы могут быть с помощью некоторых преобразований сведены к силлогизмам первой фигуры с общим заключением — так называемым совершенным силлогизмам. Правда, при этом Аристотель, за исключением законов обращения посылок, не выявляет всех тех логических принципов, которыми он фактически пользуется при осуществлении операции сведения. Зато он, по-видимому, отдает себе отчет в значении такой операции. По его определению, совершенные силлогизмы — это такие, которые для выявления своей необходимости не нуждаются ни в чем другом, кроме того, что принято, в то время как несовершенные хотя и являются необходимыми благодаря положенным в их основание терминам, однако нуждаются еще в дополнительных суждениях. В этом приеме Аристотеля, в сведении всех правильных силлогизмов к двум модусам первой фигуры нетрудно усмотреть тенденцию к аксиоматическому построению силлогистики, построению, являющемуся одной из самых характерных черт современных логических формализмов.

Конечно, с точки зрения наших сегодняшних критериев аристотелевская силлогистика представляется системой, во многом несовершенной и, строго говоря, не может быть названа формальной системой. В ее конструировании очень сильно представлено содержательное начало. В своих рассуждениях Аристотель интуитивно пользовался рядом логических законов, которые, однако, явно в качестве предпосылок своих доказательств не формулировал. Он не развил тех предпосылок, которые сам же положил в основу

своей теории и был далек не только от решения, но и от самой постановки ряда проблем, рассмотрение которых составляет существенное и необходимое содержание современного учения формальной логики, как-то: проблем непротиворечивости, полноты и разрешимости формально-логической системы. Тем не менее в его учении мы усматриваем первую в истории науки тенденцию к построению логического формализма, и сегодня нас должно удивлять не то, что еще не было сделано Аристотелем, а то, что им уже было сделано в IV в. до н. э. Поэтому мы и по праву называем его творцом науки логики [9].

2. При построении формальных логических систем в современной логике применяется тот же язык символов и формул, который со времен Вьетты и Декарта употребляется для выражения математических отношений. Современная формальная логика потому часто и называется математической или символической, что является результатом применения в области логики формальных методов математики, базирующихся на использовании такого символического языка. Это идеографический язык, в котором отдельные знаки обозначают: некоторые первоначальные логические объекты (составляющие системы), их связи или осуществляемые над ними операции, и, обычно, соответствуют словам естественного языка. Конечные же последовательности знаков, определенным образом организованные и соответствующие законченным фразам естественных языков, называются «формулами». Список всех символов, применяемых для построения той или иной формальной системы, именуется алфавитом или языком этой системы. Так, например, алфавит исчисления высказываний — одной из самых простых, но вместе с тем и фундаментальной формально-логической системы — состоит из символов трех категорий: больших латинских букв, обозначающих высказывания и именующихся «переменными высказываниями»; специальных символов (\wedge , \vee , \rightarrow , \neg) для обозначения логических связей (операций) — конъюнкции, дизъюнкции, импликации и отрицания; круглых скобок, служащих для упорядочивания логических связей, точного определения их сферы действия в формульном выражении.

После того как алфавит задан, формально-логическая система строится следующим образом. Определяется понятие формулы и понятие выводимой или принимаемой в данной формальной системе формулы. Что является формулой, определяется индуктивно через указание, во-первых, некоторых исходных (элементарных) формул, во-вторых, правил образования из имеющихся формул новых формул. Таким образом, полностью определяется понятие формулы и дается точный эффективный критерий, позволяющий отличать последовательность символов, которая является формулой, от последовательности символов, которая формулой не является.

Определение некоторого класса формул, называемых выводимыми или принимаемыми в данной формальной системе, носит та-

кой же индуктивный характер, как и определение формул: задается список некоторого числа исходных формул и указываются правила преобразования, позволяющие из уже выведенных или исходных формул получать новые формулы. Такое построение называется еще аксиоматическим. При этом исходные формулы именуется «аксиомами», правила же преобразования — «правилами вывода», а сам процесс образования новых формул из аксиом посредством применения правил вывода — «выводом». Итак, формула считается в данном исчислении выводимой, если она есть аксиома этого исчисления либо по правилам вывода получается из аксиом или из уже выведенных формул [10].

Таким образом, в синтаксическом аспекте формально-логическая система представляет собой множество формул, которые порождаются точными, эффективными правилами или законами конструкции и дедукции. Первоначальные составляющие системы, операции над этими составляющими, элементарные формулы и правила образования, указывающие, как из имеющихся формул получить новые формулы — все это представляет собой так называемую морфологию формальной системы. Аксиомы же и правила вывода составляют ее аксиоматику [16].

Вообще говоря, выбор того или иного состава аксиом в формальных системах не однозначен. В основу определения всех выводимых в данной формальной системе формул могут быть положены различные системы аксиом. Такие системы аксиом называются эквивалентными. При выборе той или иной системы аксиом руководствуются различными соображениями. Иногда в качестве аксиом выбирают наиболее простые и непосредственно очевидные формулы (хотя понятие непосредственной очевидности применительно к законам логики — это далеко не такое очевидное понятие). Иногда руководствуются стремлением обойтись наименьшим числом аксиом или же такими, из которых интересующие нас формулы системы получаются простым и изящным способом [12]. Сама возможность построения одного и того же логического формализма на базе различных эквивалентных систем аксиом является следствием определенной целостности формально-логической системы, взаимосвязанности ее составляющих, выводимых в ней формул. Обзор различных эквивалентных систем аксиом представляет собой одну из задач исследования формализмов.

Но даже при указанной степени свободы в выборе аксиом этот выбор отнюдь не произволен. Он подчиняется ряду условий, важнейшее из которых — требование непротиворечивости. Формально-логическая система синтаксически непротиворечива, если в ней не выводимы никакие две формулы, из которых одна является отрицанием другой. С этим определением связан следующий критерий непротиворечивости. Если в системе существует хотя бы одна невыводимая формула, то такая формальная система непротиворечива. Требование непротиворечивости — это неременное требование,

предъявляемое к формальной системе. При наличии противоречий система не имеет интерпретаций, она беспредметна, не реализуема. Впрочем, о семантическом аспекте формально-логических систем мы будем говорить специально в дальнейшем.

При построении формально-логических систем стремятся также к тому, чтобы они были полны. Понятие полноты в широком синтаксическом смысле означает, что всякое положение, которое можно сформулировать на языке данной системы, либо в этой системе выводимо, либо опровергаемо в том смысле, что из аксиом системы выводимо его отрицание. Надо сказать, что это очень сильное требование. Ему не удовлетворяет даже такая простая формально-логическая система, как классическое исчисление высказываний, поскольку в нем существуют просто выполнимые формулы, не являющиеся ни выводимыми, ни опровергаемыми. Впрочем, связывая переменные высказывания кванторами, можно представить исчисление высказываний и в таком виде, что оно будет удовлетворять требованию полноты в широком синтаксическом смысле.

Существует понятие полноты и в более узком синтаксическом смысле. Формально-логическая система считается полной, если присоединение к ее аксиомам какой-либо не выводимой в ней формулы ведет к противоречию. Очевидно, что если система полна в широком синтаксическом смысле, то она полна и в узком смысле. Однако инверсия последнего утверждения справедлива отнюдь не во всех случаях. Классическое исчисление высказываний (без кванторов) полно в узком синтаксическом смысле, но не полно в широком. Исчисление же предикатов не полно и в узком смысле, так как к его аксиомам можно без противоречия присоединить невыводимую в нем формулу $(\exists x)F(x) \rightarrow \forall xF(x)$ [10]. Не является полным ни в узком, ни в широком синтаксическом смысле и конструктивное исчисление высказываний.

Действительно, требование полноты формально-логической системы имеет меньшее значение, чем требование непротиворечивости. Противоречивая система вообще не имеет ценности. Просто же неполная система отнюдь не беспредметна и может содержать важные сведения об изучаемых ею объектах.

Вообще говоря, задача построения полных систем связана с принципиальными трудностями. Требования полноты могут удовлетворять сравнительно простые формальные системы. Как доказал К. Гёдель, во всякой непротиворечивой формальной системе, достаточно сложной, чтобы содержать нечто подобное арифметическим соотношениям, можно сформулировать положения, которые в этой системе нельзя ни вывести, ни опровергнуть [15]. Из справедливости гёделевской теоремы о неполноте широкого класса таких непротиворечивых систем, по-видимому, можно сделать следующий вывод. Если в логическом исчислении формализуется некоторая достаточно содержательная теория, то она не может быть полностью отображена в этом исчислении. Формализация всегда

осуществляется в определенных границах. На каждом этапе логической формализации остается некоторый невыявленный, неформализованный остаток. Согласно взглядам С. А. Яновской, такое несоответствие между формализацией и формализуемым содержанием является диалектическим противоречием, выступающим в качестве внутреннего источника развития формально-логических средств науки. Это противоречие обычно выражается в обнаружении неразрешимых в данном исчезновении предложений. Однако при этом остается возможность построения более широкой системы, формализующей часть того, что не было выявлено ранее, в которой уже дается вполне определенный ответ на вопрос о выводимости интересующего нас класса предложений. Но и в новой системе в свою очередь обнаруживаются новые неразрешимые предложения, что заставляет вновь перестраивать логический аппарат и т. д. Таким путем осуществляется все более и более глубокая формализация содержания, никогда, однако, не достигающая абсолютной завершенности [3].

Так как в принципе при построении формализмов стараются выделить такую систему аксиом, которая не содержала бы лишних формул, т. е. формул, которые можно вывести из остальных аксиом, то к системе аксиом предъявляют еще требование независимости. Система аксиом, в которой ни одна аксиома не может быть выведена из остальных аксиом, называется синтаксически независимой системой аксиом. Однако из практических соображений на этом требовании не всегда настаивают.

После того, как сформулированы аксиомы и правила вывода, задача дальнейшего развития формально-логической системы состоит в изыскании эффективных средств получения из аксиом выводимых формул системы. С этой целью доказываются различного рода производные правила, исследуются канонические (нормальные) формы, в которые следует преобразовывать формулы и т. д. Все эти методы и средства в совокупности составляют то, что обычно называют аппаратом или техникой формализма. Разработка аппарата логических формализмов существенно определяется задачей выработки методов, позволяющих решать в пределах данной формальной системы основную логическую проблему — проблему разрешимости (разрешения). Эта проблема, в известном смысле связанная с проблемой полноты, но более общая, касается как полных, так и неполных формальных систем.

Система считается в синтаксическом смысле разрешимой, если существует общий метод или алгоритм, дающий возможность относительно всякой формулы данного исчисления сказать, выводима ли она в этой системе или нет. В такой простой формально-логической системе, как классическое исчисление высказываний, проблема разрешимости решается без труда. Эта проблема положительно решается как в логике одноместных предикатов, так и в сводимой к ней аристотелевской силлогистике.

Разрешающий алгоритм существует и для конструктивного исчисления высказываний. Однако уже для узкого исчисления предикатов — логической системы более сложной, чем исчисление высказываний, включающей в себя последнее, но кроме того обобщенно формализующей и внутреннюю субъектно-предикативную структуру высказываний, — как это следует из работ А. Черча, общего решения проблемы разрешимости не существует [13]. Заметим, однако, что невозможность найти для какой-либо формальной системы общий разрешающий метод отнюдь не исключает поиски таких решений, хотя бы для отдельных классов формул этой системы.

Иногда при построении формально-логической системы целесообразно индуктивно определить и понятие невыводимой в ней формулы, что также осуществляется посредством указания некоторого минимума исходных невыводимых формул и правил, позволяющих из имеющихся невыводимых формул получать все прочие невыводимые формулы. Таким образом можно, например, аксиоматически задать все выполнимые в данном исчислении формулы или же уточнить постановку проблемы разрешимости. Эти две задачи указанным способом решаются в сравнительно простых случаях — для классического исчисления высказываний и аристотелевской силлогистики. Так, в случае исчисления высказываний все невыводимые формулы системы определены, если в качестве исходной невыводимой формулы взято переменное высказывание A и следующие два правила: 1) Если $\mathcal{G} \rightarrow \mathcal{L}$ есть выводимая формула исчисления высказываний, а \mathcal{L} — невыводимая формула этого исчисления, то и \mathcal{G} — также невыводимая формула. 2) Если формула \mathcal{L} есть результат подстановки в формулу \mathcal{G} и \mathcal{L} — невыводимая формула исчисления высказываний, то и \mathcal{G} есть также невыводимая формула исчисления. Доказательство этого не составляет труда. Но тем самым аксиоматически определены все выполнимые формулы исчисления высказываний. Действительно, чтобы определить, например, является ли формула \mathcal{A} выполнимой, достаточно показать, что формула $\bar{\mathcal{A}}$ невыводима.

3. Осуществляя в той или иной формально-логической системе конструкцию формул и дедукцию формул из аксиом, это делают чисто формально, не обращаясь к содержательному значению конструируемых и преобразуемых выражений, а руководствуясь лишь имеющимися формальными предписаниями. Тем самым достигается как свобода от неясности и двусмысленности точная трактовка предмета, так и общность, массовый характер методов. Однако, безусловно, что при построении той или иной формально-логической системы, выборе ее морфологии и аксиоматики в конечном счете руководствуются содержательными логическими соображениями, преследующими цель охватить в данной формальной системе определенный класс логических законов. Именно поэтому чисто синтаксическая характеристика логических формализмов оказы-

вается недостаточной, и синтаксический анализ должен быть дополнен семантическим. Иными словами, помимо изучения структуры и свойств формальной системы, рассматриваемой самой по себе, существенна также задача рассмотрения отношений, имеющих место между этой системой и некоторыми областями объектов, могущих служить ее представлением или интерпретацией; существенно выяснение того содержания, которое может быть выражено в данной формальной системе. Эта задача, собственно, и обрисовывает круг проблем, встающих в логической семантике [16].

Применительно к формально-логическим системам они означают исследование отношения формализмов к той содержательно-описательной логической концепции, которая может быть положена в основу их интерпретаций, а также формулирование правил выражения в формализмах таких систем содержательных логических объектов. Понятие интерпретации является одним из основных понятий современной логики. Под интерпретацией формально-логической системы понимают установление взаимно-однозначного соответствия между морфологическими элементами этой системы и элементами некоторой содержательной логической области, те или иные логические характеристики которых (например, «быть высказыванием», «быть истинным», «быть ложным») определяются независимо от данной формальной системы и вне ее.

Проиллюстрируем, как осуществляется интерпретация хотя бы на примере такой простой формально-логической системы, какой является исчисление высказываний. Пусть большим латинским буквам языка этой системы соответствуют такие содержательные логические объекты, как элементарные высказывания (суждения или логические предложения). При этом мы абстрагируемся от какой-либо внутренней логической структуры высказываний, берем их как нечто целое и лишь в связи с тем, как они образуют с помощью логических союзов другие высказывания. Единственное требование, которому высказывание должно удовлетворять, состоит в том, что по содержанию оно должно быть либо истинно, либо ложно и не может одновременно быть и тем и другим. Далее, связям (операциям) \wedge , \vee , \rightarrow , $-$, ориентируясь на содержательную логику человеческого мышления, мы ставим в соответствие логические союзы «и», «или», «если... то», «не», определенные посредством следующих функций или таблиц истинности:

A	B	$A \wedge B$	$A \vee B$	$A \rightarrow B$	A	\bar{A}
И	И	И	И	И	И	Л
И	Л	Л	И	Л	Л	И
Л	И	Л	И	И		
Л	Л	Л	Л	И		

Формулам же исчисления соответствуют все множество элементарных и сложных (образованных из элементарных с помощью логических союзов) высказываний, т. е. вполне определенная логическая область. Осуществив такую интерпретацию, мы найдем, что все выводимые формулы исчисления являются всегда-истинными высказываниями (в целом принимающими значение «истина» при всех возможных наборах значений, входящих в них элементарных высказываний), являются, иными словами, логически тождественно-истинными высказываниями или законами логики высказываний. Более того, всякий такого рода закон логики высказываний оказывается выводимой формулой в исчислении. Логический характер нашей формальной системы обнаруживается совершенно очевидным образом — исчисление выступает как система законов логики некоторой области высказываний.

При исследовании семантического аспекта формально-логических систем приобретают новый смысл такие характеристики формализмов, как непротиворечивость, полнота, разрешимость. Вместе с тем при этом возникает необходимость и в таких характеристиках, которые не имеют аналогов в сфере синтаксической оценки.

Так под семантической непротиворечивостью формально-логической системы понимают ее реализуемость, наличие у данной системы по крайней мере одной интерпретации. Это понятие непротиворечивости в определенном отношении связано с синтаксической непротиворечивостью. Дело здесь состоит в следующем. Вообще говоря, при наличии у формальной системы интерпретации вопрос о синтаксической непротиворечивости этой системы можно свести к вопросу о непротиворечивости системы понятий, используемых для ее интерпретации. Если мы уверены, что такая система понятий непротиворечива (в том смысле, что в ней одновременно не имеет места истинность и ложность одного и того же утверждения), то уже факт наличия такой интерпретации устанавливает синтаксическую непротиворечивость исследуемой формальной системы. Однако априори, по-видимому, было бы неверно утверждать обратное, что синтаксически непротиворечивая система всегда интерпретируема.

Формально-логическая система называется семантически полной относительно той или иной интерпретации, если любая формула системы, соответствующая в этой интерпретации всегда-истинному высказыванию, суть выводимая формула. Смысл такой постановки вопроса состоит в том, что при построении логического исчисления, предназначенного выражать некоторую содержательную логику, требуется выбирать такие аксиомы и правила вывода, из которых можно было бы вывести любую формулу, в содержательном понимании представляющую собой закон логики. Таким образом семантически полная формальная система осуществляет полную формализацию некоторой логической теории.

Семантически полной логической системой является, например, классическое исчисление высказываний относительно вышеуказанной интерпретации. Семантически полным относительно теоретико-множественной интерпретации является и исчисление предикатов. Здесь так же доказывается, что всякая выводимая в исчислении предикатов формула является всегда-истинной в некотором содержательном смысле и наоборот. Особенностью этого доказательства является то, что при решении вопроса о полноте исчисления предикатов мы не можем ограничиться финитными средствами рассуждения, коль скоро касаемся интерпретации этого исчисления в бесконечной предметной области.

С трудностями иного рода, но также связанными с необходимостью оперировать бесконечностью, мы сталкиваемся и при решении вопроса о семантической полноте конструктивного исчисления высказываний. Как показал К. Гёдель, это исчисление нельзя адекватно проинтерпретировать с помощью таблиц истинности, включающих какое-либо конечное число истинностных значений. Адекватная интерпретация возможна лишь при допущении бесконечного счетного множества таких значений [7].

Заметим, кстати, что, говоря об интерпретации формально-логической системы, мы всюду имеем в виду именно адекватную или точную интерпретацию, т. е. такую, при которой всякой выводимой в данной формальной системе формуле соответствует всегда-истинное выражение в поле ее интерпретации и, наоборот, всегда-истинному выражению в поле интерпретации соответствует выводимая формула исчисления. Однако существуют и неадекватные, неточные интерпретации, при которых всегда-истинным выражениям в поле интерпретации соответствуют либо только некоторые из выводимых формул исчисления, либо формулы, составляющие класс более широкий, чем выводимые. Последнее имеет место в так называемой гейтинговской трехзначной интерпретации конструктивной логики. Эта интерпретация, не являясь адекватной, имеет, однако, тот смысл, что просто и наглядно иллюстрирует фундаментальный для конструктивистской точки зрения принцип недопустимости оперировать с законами исключенного третьего ($A \vee \bar{A}$) и снятия двойного отрицания ($\bar{\bar{A}} \rightarrow A$) как с логическими законами.

Система из n аксиом называется семантически независимой, если существуют такие интерпретации, которые, удовлетворяя всевозможным системам, составленным из $n - 1$ аксиом, не удовлетворяют рассматриваемой системе аксиом в целом. Понятия семантической и синтаксической независимости связаны между собой: если система аксиом независима в семантическом смысле, то она независима и в синтаксическом.

Наконец, логическая система считается разрешимой в семантическом смысле, если может быть указан эффективный метод, позволяющий для любой формулы системы решить, является ли

она всегда-истинной в поле интерпретации или нет. Для классического исчисления высказываний таким методом является приведение формул к конъюнктивной нормальной форме. Проблема разрешимости для логики предикатов является усилением проблемы разрешимости для исчисления высказываний, так как все формулы исчисления высказываний включаются в число формул логики предикатов. Так же, как и в случае синтаксической постановки этой проблемы, ее общее решение в указанном смысле невозможно.

Мы упоминали, что при исследовании семантического аспекта логических формализмов встает необходимость охарактеризовать и такие свойства систем, которые специфичны только для семантики. К таковым относится, например, свойство категоричности. Система называется категоричной, если все ее интерпретации между собой изоморфны. Две логические интерпретации считаются изоморфными, если между их элементами можно установить такое взаимно-однозначное соответствие, что высказывание, составленное из элементов одного поля интерпретации, и высказывание, составленное из образов этих элементов в поле другой интерпретации, имеют одно и то же значение «истинности» как «ложности». В данном определении изоморфизма имеется в виду, что две интерпретации изоморфны «если между их элементами существует такое взаимно-однозначное соответствие, что...» и т. д. Однако понятие изоморфизма интерпретаций допускает различные определения (например: «если всякое взаимно-однозначное соответствие, устанавливаемое между элементами интерпретации, приводит к тому, что...» и т. д.), вообще говоря не эквивалентные друг другу и приводящие к различным определениям категоричности.

Сама возможность и необходимость содержательной интерпретации формально-логических систем, в частности то обстоятельство, что формализмы, как правило, могут иметь не одну такую интерпретацию, ставит нас перед проблемой отношения формально-логических систем и тех содержательных объектов, которые в них формализованы не только в специально логическом, но и в широком гносеологическом ее значении. В современной логике фактически приходится иметь дело с таким уровнем абстракции, который охватывает структуры по природе самых различных отношений, в том числе даже и не логических. Действительно, ведь классическое исчисление высказываний может быть с успехом проинтерпретировано и на системе элементов нелогической природы — на электронных или же релейно-контактных схемах, например. Правда, различия в интерпретациях здесь обуславливают и различия в задачах исследования. То, что для логики представляет первостепенный интерес, а именно, выражающие собой законы логики выводимые формулы исчисления, для исследователя релейно-контактных схем не представляет специального интереса. Интересующие его схемы реализуются лишь в выполнимых фор-

мулах исчисления, и он ищет такие эффективные способы их тождественного преобразования, которые привели бы к их существенному упрощению.

На примере классического исчисления высказываний нетрудно и более подробно проиллюстрировать множественность содержательных интерпретаций формализма. Классическое исчисление высказываний может быть проинтерпретировано на системе из 2^n подмножеств некоторого непустого множества P_n , состоящего из n элементов (где n принимает значение любого целого положительного числа) [2]. При этом высказываниям ставят в соответствие подмножества данного P_n -множества, конъюнкция интерпретируется как теоретико-множественное пересечение, дизъюнкция как теоретико-множественное объединение, отрицание как взятие дополнения до P_n (имплицативное выражение $A \rightarrow B$ понимают как сокращение для выражения $\bar{A} \vee B$). В такой интерпретации все и только все выводимые формулы исчисления при всех возможных подстановках в формулу вместо переменных высказываний подмножества из P_n -множества обращаются в P_n -множество.

Вообще говоря, любые системы элементов, образующие булеву алгебру, могут выступать в качестве интерпретации классического исчисления высказываний, а, как известно, частично-упорядоченная совокупность всех подмножеств P_n -множества образует относительно теоретико-множественных операций объединения, пересечения и дополнения булеву алгебру. (Доказательство, кстати, некатегоричности этого исчисления).

Пусть множество P_3 состоит из элементов α, β, δ , нулевое множество обозначим через 0, P_3 — через I. Пусть \cup, \cap, \supset обозначают соответственно теоретико-множественные операции объединения, пересечения и дополнения. Всего P_3 имеет восемь подмножеств: 0, $\{\alpha\}$, $\{\beta\}$, $\{\delta\}$, $\{\alpha\} \cup \{\beta\} \equiv \supset \{\delta\}$, $\{\alpha\} \cup \{\delta\} \equiv \supset \{\beta\}$, $\{\beta\} \cup \{\delta\} \equiv \supset \{\alpha\}$, $\{\alpha\} \cup \{\beta\} \cup \{\delta\} \equiv I$, которые и выступают в качестве значений формул исчисления высказываний, тождественно обращая в I только выводимые формулы этого исчисления. Теперь подмножеству $\{\alpha\}$ поставим в соответствие модальное значение «необходимо, что p » — νp (подразумевая под p ту формулу исчисления, которая принимает значение данной модальности — в данном случае «необходимо»). Подмножеству $\{\beta\}$ — поставим в соответствие модальное значение «случается, что p » — εp (понимая его в смысле, предполагающем, что «случается и не- p », т. е. $\varepsilon p \equiv \varepsilon \text{ не-}p$). Подмножеству $\{\delta\}$ — поставим в соответствие модальное значение «необходимо, что не- p » — $\nu \text{ не-}p$. Подмножеству $\{\alpha\} \cup \{\beta\}$ поставим в соответствие модальное значение «возможно, что p » — μp . Подмножеству $\{\beta\} \cup \{\delta\}$ — поставим в соответствие модальное значение «возможно, что не- p » — $\mu \text{ не-}p$.

Истолкуем теоретико-множественные операции — объединение, пересечение и дополнение — соответственно как содержательно-логические союзы неразделительное «или», «и» и «не». Под I

Будем иметь в виду логический закон модальностей: « $\forall p$ или $\exists p$ или $\forall \text{ не-}p$ », а $\bar{0}$ определим как отрицание 1 и, следовательно, как всегда ложное модальное выражение. Нетрудно убедиться, что мы при этом получаем некоторую содержательно осмысленную логическую систему модальных соотношений. В этой системе будут фигурировать в качестве логических законов, например, следующие выражения: « μp или $\nu \text{ не-}p$ », « $\forall p$ или $\mu \text{ не-}p$ », « $\forall p$ или $\exists p \equiv \mu p$ », « $\exists \text{ не-}p$ или $\nu \text{ не-}p \equiv \mu \text{ не-}p$ », « $\mu p \equiv \text{не-}\nu \text{ не-}p$ », « $\mu \text{ не-}p \equiv \text{не-}\nu p$ », « $\text{не-}\mu p \equiv \nu \text{ не-}p$ », « $\text{не-}\mu \text{ не-}p \equiv \nu p$ » и др.

Указанная модальная система изоморфна теоретико-множественной системе подмножеств P_3 -множества и, следовательно, также может служить интерпретацией классического исчисления высказываний. В такой интерпретации все выводимые формулы исчисления высказываний выступают как законы некоторой модальной логики. Правда, следует иметь в виду, что таким образом мы вовсе не получаем формальную систему модальной логики, но лишь интерпретируем классический формализм исчисления высказываний на модальных отношениях, заранее полагая, что некоторые основные определения и соотношения модальностей заданы содержательно-семантическим образом. Чтобы построить формальную систему модальной логики, необходимо эти основные определения и соотношения ввести формально-аксиоматически. Однако показано, что это нельзя осуществить в рамках обычного двузначного формализма [9].

Какие можно сделать выводы из факта множественности интерпретаций формально-логических систем? Очевидно, прежде всего, перед нами встает вопрос — что же такое логическое, собственно какого рода отношения следует называть логическими, а какого рода — внелогическими. Является ли логической системой формализм, рассматриваемый в единстве с его определенной содержательной интерпретацией, но тогда чем же по характеру является синтаксическая структура формализма? Или же логической системой можно называть формализм сам по себе в его синтаксическом содержании, но тогда не слишком ли широко мы трактуем понятие «логическое»?

Каковы бы ни были ответы на эти вопросы, ясно одно — факт множественности интерпретаций формально-логических систем, в конечном счете являющийся следствием того высокого уровня абстракции, на котором в современной логике осуществляется исследование логических законов, никоим образом не может служить аргументом против применения в логике метода формализации и лишь подчеркивает всю сложность соотношения между формальной и содержательно-описательной концепциями логики. Остается несомненным, что формализация в логике выступает как метод выявления реального логического содержания.

Использование формального аппарата исчисления делает возможным обозрение и решение проблем, которые не в состоянии

охватить чисто содержательное логическое мышление. К таким относятся, например, задача выяснения, является ли данное выражение законом логики, как можно выявить все следствия, вытекающие из данных посылок или задача ей обратная — выявление тех посылок, из которых выводится данное следствие. С помощью логических формализмов достигаются широкие обобщения и вместе с тем конкретизация в анализе логических форм и законов, выясняется структура логических выводов и доказательств, единство в многообразии умозаключений, вырабатываются алгоритмически точные способы осуществления логического вывода и т. д. [4].

Итак, формализация в логике, подчеркнем это еще раз, по своей сущности и задаче служит цели более полного выявления и исследования именно логического содержания.

4. Однако проблема соотношения формализованного и содержательного имеет в логике еще и другой аспект, отличный от задачи выяснения содержательной логической интерпретации той или иной формальной системы и связанный с тем обстоятельством, что вообще для построения и исследования свойств той или иной формально-логической системы приходится обращаться к некоторым содержательным логическим средствам, лежащим вне самого формализма — к так называемым металогическим средствам или металогике. Иными, словами, наряду с отношением формальной системы к некоторой содержательной области, формализацией которой является эта система, имеет место также отношение формальной системы и к некоторой содержательной метатеории, средствами которой эта формальная система описывается и изучается.

Теоретическое содержание современной логики как бы распадается на три отличные друг от друга области: (I) содержательно-описательная концепция, формализацией которой служит формально-логическая система, (II) формально-логическая система, (III) металогика, в которой описывается и изучается формальная система.

Формально-логическая система (II) представляет собой систему символов, предметов и высказываний, построенных из этих символов посредством точно установленных правил конструкции и дедукции. Эта система идеализированно выражает или моделирует некоторую содержательную концепцию (I), о которой говорят, что она служит интерпретацией системы. Средства и методы, которыми изучается формальная система, описываются в металогике (III). При этом как (I), так и (III), будучи содержательными, не имеют той строго определенной структуры, какую имеет формально-логическая система [7]. Правда, можно поставить задачу формализовать и металогическую, но тогда возникает ряд проблем, для решения которых потребуются средства метаметалогии. Так что всегда останется некоторая содержательная, неформализуемая об-

ласть, средствами которой будут описываться и исследоваться формализованные системы.

Отчетливое различие этих трех областей логики, постановка и решение специфических для каждой из них конкретных логических задач, является, может быть, одной из самых характерных черт, отличающих современную формальную логику от традиционной, в том числе и аристотелевской. Такое различие является одновременно как предпосылкой, так и следствием плодотворного и развернутого использования метода формализации, выяснения в каждом конкретном случае его значения и границ применимости. Формализованное, формально-логическое, таким образом, всегда предполагает логически содержательное и притом не только в качестве осмысленной интерпретации, но и как средство своего анализа, а тем самым и уяснения своей подлинной значимости и ценности.

Различие синтаксического и семантического подходов обнаруживается и в металогики. Формально-логические системы и их свойства могут изучаться, не взирая на интерпретацию в тех или иных содержательных областях, так сказать, сами по себе. Таков синтаксический разрез металогического исследования. В этом направлении достигнуты такие фундаментальные логические результаты, как например теоремы о дедукции, монотонности, эквивалентности, позволяющие значительно упрощать способы получения выводимых формул и процессы доказательства. Другой, семантический тип металогического исследования состоит в изучении формальных систем в связи с полем их интерпретации. Таким образом исследуются, например, непротиворечивость и полнота формально-логических систем, а также независимость их аксиом (в семантическом смысле).

Имея в виду концепцию металогики, необходимо строго различать содержательные, металогические выводы и рассуждения о формализме от собственных выводов самого формализма. Как раздел формальной логики, металогики возникла в связи с задачами описания и исследования формально-логических систем, и значительная часть принципиальных логических результатов относится именно к этой области. В области металогики, по-видимому, следует ожидать и в будущем получения широких и перспективных общелогических результатов. В частности, одной из задач может явиться исследование взаимоотношения различных формально-логических систем в целях нахождения совершенной архитектоники построения единой теории формальной логики.

5. Современная логика включает в себя ряд формально-логических систем. С внешней стороны различные логические исчисления, составляющие современную концепцию логики, отличаются друг от друга алфавитами или лежащими в их основе аксиомами и правилами вывода. Так, например, конструктивное исчисление высказываний строится на базе того же алфавита, тех же индук-

тивных правил образования и преобразования формул, что и классическое. Однако указанные два исчисления различаются в исходных формулах — аксиомах. Конструктивное исчисление высказываний, задуманное как формализация оперирования с высказываниями в конструктивной (интуиционистской) математике, выражает логику, в которой принцип исключенного третьего в его сильной формулировке ($A \vee \bar{A}$) не является логическим законом. В конструктивном исчислении не выводимы и некоторые другие формулы, выводимые в классическом исчислении высказываний. Вместе с тем все формулы, выводимые в конструктивном исчислении, выводимы и в классическом.

Таким образом, в определенном отношении классическое исчисление является расширением конструктивного, а именно, расширением на базе одного и того же алфавита правил образования и преобразования формул. Однако это только в определенном отношении. Поскольку характер фигурирующих в формализмах логических связей определяется принятыми системами аксиом, в конструктивном исчислении высказываний мы имеем по существу иные понятия дизъюнкции, импликации и отрицания, чем в классической логике. Конструктивное исчисление охватывает иную, чем классическая, предметную логическую область и имеет свое, отличное от классического, поле интерпретации.

Другой пример расширения формально-логической системы мы имеем в случае перехода от исчисления высказываний к исчислению предикатов. Исчисление предикатов содержит в себе целиком все исчисление высказываний. Его алфавит, правила образования формул, аксиомы и правила вывода являются расширением соответствующих алфавита, правил и аксиоматики исчисления высказываний. Таким образом, исчисление предикатов включает в себя все формулы, законы и понятия логики высказываний. Но, кроме того, оно содержит и множество тех логических формул, законов и понятий, которые формулируются вследствие учета внутренней субъектно-предикативной структуры высказываний, понимаемой более обще, чем это имело место в аристотелевской логике, т. е. учитывая множественность предикатов. Естественно, что при этом значительно расширяется и та предметная логическая область, формальной моделью которой выступает такое расширенное исчисление.

Вообще говоря, для развития формальной логики особый интерес представляет разработка формализмов, охватывающих новые предметные логические области и тем самым существенно расширяющих наше знание о законах логики и сферах ее применимости. Само по себе различие в алфавитах, аксиомах и правилах вывода еще может не означать, что исчисления различаются и с точки зрения формализуемого в них содержания, т. е. той области логических объектов, которые они моделируют. По существу они могут быть одним и тем же исчислением. Например, уже такую про-

стую логическую систему, как классическое исчисление высказываний, можно представить в нескольких формально отличных друг от друга вариантах.

В силу функциональной полноты исчисление высказываний можно построить, исходя только из двух логических связей: отрицания и одного из трех коннекторов — дизъюнкции, конъюнкции, импликации или даже с помощью единственного логического знака Шеффера. При каждом из этих различных способов построения исчисления высказываний получаются системы, отличные друг от друга по своим алфавитам, правилам образования формул, аксиомам и правилам заключения, однако по существу являющиеся одним и тем же исчислением. Все они отображают одну и ту же предметную область логических отношений, поскольку и класс выводимых формул, и двузначная интерпретация на таблицах истинности не меняются. Поэтому, собственно, классическим (двузначным) исчислением высказываний называют все эти варианты так же, как и ту общую теорию, которая получается абстракцией от особенностей их формулировок (7).

Здесь мы не имеем возможности, да и в этом нет необходимости, характеризовать различные логические формализмы, которые известны и исследованы в современной логике. Ограничимся указанием лишь основных направлений разработки. Путем обобщения двузначного исчисления высказываний строятся различные многозначные исчисления высказываний (для любого конечного или же счетного бесконечного множества значений). С последними связаны также модальные исчисления, в которых фигурируют функторы, выражающие «необходимость», «возможность», «случайность». Что касается исчисления предикатов, то кроме узкого исчисления (исчисления предикатов первой ступени), где кванторы связывают лишь предметные переменные, естественно такое расширение, в котором бы существовала операция квантификации и по отношению к переменным предикатам (исчисление предикатов второй ступени). Это приводит к идее исчислений предикатов вообще высших ступеней, в которых фигурируют предикаты, имеющие в качестве аргументов не только предметные переменные, но и сами предикаты, предикаты от предикатов и т. д. Другие два направления в исследовании логики предикатов связаны с построением многозначного исчисления предикатов и исчислений предикатов с различными видами переменных в смысле их принадлежности к разным предметным областям.

Говоря о множестве формализмов, составляющих современную концепцию логики, необходимо подчеркнуть следующее. Сам по себе факт существования в рамках современной логической концепции целого ряда формально-логических систем не может вызвать каких-либо недоумений и при правильном диалектико-материалистическом подходе не может породить релятивистской оценки ни метода формализации, ни современных логических

теорий в целом. Дело в том, что просто невозможно отобразить в едином формализме всю совокупность известных нам содержательных сведений о логических процессах, которые к тому же постоянно пополняются.

Поэтому при построении тех или иных формально-логических систем сознательно абстрагируются от многих, может быть даже и существенных в какой-либо другой связи фактов, строят идеализированную логическую модель, развивают и исследуют ее, вполне отдавая себе отчет в том, что упущено, а затем или дополняют такую модель новыми содержательными предпосылками, или строят другую. С точки зрения теории познания такой способ исследования в логике принципиально ничем не отличается от способа теоретического исследования в других областях знания. С точки же зрения логики таким путем достигается не только более общее, но и несравнимо более точное и конкретное, чем в традиционной формальной логике, представление о законах логики, структуре логических выводов и доказательств.

Различные формально-логические системы следует поэтому рассматривать не как исключающие, а как имеющие разные сферы применимости, и в конечном счете, как дополняющие друг друга. Из такого понимания следует исходить и при решении вопроса о единстве логики. Последнее не может быть установлено исходя из каких-либо априорных соображений. Оно всегда предполагает всестороннее и конкретное исследование существующих логических систем, их сравнительный анализ, выяснение их взаимоотношений, установление общности и различий в свойствах логических систем и принципах их построений [6].

Наконец, в заключение хотелось бы остановиться еще на одном вопросе. Он касается общей характеристики отношения, существующего между формально-логическими системами и той областью научного знания, логические принципы организации которой отражаются (или моделируются) в формализмах. Иными словами, это вопрос о сфере эффективной применимости концепции современной формальной логики, в его широкой гносеологической постановке. Как и во многих других подобных случаях, достаточно определенный и конкретный ответ на такой вопрос таит в себе опасность. Даже небольшая содержащаяся в нем неточность может быть впоследствии оценена как существенная ошибка. Тем не менее, исходя из того несомненного факта, что логическая система в конечном счете не только отражает некоторые общие свойства и отношения действительности, но и несет на себе отпечаток условий ее познания той или иной научной теорией или совокупностью таких теорий, мы все же попытаемся дать на него ответ.

По-видимому, представляется очевидным, что в формально-логических системах, составляющих современную концепцию логики, моделируются способы рассуждений и доказательств, харак-

терные для так называемых дедуктивных наук или дедуктивных научных теорий. Особенностью последних является аксиоматический способ их построения. Сюда относятся математические дисциплины, некоторые разделы физики, структурной лингвистики и в меньшей степени — биологии и экономики. В связи с этим эффективное применение логических формализмов имеет место в тех областях знания, где понятия носят стабильный характер и существенной задачей исследования выступает задача выяснения взаимоотношений между понятиями. В тех же науках, где наибольший удельный вес имеют содержательные исследования, наблюдения и эксперимент, а чисто дедуктивные рассуждения играют подчиненную роль, применение аппарата логических исчислений может иметь значение для решения лишь отдельных задач науки, для разработки некоторых ее разделов, теорий, гипотез и т. д. [5].

По той же причине формально-логическими средствами не могут быть решены чрезвычайно сложные задачи философского и гносеологического анализа научного знания. Формальная логика не может заменить собой философию, которая по самому своему существу занимается неформальным анализом понятий. Неформальное исследование понятий как изменяющихся и развивающихся в ходе развития науки и общества является одной из основных задач материалистической диалектики как логики и теории познания. Именно непонимание этой задачи составляет существенный методологический порок концепции логического позитивизма.

Все сказанное, конечно, несколько не умаляет значения формально-логических средств, но лишь обрисовывает область их эффективной применимости. Итак, подытоживая все вышесказанное относительно значения и ценности формализации как метода логического исследования, можно отметить следующее:

1. Современное логическое исследование в своей основной части осуществляется методом формализации, методом моделирования логического мышления в формальной системе или логическом исчислении, базирующемся на применении в логике языка формул. Логические объекты, связи и отношения находят свое выражение в формулах, которые подвергаются чисто формальным преобразованиям по заданным правилам.

II. Современная логика включает в себя совокупность формально-логических систем, каждая из которых представляет идеализированную абстрактную модель отдельных сторон логического процесса. Таким образом, следует отличать объективную, содержательную логику человеческого мышления от формально-логических систем. Отдельные процессы или стороны этой содержательной логики выступают как интерпретации формальных систем, а сами формальные системы — как теоретические модели содержательных логических процессов.

III. Задача описания и достаточно полного исследования фор-

мализмов заставляет обращаться и к другому рода содержательным логическим средствам, а именно средствам металогики. Металогика представляет собой важный раздел современной формальной логики и наряду с формализмами и логической семантикой составляет ее основное теоретическое содержание [11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристотель. Аналитики. М., Госполитиздат, 1952.
2. Г. Биркгоф. Теория структур. М., ИЛ, 1952.
3. Б. В. Бирюков. Как возникла и развивалась математическая логика. «Вопросы философии», 1959, № 7.
4. Д. Гильберт и В. Аккерман. Основы теоретической логики. М., ИЛ, 1947.
5. А. С. Есенин — Вольпин. Об аксиоматическом методе. «Вопросы философии», 1959, № 7.
6. А. А. Зиновьев. Философские проблемы многозначной логики. М., Изд-во АН СССР, 1960.
7. С. К. Клини. Введение в метаматематику. М., ИЛ, 1957.
8. Логика (под ред. Д. Горского и П. Таванца). М., Госполитиздат, 1956.
9. Я. Лукасевич. Аристотелевская силлогистика с точки зрения современной формальной логики. М., ИЛ, 1959.
10. П. С. Новиков. Элементы математической логики. М., Физматгиз, 1959.
11. А. Л. Субботин. Математическая логика — ступень в развитии формальной логики. «Вопросы философии», 1960, № 9.
12. А. Тарский. Введение в логику и методологию дедуктивных наук. М., ИЛ, 1948.
13. A. Church. An unsolvable problem of elementary number theory. «American journal of mathematics», 58, 1936.
14. H. Curry, R. Feys. Combinatory Logic, v. I. Amsterdam, 1958.
15. K. Gödel. Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I. «Monatshefte für Mathematik und Physik», 38, 1931.
16. J. Ladrière. Les limitations internes des formalismes. Louvain, Paris, 1957.

ДВУЗНАЧНАЯ И МНОГОЗНАЧНАЯ ЛОГИКА

Разнообразные взаимоотношения двузначной и многозначной логик рассмотрены в работе [1]. В данной статье предполагается обсудить такие вопросы относительно этих взаимоотношений, которые в упомянутой работе либо не были отчетливо выделены в качестве философских, либо не получили достаточно подробных разъяснений, либо остались совсем не затронутыми.

1. Говоря о логике, часто имеют в виду не только науку логику в целом, но и ее отдельные фрагменты, отдельные логические системы и направления. Во втором смысле говорят об индуктивной и дедуктивной логике, о модальной логике, о логике Лукасевича, Клини и т. п., о конструктивной логике, о комбинаторной логике и т. д. В этом смысле говорят о двузначном исчислении высказываний и предикатов как о двузначной логике. Это тривиально-ясное различие в словоупотреблении существенно важно для уточнения самих понятий «двузначная логика» и «многозначная логика».

Наука логика как целое — не миф, а реальный факт, если единство науки понимать как подвижное многообразие связей и отношений различного рода идей, теорий, направлений, проблем и т. д. Какой является логика, взятая в целом, по числу значений истинности? В истории логики взгляд на нее как на двузначную вплоть до последнего времени был господствующей тенденцией. Да и в настоящее время двузначность еще многим представляется своего рода прирожденным и незыблемым ее свойством. Однако в настоящее время приходится признать, что логика в целом не является ни двузначной, ни многозначной. И это не только потому, что возникли многозначные логические системы, но прежде всего потому, что вопрос о числе значений истинности не является и никогда не был исходным вопросом логики как особой сферы научного исследования. Он был и является исходным вопросом лишь при построении отдельных логических теорий, каждая из которых по отдельности не исчерпывает содержания и проблема-

тики всей науки. Хотя это обстоятельство можно обнаружить, рассматривая логику даже на ее ранних этапах развития, однако возникновение многозначной логики заставило обратить на него внимание фактически. Поясним, в чем тут дело.

Принципы построения отдельных логических систем, призванных решать те или иные частные задачи науки логики и не исчерпывающих содержания и методов последней, и принципы построения логики в целом существенно различаются, — наука в целом оценивается с иной точки зрения, чем ее отдельный фрагмент. Так, при построении некоторой логической теории вопрос о ее взаимоотношениях с другими логическими теориями является внешним, не касающимся ее структуры, тогда как для логики в целом этот вопрос есть вопрос ее внутреннего строения.

При рассмотрении логики в целом как особой отрасли научного исследования обнаруживается то, что она является эмпирической наукой в своих исходных основаниях, по источнику проблематики и по критериям оценки ее теоретических результатов. Об этом говорит хотя бы уже тот факт, что непосредственной эмпирической реальностью, с которой она имеет дело прежде всего, является язык. Во всяком случае, в логике явно или не явно фигурируют соображения, носящие эмпирический характер и образующие ее основания. Развитие логики за последнее столетие, выразившееся по преимуществу в разработке логических исчислений и общих принципов их построения, отодвинуло эти эмпирические основания логики на задний план, но не ликвидировало их: как бы логика ни понималась, они дают себя знать при попытках анализа ее общих понятий — «высказывание», «предикат», «истинно», «следует» и т. п. Многочисленные логические исчисления строятся с прямой целью дать уточнение и систематическое развитие свойств таких привычных явлений языка, как знаки «и», «или», «если..., то...», «необходимо», «возможно», «допустимо» и т. п.

Что же касается отдельных логических систем, то в большинстве случаев решающее значение при построении их имеет отыскание условий дедукции из некоторых принятых предпосылок. При этом вообще могут не приниматься во внимание какие бы то ни было эмпирические соображения. Известны многочисленные случаи, когда то или иное теоретическое построение лишь при условии учета его связей с многочисленными другими исследованиями может быть расценено как логическое (например, многозначная логическая система Поста).

2. Ссылка на эмпирические основания логики в рассматриваемом случае имеет принципиальную важность. Ведь говоря о двузначной и многозначной логике, мы вынуждены говорить о высказываниях и о значениях истинности высказываний. Но что это такое? При построении отдельных логических систем этот вопрос можно обойти различными способами: 1) можно принять

соответствующие понятия за неопределяемые или интуитивно ясные; 2) можно знаки высказываний и значений истинности рассматривать как знаки, допускающие интерпретацию в терминах самых различных предметных областей (переводимые на язык последних); 3) можно вообще пользоваться более общей терминологией — «аргумент», «функция», «значение аргумента» и т. п. Но это — не решает поставленного вопроса в рамках логики в целом. Различного рода формальные приемы (вроде определения высказываний как того, что может быть истинным или ложным) точно так же оставляют нас в рамках отдельно взятых логических систем.

Очевидно, что ответ на поставленный вопрос должен заключаться прежде всего в описании процесса абстрагирования высказываний как определенных знаковых структур, опирающегося на наблюдение, отбор, анализ, сопоставление, модификацию и стандартизацию способа изображения непосредственно данных фактов языка и навыков оперирования им. Достаточно сказать, что субъектно-предикатная структура высказываний (включая высказывания с многоместными предикатами) может быть принята в исчислении предикатов как нечто само собой разумеющееся или как нечто постулируемое лишь постольку, поскольку она в логике уже была абстрагирована из эмпирических данных, а сама абстракция была обоснована с ясностью, достаточной даже для понимания ее школьниками.

Но структура высказываний не зависит от числа значений истинности. Об определении последних и речи быть не может, пока не абстрагированы сами высказывания и не получили стандартизованного выражения в логике (напоминаем, что здесь речь идет о последовательности в построении логики в целом). Значения истинности — свойства высказываний. Естественно, надо сначала ввести понятие высказывания. К этим общим соображениям в данном случае присоединяется одно специфическое для значений истинности: их нельзя обнаружить в наблюдаемом языке на тех же основаниях, что и сами высказывания. Высказывания суть знаковые структуры. В целом ряде случаев, выбираемых в качестве примеров для осуществления их абстрагирования, они совпадают с видимым или слышимым расчленением предложений (во всяком случае, предложениям можно придавать единообразный вид). Значения же истинности высказываний не являются элементами структуры языка. Они суть связи соответствия между высказываниями и отличными от них ситуациями, суть классифицированные определенным образом результаты сопоставления первых и вторых. Об этом говорит их привычное понимание, которое в науке может быть представлено отношением двух рядов символов — символов высказываний и символов предметов, свойств, отношений, связей и т. д., с которыми сопоставляются высказывания. Но, очевидно, для определения типов сопоставления

высказываний и отличных от них предметных ситуаций необходимо предварительно иметь знания о строении самих высказываний. Обращаем внимание на то, что здесь, как и ниже, речь идет не об эмпирической проверке высказываний, а об определениях значений истинности, которые могут быть использованы в частности и в процессе такой проверки.

Схематично смысл выражения «значение истинности i » можно пояснить так: выражение «высказывание x имеет значение истинности i » означает, что сопоставление высказывания x с некоторой данной ситуацией дает такой-то результат, точнее — что эта данная ситуация описывается или может быть в принципе описана высказыванием y (y может быть тождественно x). Эта схема — схема построения определений значений истинности. В качестве частного случая реализации ее может выступать схема Тарского: выражение «высказывание x истинно» означает, что данная ситуация, с которой сопоставляется x , описывается самим этим высказыванием x .

Разумеется, приведенная схема не устраняет многочисленных трудностей, связанных с определением значений истинности. Но она вполне достаточна для пояснения той мысли, что значение истинности высказывания не есть элемент его структуры, а есть тип его отношения к некоторой ситуации (реальной или мыслимой, предполагаемой). При этом, очевидно, должна быть учтена структура высказываний, если мы захотим перейти от общей схемы к ее реализации для двух и более значений истинности. Простое допущение любого конечного (или даже бесконечного) множества значений истинности еще ни в какой мере не означает определения каждого из них по отдельности по приведенной схеме.

3. Но самое простое высказывание содержит два дескриптивных знака — субъект и предикат. А это значит, что возможны три варианта сопоставления его с некоторой ситуацией: 1) в данной ситуации нет предмета, соответствующего субъекту; 2) такой предмет есть, но он не имеет свойства, отображаемого предикатом; 3) такой предмет есть и он имеет свойство, соответствующее предикату. Если же учесть более сложные структуры высказываний, то число возможных вариантов сопоставления высказываний и ситуаций возрастет. Так что число значений истинности не является ограниченным какой-то абсолютной природной необходимостью. Оно ограничивается историческими обстоятельствами, а в отображающей их теории — способом подхода к их классификации.

Ограничение числа значений истинности двумя в истории логики было связано с самыми различными мотивами. Отметим два из них. Во-первых, в логике молчаливо исключались из рассмотрения случаи, когда нет предмета, соответствующего субъекту. В общем, в логике учитывались только такие случаи, когда оценка

высказывания ставилась в зависимость от одного и только одного шага проверки (в примере — от того, имеет предмет свойство или нет). Во-вторых, высказывания оценивались по принципу «либо дело обстоит так, как говорится в высказывании, либо не так (как-то иначе)». Причем, это «не так» в общем виде не анализировалось, а в применении к частным случаям такой анализ не составлял особой необходимости.

Не всякая абстрактно мыслимая возможность должна непременно реализоваться. В данном случае — не обязательно нужно вводить большое число значений истинности, если это не диктуется важными причинами. Но одно обстоятельство здесь учитывать все же придется: если встать на путь определения терминов, обозначающих значения истинности, то обнаружится возможность введения дополнительных значений истинности (кроме истинности и ложности).

Но дело не только в структуре высказываний. Можно указать еще целый ряд источников для принципиально не ограниченного числа значений истинности в рассматриваемом плане. Возьмем, например, конъюнкцию Kxy высказываний x и y . Возможны такие определения: Kxy истинна, если истинно каждое из x и y ; Kxy ложна, если истинна любая одна из конъюнкций $KxNy$ (N — отрицание), $KNxy$ и $KNxNy$. Здесь мы осуществили двучленное деление значений истинности. Но нет никакого принципиального запрета на такой путь: Kxy имеет значение истинности 2, если истинна $KxNy$, значение 3, если истинна $KNxy$, и значение 4, если истинна $KNxNy$. Пусть это не целесообразно с каких-то точек зрения. Важно здесь то, что возможны по крайней мере четыре различных ситуации (четыре типа ситуаций), с которыми сопоставима Kxy .

Аналогичная картина получается с учетом общности субъектов и предикатов. Возьмем это в форме отношения постоянных и переменных субъектов и предикатов. Даже для простейшего случая (для высказывания с одноместным предикатом) обнаруживается возможность деления значений переменных (постоянных) не на две группы, а на три и более. Это деление имеет прямое отношение к значениям истинности: подстановка постоянных на место переменных может быть истолкована как сопоставление высказываний, содержащих общие термины, и предметной области. Еще больше этот процесс сопоставления усложняется с учетом модальностей, степеней вероятности и т. д., так что высказанное выше утверждение об отсутствии абсолютной ограниченности числа значений истинности может получить дополнительные иллюстрации.

При построении же отдельных логических теорий вопрос о числе значений истинности может стать исходным, как это имеет место в исчислениях высказываний, например. Смысл самих понятий «высказывание», «значение истинности», «истинно», «ложно»

и т. п. при этом считается безразличным или привычно ясным. Важными оказываются лишь последствия исходной гипотезы о числе значений истинности. Возможность интерпретировать знаки высказываний и значений истинности в терминах различного рода областей науки вообще придает логическим теориям такого рода характер математических построений. Даже в случае логических теорий, исходящих из гипотезы двух значений истинности, употребление терминов «истинно» и «ложно» оказывается одним из возможных словоупотреблений, свидетельствующих о связи абстрактных логических построений с эмпирической основой логики и с привычным делением высказываний на верные (соответствующие действительности) и неверные.

4. Двухзначную логику в собственном смысле этого слова можно определить как совокупность логических теорий, в которых исходным предположением является предположение двух и только двух взаимоисключающих возможностей. Частным случаем такого предположения является следующее: каждое высказывание принимает одно из двух и только из двух значений истинности. Мы не случайно говорим о любых двух возможностях, а не только о двух значениях истинности: во многих логических теориях вообще не фигурируют термины, обозначающие значения истинности, хотя эти теории являются именно логическими (строятся в терминах логики). Например, мы можем исходить из предположений вроде «предмет либо имеет некоторое свойство, либо не имеет его», «объект либо существует, либо нет» и т. п. Однако перевести такого рода построения на язык терминов «высказывание», «первое значение истинности», «второе значение истинности» и т. п. не представляет труда. Так что определение двухзначной логики как совокупности логических теорий, строящихся на основе предположения двух значений истинности высказываний, будет справедливым.

В двухзначных логических теориях в качестве значений истинности принимаются традиционные истинность и ложность. И дело здесь, конечно, не в факте традиции: последняя сама имеет какие-то основания. Истинность и ложность играют гораздо большую роль, чем роль просто двух каких-то значений истинности. Об этом говорит и то обстоятельство, что при построении или интерпретации многозначных логических систем выбираются два значения истинности, понимаемые как истинность и ложность, или множество значений разбивается на два подмножества такие, что одно соответствует истинности, другое ложности.

Всякая логическая теория так или иначе претендует на то, что она будет использована для достижения каких-то целей. Если при этом предполагается интерпретация ее в терминах некоторой конкретной предметной области, то безразлично, как будут в самой этой теории пониматься два допускаемые значения истинности. Например, если одно из них интерпретируется как одно из

возможных состояний объекта (контакта, клетки и т. п.), а другое — как другое из этих состояний, то употребление терминов «истинно» и «ложно» оказывается случайным для теории. Но в этом случае имеются лишь исторические причины зачислять эту теорию в число логических. Если же при использовании теории предполагается рассмотреть ее как описание некоторых свойств человеческих знаний и процессов оперирования ими, то здесь мы столкнемся именно с теми эмпирическими соображениями, о которых говорилось в предшествующем параграфе. С точки зрения этих соображений оценка знаний как истинных и ложных является и исторически и логически исходной, простейшей и наиболее часто употребляемой. Речь идет о терминах «истинно» и «ложно» не как о физических явлениях, а о их привычном значении: положение вещей именно таково, как говорится в высказывании, и, соответственно, не таково (высказывание соответствует действительности — истинно, высказывание не соответствует действительности — ложно).

5. Многозначную логику можно определить как совокупность логических теорий, исходящих из предположения n ($n \geq 2$) взаимоисключающих возможностей (значений истинности высказываний). Что касается исследования общих свойств и взаимоотношений этих теорий, то это охватывается многозначной логикой как направлением научных исследований. В этом смысле уместно определение: многозначная логика есть область современной логики, охватывающая логические исчисления (исчисления высказываний и предикатов), в которых высказываниями приписывается любое конечное или бесконечное множество значений истинности, и исследования свойств таких логических исчислений (непротиворечивость, полнота и т. п.) и взаимоотношений между ними. Эти оттенки термина «многозначная логика» не существенны, если они известны. Но в дальнейшем при рассмотрении взаимоотношений двузначной и многозначной логик мы будем иметь в виду первый смысл термина — будем рассматривать взаимоотношения логических теорий, а не направлений логических исследований в целом.

К данному определению многозначной логики необходимо сделать следующее дополнение. Многозначные логические теории можно разделить на три группы по характеру исходной гипотезы о числе значений истинности. К первой группе принадлежат теории, в которых n есть фиксированное целое число, большее двух, трехзначные, четырехзначные и т. п. логики (трехзначные логики Лукасевича, Гейтинга, Бочвара, Клини и т. д., четырехзначная логика Лукасевича и т. д.). Обычно при этом имеется в виду то, что $n > 2$. Часто под многозначной логикой имеют в виду именно логические теории такого типа, подчеркивая в многозначной логике возможность дополнительных значений сверх истинности и ложности.

Ко второй группе принадлежат теории, в которых n есть определенный класс чисел — 2^m , $k + l$, 2^{m+1} , k^l и т. п. Примером может служить класс логических систем, получаемых путем умножения матриц по методу Яськовского, система Грневского и другие. Здесь имеет место более общий подход, чем в теориях первой группы, но это еще не крайне общий подход (мы здесь не останавливаемся на целях построения систем такого рода, например — желание сохранить классическое исчисление высказываний у Лукасевича). Крайне общим подходом является подход, при котором предполагается любое конечное или бесконечное множество значений истинности (Пост, Лукасевич, Россер и Тёркетт, Яблонский и другие). При этом двузначная логика оказывается частным случаем, а n -значная выступает как обобщение двузначной логики. Это имеет силу и для теорий первой группы, но там это не выражено явно.

Учитывая в определении многозначной логики гипотезы о числе значений истинности, мы тем самым принимаем в качестве исходного пункта понимания ее анализ функциональных построений исчислений высказываний (и базирующихся на них исчислений предикатов). Это соответствует и историческому становлению ее (системы Лукасевича, Поста, Гейтинга), и существу дела. Развитие идей Броуэра создает видимость отступления от этого, поскольку здесь отправным было «ослабление» двузначной логики — исключение закона исключенного третьего из числа выводимых (доказуемых, утверждаемых, приемлемых) утверждений. Но это — лишь видимость. Поясним, в чем тут дело.

Аксиоматические логические построения сами по себе не являются ни двузначными, ни многозначными: сами по себе они представляют (каждое) некоторое конечное число последовательностей знаков и правил получения из них новых последовательностей знаков. Характер их как построений с тем или иным числом значений истинности высказываний обнаруживается (или даже в некоторых случаях создается) лишь при наличии определенных условий. Среди этих условий можно назвать следующие: 1) интерпретация знаков аксиоматического построения в некотором функциональном построении (например, интерпретация A , K , N и т. п. как функций двузначной, трехзначной или иной логики); 2) построение самих аксиоматических систем как удобного средства обзора тавтологий функциональной системы (как иногда говорят, формализация функциональных систем); 3) обоснование аксиоматических построений (например, доказательство их непротиворечивости) путем интерпретации, указанной в первом пункте, или путем интерпретации, которую можно в свою очередь интерпретировать функционально; 4) разъяснение знаков A , K , N и т. п. как знаков «или», «и», «не», и т. п. обычной речи, что неявно будет означать двузначную интерпретацию.

Естественно, что различие аксиоматических построений по

составу и виду аксиом само по себе еще ничего не говорит о различии их с точки зрения числа значений истинности. Если взять факт исключения принципа *tertium non datur* из числа аксиом (или выводимых из них утверждений) сам по себе, то мы еще не имеем никаких оснований считать это показателем перехода к многозначной логике. Лишь в связи с содержательными соображениями, лежащими в основе указанного факта, и попытками его интерпретации в трехзначном функциональном построении можно говорить здесь о переходе к многозначной логике (и рассматривать идеи Броуэра как один из источников последней). В этой связи уместно заметить, что сказанное в [4] об основателях многозначной логики будет лучше «ослабить» в следующем смысле: основателями многозначной логики являются Лукасевич и Пост; интуиционистская же критика принципа исключенного третьего лишь стимулировала исследования в области многозначной логики.

Мы здесь не касаемся целого ряда других соображений, изложенных в [4]. Отметим лишь одно: всякое аксиоматическое построение, формализующее многозначное функциональное построение, может быть интерпретировано как двузначное (об исключениях на этот счет скажем ниже). Так что различие логических систем по исходным гипотезам о числе значений истинности в плане рассматриваемой темы является решающим. Различение по отношениям классов выводимых утверждений (формул, высказываний) не является здесь достаточно строгим: эти отношения ничего не говорят о том, какие функциональные интерпретации сравниваемых аксиоматических построений возможны, необходимы и т. п.

Одно замечание еще о терминах «классическая» и «неклассическая» логика. Как говорилось в [4], эти термины не являются строго определенными. Чаще их употребляют в смысле: классическая логическая система — двузначное функциональное построение, аксиоматическое построение, дедуктивно полное относительно двузначного функционального построения, система гётевского типа (см [9]), эквивалентная классической системе гильбертовского типа (классическому аксиоматическому построению); неклассическая логическая система — многозначное функциональное построение, «ослабленная» логическая система (аксиоматики интуиционистской логики, системы *NI* и *LI* Гётевца), логическая система, не имеющая функциональной интерпретации, не имеющая адекватной функциональной интерпретации, интерпретируемая с какой-либо целью в многозначном функциональном построении (модальные системы, системы сильной и строгой импликации и т. п.). Однако в том плане, в каком у нас идет рассмотрение проблемы, эти термины совпадают соответственно с терминами «двузначная» и «многозначная»: мы все время держимся в рамках гипотез о числе значений истинности.

6. Перейдем к рассмотрению взаимоотношений двузначной и многозначной логик. Как было показано в [1], эти взаимоотношения многообразны. Мы здесь остановимся на тех из них, которые имеют наибольший (на наш взгляд) философский интерес. Обратимся прежде всего к функциональным построениям логики высказываний.

Примем следующие обозначения: 1) x, y, z, \dots — переменные высказывания; 2) $1, 2, \dots, n$ — значения истинности; 3) i — любое из $1, 2, \dots, n$; 4) xi — x имеет значение истинности i (или $x = i$); Nxi — x не имеет значения истинности i (или $x \neq i$).

Функциональные построения в логике высказываний (или, по терминологии [3], построение алгебры высказываний) представляют собою решение содержательной задачи, хотя сами термины «высказывание» «значение истинности» и т. п. берутся без определения или вообще заменяются другой более общей терминологией. Это есть решение содержательной задачи в том смысле, что оно исходит из некоторых содержательных гипотез, которые не всегда формулируются явно. Помимо гипотезы о числе значений истинности (и принятого способа их обозначения), здесь следует прежде всего назвать гипотезу о взаимоотношениях между значениями истинности. Все известные построения исходят на этот счет из следующего предположения: либо xi , либо Nxi ; не может быть, чтобы одновременно было xi и Nxi . И в этом смысле они исходят из предположения двузначности высказываний xi . Вместе с тем, они исходят из следующего предположения: либо $x1$, либо $x2, \dots$, либо xn . И в этом смысле они исходят из предположения n -значности x .

Эти два предположения следует строго различать: одно из них касается средств наших рассуждений при конструировании данной системы, другое характеризует эту систему. Первое предположение и служит базой для использования двузначной логики при построении n -значной. При построении двузначной логики высказываний, естественно, не могут быть использованы определения и утверждения самой этой строящейся логики: здесь приходится опираться на привычные навыки мышления. При построении же n -значной логики возможно использование уже определенных функций двузначной логики, — это более высокий этаж в логической науке. При этом имеется в виду использование ее в качестве средства рассуждений, при описании функций n -значного построения.

Необходимо сделать к сказанному ряд важных замечаний. При построении n -значной логики возможно использование двузначного исчисления высказываний. Но это не обязательно, как об этом говорят факты: и в этом случае можно рассуждать на уровне привычных правил. Собственно говоря, двузначное исчисление высказываний используется при построении n -значных лишь в той мере, в какой оно выступает как экспликация этих

привычных правил рассуждения. В частности, приведенное выше первое предположение можно записать в форме $NKxiNxi$ и $AxiNxi$, где A , K и N суть соответственно двузначные дизъюнкция, конъюнкция и отрицание.

Построение n -значной логики, говорилось выше, есть решение содержательной задачи. И с этой точки зрения использование двузначной логики нельзя считать просто стечением обстоятельств. Допустим, что n -значная логика строится посредством m -значной, где $m > 2$. Это значит, что для описания функций n -значной логики используются функции m -значной. Это предполагает допущение m -значности высказываний xi . Поскольку x дано, то речь может идти только об i : имеет x значение i или не имеет его. Помимо этих двух возможностей допустима еще только одна: не известно, не имеет значения, нельзя установить и т. п., xi или Nxi . А эта возможность лишена смысла при определении самих функций n -значной логики. Здесь имеет смысл лишь такая ситуация: если при определении некоторой функции не для всех комбинаций значений аргументов (а все эти комбинации заданы) указано соответствующее значение — функции, то мы тем самым будем иметь определение класса функций. Но это не имеет никакого отношения к многозначности (к трехзначности) xi .

Но допустим все-таки, что функция $F(x^1, \dots, x^k)$ n -значной логики описывается выражением W , построенным из выражений вида xi (из высказываний о значениях аргументов) и знаков функций m -значной логики. Какова цель такого описания? Очевидно, цель его состоит в том, чтобы для любой комбинации значений аргументов посредством некоторых рассуждений установить значение W и, тем самым, $F(x^1, \dots, x^k)$. Здесь возможны два пути. 1) двузначный путь, для которого принимается, что $xi = 1^*$ (истинно), если xi , и $xi = 2^*$ (ложно), если Nxi ; 2) многозначный, для которого принимается, что $xi = k^*$, если xl , где l есть одно из значений $1, \dots, n$, приписываемых x , а k^* — одно из значений, приписываемых xi (и xl). Во втором случае это должно быть сделано для всех n и для всех m значений, — задача довольно громоздкая. Но при этом второй путь должен быть так или иначе обобщением первого, чтобы поставленная задача (описание данной F) была выполнена однозначно. Принципиально такой путь мыслим. Но он (даже в случае, если допустима его реализация) не целесообразен: для решения стоящей задачи он не имеет никаких преимуществ перед первым.

Если ко всему сказанному добавить еще то соображение, что в конечном счете нам все-таки придется опираться на привычные правила рассуждений, описываемые прежде всего двузначной логикой, то роль последней в построении n -значных систем можно охарактеризовать более «сильным» выражением, чем утверждение о ее достаточности для этой цели (см. [2]). Мы не говорим здесь о ее необходимости (о том, что это — единственный путь)

лишь постольку, поскольку здесь приходится иметь дело не с доказательством (повторяем, что иной путь здесь мыслим, допустим), а с эмпирическими фактами, с генетическим подходом к изложению науки, с целесообразностью и т. п.

При определении (при записи) функции любой n -значной логики можно вообще элиминировать термины (знаки), обозначающие значения истинности [8]. Например, Axy двузначной логики можно определить так: $Axy = x$ и y или $не-x$ и y или x и $не-y$; $не-Axy = не-x$ и $не-y$. Аналогично можно поступать и в отношении многозначных функций. Но при этом придется внести один корректив относительно отрицания: последнее будет означать, что $x = x1$, $не-x = x2, \dots$, $не-\dots-не-x = xn$ (в последнем случае «не» записывается $n - 1$ раз), где $1, 2, \dots, n$ — значения истинности. Этот корректив необходим как показатель гипотезы n -значности. Например, трехзначная Axy может быть определена так: $Axy = (x \text{ и } y)$ или $(не-x \text{ и } y)$ или $(не-не-x \text{ и } y)$ или $(x \text{ и } не-y)$ или $(x \text{ и } не-не-y)$; $не-Axy = (не-x \text{ и } не-y)$ или $(не-x \text{ и } не-не-y)$ или $(не-не-x \text{ и } не-y)$; $не-не-Axy = не-не-x \text{ и } не-не-y$. Так это в этом смысле знаков «и» и «или» в обычном их смысле недостаточно для описания функций n -значной логики; необходимо еще отрицание, соответствующее гипотезе n -значности и обобщающее двузначное отрицание.

7. Вторая группа вопросов, связанных с проблемой взаимоотношения двузначной и многозначной логик, касается сравнения их законов. Рассмотрим ее на примере законов исключенного третьего и противоречия. Выбор именно этих законов не случаен: в традиционной логике они считались основными, сомнения в универсальности закона исключенного третьего были одним из источников формирования идей многозначной логики, законы исключенного третьего и противоречия непосредственно связаны с гипотезой двузначности и т. д.

Выражение «логический закон» не является однозначным. Оно может относиться к предложениям о числе значений истинности и о их отношениях, лежащим в основе функциональных построений, к тавтологиям (всегда утверждаемым, всегда истинным и т. п. высказываниям, формулам, выражениям и т. п.) функционального построения и к аксиомам аксиоматического построения. Эти оттенки значений выражения «логический закон» необходимо различать в соответствующих рассуждениях. Если мы возьмем, например, двузначную логику, то получим такую картину. Исходная гипотеза функциональных построений может быть сформулирована так: высказывания принимают значения истинности из числа двух — истинно и ложно; каждое высказывание либо истинно, либо ложно; истинное высказывание не может быть ложным, а ложное истинным (или не может быть, чтобы высказывание было одновременно истинно и ложно); другими словами, множество всех высказываний разбивается на два непересекаю-

щихся подмножества истинных и ложных высказываний [4]. В числе тавтологий двузначного исчисления высказываний содержатся такие, которые словесно выражаются сходным образом: либо x , либо не- x ; не может быть, чтобы было x и не- x . При рассмотрении многозначных систем и их отношений к двузначным эти различия приобретают существенное значение.

Сравнение логических систем по исходным гипотезам о числе значений истинности и о взаимоотношениях последних проблемы не представляет: сходство и различие здесь очевидны. Сходство, повторяем, состоит в том, что для любого числа значений истинности имеет силу положение: либо высказывание имеет некоторое значение истинности из числа возможных, либо не имеет его. Это положение не отменяется и в том случае, если допустить такое отношение: если xi , то xk (из того факта, что xi , следует, что xk), где i и k суть различные значения из числа возможных. Впрочем, многозначные построения с таким допущением не встречаются. Что касается сравнения тавтологий, то для осмысленности его необходимо установить соответствие определений функций. Без этого можно говорить лишь о различных функциях и различных положениях. Соответствие логических законов (и их интерпретаций) должно быть установлено и при сравнении аксиоматических систем (сказанное станет яснее из дальнейших примеров).

8. Возьмем закон исключенного третьего. Он может быть сформулирован в нескольких различных видах, по крайней мере — в следующих трех: 1) Каждое высказывание либо истинно, либо ложно (в этом виде закон был впервые четко сформулирован стоиками); 2) каждое высказывание либо имеет некоторое значение истинности, либо не имеет его (в этом виде закон можно сформулировать, учитывая опыт построения многозначных исчислений высказываний); 3) $AxNx$ (x или не- x) является всегда утверждаемым (в частности — всегда истинным) высказыванием или тавтологией. Совершенно очевидно, что речь здесь идет не об одном и том же законе, который лишь формулируется различно, а о разных смыслах выражения «закон исключенного третьего», о разных положениях. И судьба их в многозначной логике (по отношению к двухзначной) различна.

Легко видеть, что вторая формулировка применима к истинности и ложности в следующем смысле: каждое высказывание либо истинно (ложно), либо не является истинным (ложным). И лишь постольку, поскольку число значений истинности ограничено двумя (истинно и ложно), мы получим в качестве частного случая первую формулировку. Так что вторая формулировка является более общей, чем первая.

Закон исключенного третьего, взятый во второй формулировке, не отвергается в неклассической логике. Без него нельзя построить логическую систему: если мы приписываем высказыванию какое-то значение истинности, то нельзя без противоречий в

этом же самом акте (например, при проверке сложного выражения, при выявлении тавтологий и т. п.) отречься от принятого. В первой же формулировке закон оказывается относительным: для n -значной логики будет иметь силу то положение, что высказывание либо имеет значение истинности, допустим, 1, либо 2, либо..., либо n , в общем — одно из n возможных значений истинности, где n — любое конечное или бесконечное множество.

Закон исключенного третьего, взятый в третьей формулировке, с одной стороны, является более общим, поскольку берутся любые высказывания и их отрицания, а не только высказывание о значениях истинности высказываний, т. е. высказывания определенного содержания. С другой же стороны, формулировка этого закона опирается на предположения о числе значений истинности высказывания и определения дизъюнкции и отрицания. Здесь неуместно говорить о том, как разрешается кажущаяся парадоксальность проблемы. Важно другое, а именно — зависимость этой третьей формулировки от исходных предположений и определений, следствием чего является относительный характер закона.

В многозначной логике известны многочисленные факты, когда дизъюнкция A и отрицание N определяются как обобщения таковых двузначного исчисления высказываний, однако при этом $AxNx$ законом не является. Это, например, трехзначная логика Лукасевича и ее обобщение на любое число значений истинности (работы Россера и Тёркетта), система Гейтинга и т. п. Функции многозначной логики должны быть обязательно обобщением упомянутых двузначных функций, иначе исчезает база для сравнения. Другими словами, должно быть выполнено следующее условие. Пусть i есть значение истинности, соответствующее истине в двузначной логике, а k — ложности. Независимо от числа значений истинности в некотором построении, для A и N должно выполняться следующее: $Ni = k$, $Nk = i$, $AiNi = AkNk = i$ (если тавтология имеет значение i).

Надо сказать, что третья формулировка закона исключенного третьего не обязательно отпадает в многозначной логике. Это зависит от характера обобщения двузначных функций (здесь возможны весьма разнообразные пути) и от определения тавтологии. В четырехзначной логике Лукасевича, например, рассматриваемая (третья) формулировка сохраняет силу, хотя здесь и отпадает первая формулировка: здесь высказывание либо имеет значение истинности 1, либо 2, либо 3, либо 0. Как видим, ситуация получается такая, что осмысление ее невозможно без четкого различения многообразных смыслов выражения «закон исключенного третьего». Даже в рамках одной и той же логической системы возможны различные обобщения двузначных функций A и N , так что в одном плане обобщение $AxNx$ не будет законом, в другом — будет (например, в системе Рейхенбаха приведены различные варианты таких обобщений).

Можно сформулировать следующее общее положение: среди возможных функций n -значного исчисления высказываний имеются такие (по крайней мере по одной), которые являются обобщением двузначных A и N , и при любом определении закона (тавтологии) $AxNx$ останется законом; имеются также такие обобщения A и N , что при любом определении закона $AxNx$ законом не будет. Конечно, обозначения должны быть как-то дифференцированы. Определение закона предполагает деление множества значений истинности на два непустые подмножества, из которых одно соответствует классу утверждаемых высказываний.

Особенно важно обратить внимание на следующее обстоятельство. Хотя в многозначной логике закон исключенного третьего в третьей его формулировке теряет характер абсолютности (строятся системы, где он не попадает в число законов), однако это ни в коей мере не означает признания в качестве закона его отрицания. Более того, это не означает признания того, что в некоторых случаях отрицание высказывания « x или не- x » может принимать значение истинности, соответствующее истине, то есть быть утверждаемым. В трехзначной логике Лукасевича и Гейтинга, например, отрицание « x или не- x » никогда не принимает значения истинности, соответствующего истине. Но и без примеров эта мысль достаточно ясна: допущение правомерности в ряде случаев отрицания (« x или не- x » или также допущения « x и не- x ») лишает логические построения фундамента, — они вообще оказываются невозможными. Видимость отступления от этого правила создается за счет того, что функции A и N фактически не являются обобщением двузначных (происходит подмена понятий).

В общем, если требуется выполнить условие (см. выше) $Ni = k$, $Nk = i$ и $AiNi = AkNk = i$, то $NAxNx$ законом быть не может, так как $NAiNi = NkNk = k$ (т. е. имеет значение истинности, соответствующее ложности, не является утверждаемым). Что касается выполнимости $NAxNx$, об этом скажем ниже (высказывание считается выполнимым, если оно может быть утверждаемым при каких-либо значениях истинности образующих его высказываний, входящих в его состав переменных высказываний).

Заметим, наконец, что если $AxNx$ является законом в смысле тавтологии, он не всегда является законом в смысле аксиомы. В функциональных построениях тавтологичность его доказывается на основе определений A и N . В аксиоматических построениях он не обязательно фигурирует в числе аксиом (как например в построениях со знаками только импликации и отрицания), если даже и является приемлемым (выводимым, истинным и т. п.) в данном аксиоматическом построении.

Вообще же говоря, закон исключенного третьего должен формулироваться (одна из формулировок) не в виде $AxNx$, где A есть

неисключающая дизъюнкция, а в виде $BxNx$, где B есть исключаящая дизъюнкция: $Bxy = 1$, если $x \neq y$, и $Bxy = 2$, если $x = y$. В силу того, что $AxNx = BxNx$ (но $Axy \neq Bxy$), в качестве закона исключенного третьего обычно берут $AxNx$. Но и для случая $BxNx$ можно построить различного рода многозначные обобщения, для которых сохраняют силу все рассуждения о $AxNx$: в одних случаях $BxNx$ будет тавтологией, в других — нет; в рамках одного и того же многозначного построения возможны такие обобщения двузначных B и N , что для одних $BxNx$ будет тавтологией, для других — нет.

9. Аналогично обстоит дело с законом противоречия. Выражение «закон противоречия» может означать по крайней мере следующее: 1) высказывание не может быть одновременно истинным и ложным (истинное высказывание не ложно, ложное не истинно); 2) высказывание не может одновременно иметь значение i и не- i ; 3) $NKxNx$, т. е. (не- $(x$ и не- $x)$). Нет необходимости рассматривать отношения этих формулировок: они аналогичны рассмотренным в предыдущем разделе. Добавим лишь следующее. Первая формулировка сохраняет силу в любом n -значном построении (тогда как положение «каждое высказывание либо истинно, либо ложно» не сохраняется). Для второй формулировки можно сделать уточнение на случай, если из xi следует xk (или наоборот), где $i \neq k$, то есть i и k суть любые различные значения истинности из числа возможных: если из xi не следует xk и из xk не следует xi , то высказывание x не может одновременно иметь значение i и k .

Судьба третьей формулировки всецело зависит от определений K , N и тавтологии. Например, в трехзначной логике Лукасевича $NKxNx$ не есть тавтология, а в четырехзначной — тавтология (см. [5]).

Закон противоречия может быть также сформулирован в такой форме: высказывание x и его отрицание Nx не могут быть одновременно истинными (см., например, [3]). Эта формулировка не обязательно есть словесное выражение $NKxNx$. Она может быть просто принята в качестве принципа рассуждений без функционального построения. Скорее она совпадает с первой формулировкой, поскольку ссылка на ложность предполагает отрицание. Кроме того, если N есть обобщение двузначного отрицания, то рассматриваемая формулировка сохраняет силу в любом n -значном построении, тогда как $NKxNx$ не всегда будет при этом тавтологией (как в приведенном выше примере).

В двузначной логике, как известно, $AxNx = NKxNx$. Это позволяет законы исключенного третьего и противоречия, взятые в такой форме, рассматривать как различные записи одного и того же содержания. Правда, и здесь эти записи не тождественны с точки зрения некоторых интерпретаций, например — технических. В многозначной же логике они вообще могут оказаться

неравнозначными. Например, в логике Гейтинга $NKxNx$ будет тавтологией, высказывание же $AxNx$ — нет.

Закон исключенного третьего точно так же можно записать в форме «истинно либо высказывание x , либо его отрицание Nx », которая в известном смысле совпадает с первой формулировкой. Заметим между прочим, что эта формулировка точно так же не тождественна соответствующей формулировке закона противоречия: возможны случаи, когда закон исключенного третьего не включается в число правил рассуждений, а закон противоречия при этом сохраняется (см., например, об этом в [3]). Впрочем, в том виде, как мы сформулировали эти законы выше (имеются в виду первые формулировки), их различие выступает совершенно явно: закон исключенного третьего в этом смысле есть более сильное требование, чем закон противоречия.

Как уже говорилось, $NKxNx$ не всегда есть закон в смысле тавтологии. То, что законом не может быть $NNKxNx$, вытекает из требования, чтобы K и N были обобщением двузначных конъюнкции и отрицания (то есть при $n = 2$ $NKxNx$ есть во всех случаях тавтология). Но может ли $NNKxNx$ быть выполнимым в некотором построении? Ответ на этот вопрос, как и ответ на вопрос о выполнимости $NAxNx$, требует предварительных разъяснений, касающихся отрицания.

10. В работе [1] приводились различные формы отрицаний в многозначной логике и их различные функции. Здесь мы рассмотрим отрицание исключительно с той точки зрения, с какой это важно для понимания взаимоотношений двузначной и многозначной логик. Когда речь идет о сравнении их законов, то многозначные отрицания должны быть взяты как обобщение двузначного. Это обобщение должно учесть два момента. Первый состоит в следующем. В двузначной логике отрицание истинности есть ложность, а отрицание ложности — истинность. В многозначной логике это должно быть сохранено в таком виде: если i есть значение истинности, соответствующее истинности, а k — соответствующее ложности, то должно быть $Ni = k$ и $Nk = i$. Без этого условия всякое сравнение бессмысленно.

Но этого мало. Второй момент состоит в следующем. В многозначной логике при определении тавтологии и при решении вопроса о выполнимости или невыполнимости тех или иных высказываний множество значений истинности разбивается на два непересекающихся подмножества утверждающих (отмеченных) значений и неутверждающих (отрицающих, неотмеченных) значений. При этом как в том, так и в другом подмножестве может оказаться более одного значения. В двузначной же логике это деление совпадает с делением на истинность и ложность. Это обстоятельство, как показано в [2], служит для введения особой формы отрицания, которое превращает утверждаемое высказывание в неутверждаемое (отрицаемое) и наоборот. Это отрицание есть

обобщение двузначного по другой линии. Очевидно, что если I есть такое отрицание, а A и K — обобщение двузначных дизъюнкции и конъюнкции, то $AxIx$ и $IKxIx$ суть всегда утверждаемые высказывания, а $IAxIx$ и $IKKxIx$ (или $KxIx$) — всегда отрицаемые, невыполнимые.

Но суть проблемы не в этом, а в том, чтобы учесть деление значений истинности на утверждающие и отрицающие в определениях тех форм отрицаний, в которых для каждого значения указано соответствующее ему отрицающее его значение (I этого не делает для каждого значения). Рассмотрим предварительно несколько примеров, прежде чем сделать общий вывод на этот счет.

В трехзначной логике Лукасевича отрицание N определяется так: $N1 = 0$, $N0 = 1$ и $N^{1/2} = 1/2$. В логике Гейтинга N определяется так: $N1 = 0$, $N0 = 1$ и $N^{1/2} = 0$. Поскольку 1 соответствует истинности, а 0 — ложности, указанное выше первое условие обобщения двузначного отрицания соблюдено. Высказывания $NAxNx$ и $NNKxNx$ являются невыполнимыми в обеих системах. Однако при этом у Лукасевича $N^{1/2} = 1/2$, а у Гейтинга — $N^{1/2} = 0$, т. е. возможно, что N не превращает отрицающее значение в утверждающее. Так что в общем виде к обобщению двузначного отрицания нельзя предъявлять требование, чтобы оно превращало неутверждаемое высказывание в утверждаемое (речь идет не об отрицании этого требования, а об исключении его из числа условий обобщения двузначного отрицания, производимого с целью сравнения законов двузначной и многозначной логик).

Но можно ли также исключить требование, чтобы отрицание превращало утверждаемое высказывание в неутверждаемое, и ограничиться первым условием обобщения? Чтобы ответить на этот вопрос, пойдём обратным путем: выясним условия выполнимости и невыполнимости $NAxNx$ и $NNKxNx$ из рассмотрения самих этих высказываний. При этом будем опираться на следующие положения, обобщающие двузначные A и K : если i — утверждающее, а k — отрицающее значение истинности, то $Aii = Aik = Aki = i$, $Akk = k$, $Kii = i$, $Kik = Kki = Kkk = k$.

Возьмем $NAxNx$. Пусть $x = i$. Тогда $AxNx = i$. Имеем две возможности: $Ni = i$ (и тогда $NAxNx = i$) и $Ni = k$ (и тогда $NAxNx = k$). Пусть $x = k$. Если $Nk = k$, то $AxNx = k$ и $NAxNx = k$. Если $Nk = i$, то $AxNx = i$ и $NAxNx = k$. Таким образом, только в одном случае $NAxNx$ выполнимо, а именно — когда отрицание не превращает утверждаемое высказывание в отрицаемое (когда $Ni = i$).

Возьмем $NNKxNx$. Пусть $x = i$. Имеем две возможности: 1) $Ni = i$, и тогда $KxNx = i$, $NKxNx = i$ и $NNKxNx = i$; 2) $Ni = k$, и тогда $KxNx = k$; затем — либо $Nk = i$, и тогда $NKxNx = i$, а $NNKxNx = k$, либо $Nk = k$, и тогда $NKxNx = k$ и $NNKxNx = k$. Пусть $x = k$. В таком случае $KxNx = k$. Имеем две возможности: 1) $Nk = k$, и тогда $NKxNx = k$ и $NNKxNx = k$; 2) $Nk = i$, и тогда

$NKxNx = i$; если $Ni = k$, то $NNKxNx = k$; если $Ni = i$, то $NNKxNx = i$. Таким образом, $NNKxNx$ выполнимо, если $Ni = i$ (первая возможность) и если $Nk = i$ и $Ni = i$ (вторая возможность). В обоих случаях условием выполнимости $NAxNx$ и $NNKxNx$ является то, что $Ni = i$, то есть что N не превращает утверждаемое высказывание в отрицаемое. Тот факт, что в некоторых случаях $Nk = i$, мы не указываем, поскольку это допускается (не исключается, хотя и не является общим требованием, как отмечалось выше и как видно также из приведенного рассуждения).

В работе [1] при обсуждении данного вопроса целый ряд моментов остался невыявленным, так что соответствующие рассуждения нельзя считать вполне строгими. Теперь можно сделать следующий корректив к ним. Первое условие обобщения двузначного N (чтобы отрицание значения, соответствующего истинности, давало значение, соответствующее ложности, а отрицание значения, соответствующего ложности, давало значение, соответствующее истинности) сомнения не вызывает. Второе условие обобщения (чтобы отрицание утверждающего значения давало отрицающее) нуждается в обсуждении. Возможно, здесь достаточно соглашения. Во всяком случае, ясно одно: если это условие принять, то $NAxNx$ и $NNKxNx$ оказываются невыполнимыми в любом построении. Если же его не принимать, то эти высказывания могут оказаться выполнимыми.

Заметим, что если это второе условие не принимать, то тем самым ни в коей мере не исключается возможность отрицания, превращающего утверждаемое высказывание в отрицаемое,— первое условие не затрагивается.

Но и одного первого условия достаточно, чтобы сделать вывод об отсутствии противоречия между двузначной и многозначной логикой, ибо оно позволяет исключить из числа тавтологий любого построения рассматриваемого вида выражения $NAxNx$ и $NNKxNx$. Принятие второго условия (а оно есть обобщение двузначного отрицания и потому разумно) позволяет сделать более сильный вывод о невыполнимости этих выражений. Между прочим надо сказать, что отрицание $NKxNx$ есть именно $NNKxNx$, но не всегда $KxNx$, так как не всегда $NNKxNx = KxNx$.

Встречающиеся в логической и философской литературе допущения $NNKxNx$ (или даже $KxNx$) основываются на явных недоразумениях, на смешении понятий и игнорировании требований к обобщению K и N . Сошлемся в качестве примера на работу [6]. Здесь отрицание ничего общего не имеет с действительным отрицанием: $Nx = x$, если x имеет значение истинности, соответствующее истине (выражаясь в употребляемой у нас терминологии). Аналогично и конъюнкция не соответствует ее двузначному определению и даже привычному смыслу «и».

11. Сравнение двузначных и многозначных построений, разумеется не ограничивается сказанным. В частности, в многозначных

построениях имеют место функции, а следовательно — и формулируемые посредством их тавтологии, которые не имеют аналогов в двузначной логике; многозначное построение может быть предназначено исключительно для обзора тавтологий определенного рода, так что возможно отсутствие в них функций, обобщающих те или иные двузначные (в частности A и K). Можно указать и другие аспекты сравнения, но они не имеют такого философского интереса, как сравнение, рассмотренное в разделах 7—10. Добавим к нему еще ряд соображений, связанных с аксиоматическими построениями.

Надо сказать, что и в функциональных построениях можно выделить первичные понятия и производные, определяемые через них, выделить исходные утверждения и утверждения, выводимые из них по правилам логики, (в частности, определениям основных функций можно придать вид аксиом). Но в этом случае можно говорить о дедуктивном методе в отличие от опытного. Во всяком случае, когда речь идет об аксиоматическом построении логической теории, то имеется в виду построение, отличное от функционального. Как уже отмечалось, при аксиоматических построениях некоторые последовательности знаков определяются как истинные, всегда утверждаемые, доказуемые и т. д. (терминология употребляется разнообразная формулы (высказывания и т. п.); указываются правила получения из них новых истинных формул.

Совершенно очевидно, что сравнение аксиоматических построений с точки зрения нашей темы лишено смысла, если они не рассматриваются как аксиоматизация функциональных построений или не интерпретируются функционально. Сравнение, далее, предполагает установление соответствия логических знаков, более того — установление по крайней мере частичного тождества их. Речь идет не о том, что в одной системе, например, конъюнкция обозначается знаком K , в другой — точкой, в третьей — каким-либо иным знаком и т. д., а о соответствии их значений. Например, сравнивая аксиоматику классического исчисления высказываний и интуиционистского, мы либо считаем употребляемые в них знаки импликации, конъюнкции, дизъюнкции и отрицания соответственно тождественными по значению, либо считаем знаки одной соответственно обобщением знаков другой (можно сказать, частично тождественными), если одну интерпретируем как двузначную, а другую — как трех (и более) значную.

Учитывая указанные условия сравнения, мы, естественно, не найдем ни одного прецедента противоречия между двузначной и многозначной логиками и с точки зрения аксиоматизации их. В частности, отсутствие закона исключенного третьего в числе аксиом и выводимых из них положений вовсе не означает того, что в числе аксиом и выводимых из них положений окажется отрицание этого закона. Аналогично обстоит дело и с другими законами двузначной логики.

Допустим один единственный случай, когда высказывания вроде $NAxNx$, $NNKxNx$, $KxNx$ и т. п. будут фигурировать в качестве аксиом некоторой системы, а именно — когда потребуются определить аксиоматически класс всегда отрицаемых (всегда ложных) высказываний. Например, возможна такая примитивная система: 1) $KxNx$ есть выводимая (доказуемая, приемлемая и т. п.) формула; 2) если x и y суть выводимые формулы, то выводима и Kxy . Но при этом выводимость придется интерпретировать как... невыводимость (отрицаемость, недоказуемость и т. п.), если эту систему будем рассматривать в связи с другими логическими теориями. Но такая перефразировка принципиально не меняет сути дела.

В силу того, что в многозначных функциональных построениях имеются функции, для которых нет аналогов в двузначной логике, соответствующие им аксиоматические построения могут содержать знаки, для которых не найдется соответствующих по значению знаков в аксиоматиках для двузначной логики (например, аксиоматика Вейсберга — Слупецкого, Россера и Тёркетта и другие). Это может служить одним из критериев различения аксиоматических систем.

От двухзначной или многозначной интерпретации аксиоматического построения зависят некоторые свойства последнего. Так, аксиоматика классического исчисления высказываний может быть истолкована как аксиоматизация многозначного функционального построения. Но при этом она может оказаться функционально неполной относительно последнего, так как в частности при этом будут невыводимыми тавтологии, которые формулируются с помощью знаков функций, не имеющих аналогов в двузначной логике. Так что можно ввести дополнительные требования к аксиоматическим построениям, взятым в их отношении к функциональным, позволяющие дифференцировать их.

12. Третья группа вопросов, относящихся к взаимоотношению двузначной и многозначной логик, может быть объединена такой формулировкой: каким путем из двузначной логики получить многозначную и наоборот? Как показано в [1], эти пути разнообразны. Поскольку аксиоматические построения с точки зрения нашей темы берутся как соотносенные с функциональными, то для характеристики этих путей достаточно ограничиться последними. Например, «ослабление» двузначной логики путем исключения какой-либо аксиомы можно рассматривать как переход к многозначной логике лишь в той мере, в какой это оправдывается функционально: строятся определения многозначных функций, с точки зрения которых исключаемая аксиома уже не будет тавтологией (как в интуиционистской логике $AxNx$ не есть тавтология). Аналогично — с обратным переходом.

Рассмотрим прежде всего переход от двузначной логики к многозначной. Этот переход заключается прежде всего в таком обоб-

щении определений двузначных функций, что они оказываются в состоянии охватить многозначные функции. Обобщение может быть произведено сразу на любое число значений истинности. Возьмем, например, определения двузначных Nx , Axy и Kxy (истинность обозначим через 1, ложность — через 2): 1) $N1 = 2$, $N2 = 1$; 2) $A12 = A21 = A11 = 1$, $A22 = 2$; 3) $K12 = K21 = K22 = 2$, $K11 = 1$. Но этим определениям можно придать иной вид, в частности — такой: 1) $Nx = n - x + 1$, где $n = 2$; 2) $Axy = \min(x, y)$; 3) $Kxy = \max(x, y)$. Но теперь можно допустить любое конечное или бесконечное n , (допустить значения истинности 1, 2, ..., n) получив тем самым определения многозначных N , K и A . Например, приняв в качестве значений истинности 1, 2 и 3, получим трехзначные N , K и A .

Но обобщение может быть произведено иначе: может быть указан путь получения m -значных определений ($m > 2$) на основе двузначных. В [1], например, изложен метод умножения матриц Яськовского, принадлежащий к числу методов обобщения такого рода. Может быть термин «обобщение» здесь и не вполне подходящий. Однако здесь, как и в приведенном выше случае, многозначные матрицы получаются из двузначных.

Переход от двузначной логики к многозначной, однако, не сводится к такому обобщению двузначных функций. Последнее есть лишь сторона, момент в построении многозначной системы. Во-первых, при этом не всегда многозначные функции будут охвачены все без исключения. Во-вторых, понятие тавтологии остается не определенным. В-третьих, класс равнозначных выражений не обязательно должен совпасть с таковым двузначной логики (может и не совпасть), для выявления равнозначных выражений потребуются дополнительное исследование. Во всяком случае, требуется доказательство совпадения, если оно имеет место. Например, если $Nx = n - x + 1$, $Axy = \min(x, y)$ и $Kxy = \max(x, y)$, то доказывается, что $Axy = NKNxNy$, как и в двузначной логике. Определим, например, Axy иначе, а именно — так: $Axy = i$, если $x = y = i$, и $Axy = 1$ в остальных случаях. Теперь указанная равнозначность не будет иметь места (в частности, при $n = 3$ $A23 = 1$, а $NKN2N3 = 2$), что опять-таки требует доказательства. В общем, построение многозначной логики даже в том случае, если оно выступает как обобщение двузначной, есть специальное исследование, в котором обобщение выступает лишь как один из моментов. Точно также будет обстоять дело при переходе от многозначной логики к двузначной. Прежде всего переход к двузначной логике как к частному случаю n -значной логики выступает просто как полагание $n = 2$ лишь тогда, когда n -значное построение не содержит знаков функций, не являющихся обобщением двузначных. Если это условие не выполняется, то для перехода требуются дополнительные операции. Например, переход от логической системы с функцией Слупецкого к двузначной логике требует

отбрасывания самой этой функции: поскольку $Tx = 2$, где 2 есть значение истинности, отличное от соответствующего истинности (1) и от соответствующего ложности (n), то одно лишь постулирование $n = 2$ делает Tx бессмысленной; но вывод об этом сделать все-таки надо.

В работе [1] приводились и другие формы получения двузначной логики из многозначной. Для всех этих форм точно также характерно использование дополнительных операций помимо постулирования $n = 2$: замена некоторых значений истинности значениями, соответствующими истинности или ложности, установление правил замены знаков n -значной системы знаками двузначной и т. п. В общем, многозначная логика выступает как обобщение двузначной (а двузначная — как ограничение многозначной) лишь в определенном смысле этого слова, с определенной точки зрения.

Можно ли вообще свести многозначную логику к двузначной, представить ее как своего рода комбинацию двузначных? По самому смыслу понятий это сделать невозможно. Если в основе двузначной логики лежит гипотеза «либо $x = 1$, либо $x = 2$ », а в основе многозначной — гипотеза «либо $x = 1, \dots$, либо $x = n$ », то «сведение» второй к первой возможно лишь путем ограничения $n = 2$. Положение «либо $x = i$, либо $x \neq i (1 \leq i \leq n)$ », имеющие силу для n -значной логики, ни в какой мере не позволяет осуществить критикуемое сведение: оно не устраняет возможности $n \geq 3$.

Многозначную логику высказываний в принципе можно построить так, что все основные функции ее будут обобщением двухзначных, но с помощью их можно определить многозначные функции, не имеющие аналогии в двузначной логике. В работе [7] показано, что построение с основными функциями $Kxy = \max(x, y)$ и $Nx = x + 1 \pmod{n}$ (где значения истинности суть $0, 1, 2, \dots, n-1$) функционально полно. При $n = 2$ Kxy и Nx суть конъюнкция и отрицание двузначной логики. Будет, естественно, функционально полным и построение, если к K и N мы добавим еще функцию A , определенную так: $Axy = i$, если $x = y = i$, и $Axy = 0$, если $x \neq y$. Для $n = 2$ Axy есть двузначная дизъюнкция.

Очевидно, что $AxNx = 0$, так как $x \neq x + 1$. Если 0 соответствует истине, то $AxNx$ есть обобщение закона исключенного третьего. Как видим, в таких определениях он сохраняется. Очевидно также, что $NKxNx$ не может быть тавтологией в общем случае, а при $n > 2$ $AxNx \neq NKxNx$. Закон противоречия можно обобщить в такой форме: $N^i KxNx$, где i означает, что отрицание взято i раз. Выбор i зависит от n и от деления значений истинности на утверждающие и отрицающие. При $n = 2$ $i = 1$. В общем виде i должно быть подобрано так (и это всегда можно сделать), чтобы $N^i KxNx$ принимало утверждающее значение при любых значениях аргументов.

13. Идеи многозначной логики в настоящее время охватили и область логики предикатов (мы имеем в виду работы Россера и

Тёркетта прежде всего). В отношении многозначных исчислений высказываний сделаны многочисленные попытки их содержательной интерпретации и использования их для решения конкретных научных проблем (работы Лукасевича, Бочвара, Шестакова, Дегуш-Феврие, Рейхенбаха и других). Более того, сами идеи построения многозначных исчислений высказываний возникали в значительной мере под влиянием трудностей в решении тех или иных научных проблем в рамках двузначной (классической) логики, как это имело место в работах Лукасевича, Броуэра и ряда других авторов.

Иначе обстоит дело с многозначными исчислениями предикатов: пока еще никто не обнаружил необходимости в кванторах, отличных от классических кванторов существования и общности, и не предпринял попытки дать содержательную интерпретацию многозначных исчислений предикатов хотя бы даже только с целью иллюстрации самой возможности такой интерпретации, не говоря уже о том, что опыт построения многозначных исчислений предикатов пока еще сравнительно ничтожен.

Но если дело обстоит так, то может быть вообще не стоит говорить на эту тему? Думается, что это не так. В науке часто предложение теоретических результатов порождает сам спрос на них. Развитие логики и ее приложений за последние десятилетия показало, что логика не только способна описывать привычные способы рассуждения, но и предлагать нечто новое, еще не вошедшее в число логических средств науки. Не исключена возможность, что так будет обстоять дело и с многозначными исчислениями предикатов. Не исключена также возможность, что анализ основных идейных установок, лежащих в фундаменте этих исчислений, будет в какой-то мере способствовать уяснению их смысла и стимулировать попытки их интерпретации в терминах той или иной конкретной области науки. Выяснение же отношения многозначных исчислений предикатов к двузначному составляет необходимую часть этого анализа.

Классические кванторы (\forall — все, \exists — существует) и их отрицания ($N\forall$ — не все, $N\exists$ — не существует) обладают следующими свойствами: 1) каждый из них связывает только одну переменную; 2) превращают высказывание в двузначное (высказывание со всеми связанными переменными является либо истинным, либо ложным). Конечно, свойства их не исчерпываются сказанным. Но для дальнейшего достаточно выделить эти. Возможно ли, спрашивается, осуществить обобщение классических кванторов таким образом, чтобы обобщающие кванторы могли связывать каждый более одной переменной и превращать высказывания в многозначные, принимающие одно из n значений истинности, где $n \geq 2$? Как показано в работе [2], это возможно. И для реализации этой возможности требуется осуществить следующую абстракцию: отвлечься от содержательного смысла кванторов и

рассматривать их просто как знаки, включение которых по определенной схеме в высказывания придает последним одно из возможных значений истинности, — как знаки для связывания переменных. При этом содержательное различие кванторов и их отрицаний уже не имеет значения, важными являются лишь их соотношения. С этой точки зрения классический случай окажется логически исходным, простейшим и, вместе с тем, частным: связывается одна переменная, учитывается два значения истинности (два, а не одно, поскольку используется отрицание).

Содержательной, если можно так выразиться, предпосылкой введения обобщенных кванторов является допущение того, что высказывания могут принимать n значений истинности ($n \geq 2$) в зависимости от различных категорий значений переменных. — в общем, многозначность здесь интерпретируется как классификация значений переменных. Эта предпосылка необходима, поскольку исчисление предикатов есть надстройка над исчислением высказываний, включает в себя многозначные функции истинности. Формальной предпосылкой введения обобщенных кванторов является возможность построения определений специальных знаков, которые (по определению) могут связывать несколько переменных и превращать при этом высказывания в многозначные. Рассмотрим некоторые принципы этих определений (как они представлены в работе [2]), чтобы показать, что процесс обобщения двузначной логики представляет собою сложную совокупность операций, а результат его не противоречит двузначной логике.

Возьмем следующий гипотетический пример. Пусть x и y суть различные высказывания, содержащие переменные a и b . Пусть имеется некоторое высказывание $T(a, b, x, y)$. Значение истинности x , y и $T(a, b, x, y)$ пусть зависит исключительно от a и b . Знак T и должен их связать аналогично классическим кванторам. Определим условия истинности $T(a, b, x, y)$, дав тем самым определение T . В этом определении будет несколько пунктов такого вида: $T(a, b, x, y) = i$, если $(\dots a) (\dots b) (F^i xy = k)$, где $1 \leq k \leq n$, $1 \leq i \leq n$, F^i — функция n -значного исчисления высказываний, на месте многоточия стоят классические кванторы или их отрицания. Например, определение может иметь вид: 1) $T(a, b, x, y) = 1$, если $(\forall a) (\exists b) (Cxy = 2)$; 2) $T(a, b, x, y) = 2$, если $(\forall a) (\forall b) (Kxy = 1)$; 3) $T(a, b, x, y) = 3$, если $(\forall b) (\exists a) (Cxy = 1)$; 4) $T(a, b, x, y) = 4$ в остальных случаях; 5) $T(a, b, x, y) \neq 5, \dots, n$. Аналогично можно определять и другие формы T . Классический случай можно рассматривать как частный случай: $T^1(a, x) = (\forall a) x$, $T^2(a, x) = (\exists a) x$.

В определениях такого типа обобщенные кванторы определяются, как видно, через классические. Можно ли этого избежать? Надо думать, что нельзя ввести обобщенные кванторы, связывающие сразу более одной переменной, минуя кванторы, связывающие по одной переменной: условия связывания кванто-

ром T каждой переменной по отдельности можно всегда пред- ставить как кванторы, связывающие эти переменные по отдель- ности. Но возможно определение кванторов T сразу через кван- торы, которые хотя и связывают каждый по одной переменной, но являются неклассическими в том смысле, что превращают высказывания в n -значные ($n \geq 2$).

Пусть x есть высказывание с одной единственной перемен- ной a . Классические кванторы содержательно можно интерпретиро- вать так: 1) $(\forall a) x = \max(x^1, x^2, \dots)$, где x^1, x^2, \dots суть высказывания, образующиеся путем подстановки на место a всевозможных ее значений; 2) $(\exists a) x = \min(x^1, x^2, \dots)$. Это суть классические кванторы постольку, поскольку множество значений a разбиваются на два подмножества, из которых одно соответствует истинности (1), другое — ложности (2): подстанов- ка одних значений на место a дает истинные высказывания x^i , подстановка других — ложные.

Но множество значений a может быть разбито на n непересе- кающихся подмножеств ($n \geq 2$), соответствующих значениям исти- нности $1, \dots, n$: подстановка одних значений дает x^1 , имеющие значение истинности 1, подстановка других — x^i , имеющие значение истинности 2, и т. д. В таком случае мы получим много- значную (n -значную) интерпретацию \forall и \exists . Например, если мы допустим четыре категории значений a и если имеется хотя бы одно значение a , превращающее x в высказывание со значением истинности 3, то $(\forall a) x \geq 3$. Так что многозначная интерпрета- ция классических кванторов путем деления множества значений переменных на три и более подмножества (а не только на два) проблемы не представляет.

Допустив возможность n -значности высказываний $(\forall a) x$ и $(\exists a) x$, можно установить между обобщенными таким образом кванторами и их отрицаниями (отрицание должно быть много- значным обобщением двузначного) соотношения, аналогичные со- отношениям классических кванторов и их отрицаний и, вместе с тем, обобщающие эти соотношения.

Между классическими кванторами и их отрицаниями имеют место следующие соотношения: 1) $(\forall a) x = (N\exists a) Nx$; 2) $(N\forall a) x = (\exists a) Nx$; 3) $(\forall a) Nx = (N\exists a) x$; 4) $(N\forall a) Nx = (\exists a) x$; 5) если $(\forall a) x = 1$, то $(N\forall a) x = 2$; если $(\forall a) x = 2$, то $(N\forall a) x = 1$; 6) если $(\forall a) x = 1$, то $(\forall a) Nx = 2$; если $(\forall a) x = 2$, то $(\forall a) Nx = 1$ или 2; 7) если $(\forall a) x = 1$, то $(N\forall a) Nx = 1$; если $(\forall a) x = 2$, то $(N\forall a) Nx = 1$ или 2; 8) если $(\exists a) x = 1$, то $(N\exists a) x = 2$; если $(\exists a) x = 2$, то $(N\exists a) x = 1$; 9) если $(\exists a) x = 1$, то $(\exists a) Nx = 1$ или 2; если $(\exists a) x = 2$, то $(\exists a) Nx = 1$; 10) если $(\exists a) x = 1$, то $(N\exists a) Nx = 1$ или 2; если $(\exists a) x = 2$, то $(N\exists a) Nx = 2$. Здесь даны функциональные определения.

Аналогичные отношения можно установить и для n -значных \forall и \exists , но с таким расчетом, чтобы при $n = 2$ получались только

что приведенные отношения. Например можно сохранить пункты 1 — 4, а остальные заменить следующими: 5) $(N\forall a) x = n$, $\neg (\forall a) x + 1$; 6) $(\forall a) Nx = n$, если $(\forall a) x = 1$; $(\forall a) Nx = n$ или $(n - 1)$, если $(\forall a) x = 2$; $(\forall a) Nx = n$ или $(n - 1)$ или $(n - 2)$, если $(\forall a) x = 3$; . . . ; $(\forall a) Nx = n$ или $(n - 1)$ или . . . или 1, если $(\forall a) x = n$; 7) $(N\forall a) Nx = 1$, если $(\forall a) x = 1$; $(N\forall a) Nx = 1$ или 2, если $(\forall a) x = 2$; $(N\forall a) Nx = 1$ или 2 или 3, если $(\forall a) x = 3$; . . . ; $(N\forall a) Nx = 1$ или 2 или . . . или n , если $(\forall a) x = n$; 8) $(N\exists a) x = n - (\exists a) x + 1$; 9) $(\exists a) Nx = 1$ или 2 или . . . или n , если $(\exists a) x = 1$; $(\exists a) Nx = 1$ или 2 или . . . или $(n - 1)$, если $(\exists a) x = 2$; . . . ; $(\exists a) Nx = 1$, если $(\exists a) x = n$; 10) $(N\exists a) Nx = 1$ или 2 или . . . или n , если $(\exists a) x = 1$; $(N\exists a) Nx = 2$ или . . . или n , если $(\exists a) x = 2$; . . . ; $(N\exists a) Nx = n$, если $(\exists a) x = n$. Насколько целесообразно такое обобщение классических кванторов и такие их соотношения (или другие, в частности — с другой формой отрицания), этот вопрос выходит за рамки вопроса о допустимости этого пути с чисто логической точки зрения. Используя обобщенные рассмотренным образом кванторы, можно определить через них кванторы, связывающие несколько переменных.

Следует, однако, заметить, что рассмотренное выше обобщение классических кванторов по линии числа значений истинности можно записать так (пусть \forall^* и \exists^* суть n -значные кванторы): 1) $(\forall^* a) x = i$, если $(\exists a) x = i$ и $(\forall a) x \leq i$; 2) $(\exists^* a) x = i$, если $(\exists a) x = i$ и $(\forall a) x \geq i$. Но в таком случае \forall^* и \exists^* определяются через классические \forall и \exists .

Возможно ли введение кванторов, связывающих более одной переменной, минуя \forall и \exists (или их обобщенный вариант \forall^* и \exists^*)? Возьмем некоторое высказывание x , содержащее m свободных переменных ($m \geq 1$). Введем знак T такой, что включение его в x (или лучше сказать, приписывание к x) по определенной схеме, допустим — $(T \dots) x$, превращает x в определенное, то есть определяет условия истинности x . За счет чего это может быть достигнуто? Во-первых, за счет того, что T будет выражать классификацию комбинаций значений переменных. Именно комбинаций, поскольку m может быть равно двум, трем и т. д. Но в этом случае фактически переменных будет не две, три и т. п. а одна дифференцированная переменная — двойка, тройка и т. д. переменных. Положение здесь сходно со случаем, когда имеется один субъект в высказывании, но он расчленен на две и более части, так что каждая из частей может быть субъектом какого-либо высказывания (например, «Тело a вместе с телом b имеет массу s »). Например, $T(a, b, x) = i$, если на место переменной a ставится ее значение из подмножества s множества всех значений a и на место переменной b ставится ее значение из подмножества r множества всех значений b . Для \forall^* и \exists^* , например, это будет выглядеть так: 1) $(\forall^* a, b) x = i$, если $(\exists a, b) x = i$ и $(\forall a, b) x \leq i$;

2) $(\exists^* a, b) x = i$, если $(\exists a, b) x = i$ и $(\forall a, b) x \geq i$. Выражения $(\forall a, b)$ и $(\exists a, b)$ читаются соответственно так: «для всех двоек значений a и b » и «существует двойка значений a и b ». Аналогично — для троек, четверок и т. п. переменных. Это точно также будет своеобразное обобщение \forall и \exists по линии числа переменных. Но здесь переменные не связываются каждая по отдельности, условия истинности высказывания не определены по каждой переменной, взятой в отдельности.

Как мы видели, даже в случае определения T через классификацию значений двоек, троек и т. д. переменных эта классификация стандартным образом определяется через \forall и \exists , во всяком случае может быть адекватно описана с помощью классических кванторов.

Во-вторых, T может быть определен путем ссылок на взаимоотношения высказывания внутри x , то есть путем ссылок на функции исчисления высказываний. Например, в составе определения T возможен такой фрагмент: $(T \dots) x = k (1 \leq k \leq n)$, если $F^i(y, z) = l (1 \leq l \leq n)$, где F^i — функция исчисления высказываний. Но при этом возникает альтернатива: либо высказывания, через связи которых определяется T , не содержат свободных переменных, и тогда T не будет квантором; либо они содержат свободные переменные, и тогда встает вопрос об условиях их истинности (в примере — когда $F^i(y, z) = l$, если y или z или оба содержат свободные переменные). Здесь опять-таки либо придется обратиться к классификации значений переменных, которая может быть описана посредством классических кванторов, либо связывать переменные кванторами \forall и \exists или \forall^* и \exists^* .

Если построение многозначных кванторов есть обобщение двузначных, то и аксиоматизация логики предикатов с этими кванторами есть обобщение двузначной логики предикатов. Так что и в логике предикатов отсутствие противоречия между двузначной и многозначной логикой вряд ли может вызвать сомнения, если соблюсти условия сравнения.

Функциональные построения в многозначной логике предикатов точно также осуществляются средствами двузначной логики. Собственно говоря, и здесь задача состоит в том, чтобы задать условия, при которых высказывание принимает некоторое значение истинности из числа возможных (для каждого из этих значений). При этом к задачам такого рода в исчислении высказываний прибавляется лишь учет субъектно-предикатной структуры высказываний и связывание переменных особыми знаками (кванторами). Структура высказывания не зависит от гипотез о числе значений истинности, а введение обобщенных кванторов есть решение некоторой содержательной задачи, как и определение функций исчисления высказываний.

14. В заключение надо отметить еще одну возможную группу вопросов, относящихся к взаимоотношению многозначной и

двузначной логик: в какой мере многозначная логика может быть эффективно использована для решения проблем двузначной логики (в более общем виде — в какой мере целесообразно использование n -значной логики в решении проблем m -значной логики, где $n > m$) и внутренних проблем логики вообще. С этой точки зрения можно говорить о многозначной концепции логики в целом и рассматривать ее отношение к двузначной концепции логики. Здесь требуется специальное исследование, выходящее за рамки задач данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Зиновьев. Философские проблемы многозначной логики. М., Изд-во АН СССР, 1960.
2. J. В. Rosser and A. R. Turquette. Many-valued logics. Amsterdam, 1952.
3. П. С. Новиков. Элементы математической логики. М., Физматгиз, 1959.
4. H. Greniewski. 2^{n+1} wartości logicznych. «Studia filozoficzne», 1957, NN 2, 3.
5. Я. Лукасевич. Аристотелевская силлогистика с точки зрения современной формальной логики. М., ИЛ, 1959.
6. H. W. Johnstone. The law of non — contradiction. «Logique et analyse», 1960, N 9.
7. С. В. Яблонский. Функциональные построения в k -значной логике. Труды Математического института АН СССР, т. 51, 1958.
8. H. Reichenbach. Philosophical Foundations of Quantum Mechanics. Berkeley and Los Angeles, 1946.
9. С. К. Клини. Введение в метаматематику. М., ИЛ, 1957.

О СЕМАНТИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИСТИНЫ

Говоря о причинах возникновения семантики, некоторые авторы указывают следующие три проблемы, для решения которых потребовался семантический анализ: 1) проблема антиномий; 2) проблема объяснения и уточнения основных понятий формализованной логики и математики; 3) проблема полной формализации логики [9; стр. IV].

Однако рассматривая эти побудительные причины возникновения семантики, нетрудно заметить, что первая и третья проблемы фактически сводятся ко второй. В самом деле, проблема антиномий, и в особенности антиномии лжеца, была поставлена, когда потребовалось определить одну из основных понятий, с которым имеет дело формальная логика, а именно — понятие истины. Что касается проблемы полной формализации логики, то она сама возникла в связи с попытками объяснения важнейшего понятия формальной логики — понятия следования.

Потребность в объяснении и уточнении основных понятий современной логики стала весьма настоятельной в силу того, что при интерпретации различного рода логических исчислений (т. е. различного рода формальных, синтаксических систем) выражения интерпретированной формальной системы (которая в этом случае называется семантической системой) приобретают определенное значение. В связи с этим возникает необходимость исследования таких проблем, как: 1) истина в формализованных языках, 2) соотношение знака и обозначаемого, 3) логическое следование. Изучением их и занимается семантика.

В задачу данной статьи не входит рассмотрение всех семантических проблем. Из множества вопросов, которые требуют семантического анализа, мы рассмотрим лишь один, а именно вопрос о семантическом определении истины, являющейся важнейшим вопросом первой проблемы.

С понятием истины мы встречаемся в современной формальной логике уже при исчислении высказываний, с которого обычно

начинается изложение логических учений. Так, например, в известной книге Д. Гильберта и В. Аккермана «Основы теоретической логики» на стр. 19 мы читаем: «Под высказыванием следует понимать каждое предложение, в отношении которого имеет смысл утверждать, что его содержание истинно или ложно» [2] (см. также [4; стр. 38]).

При построении аппарата логического исчисления непосредственно не возникает потребности в точном определении термина «истинное высказывание». Однако положение дел существенным образом меняется, когда то или иное исчисление интерпретируется как отображающее некоторую содержательную теорию или раздел науки. Здесь сразу же возникает вопрос: в силу чего одно высказывание данного исчисления признается истинным, а другое нет?

Чтобы ответить на этот вопрос, нужно иметь строгое определение того, что в данном логическом исчислении (или иначе говоря в данном формализованном языке) понимается под истинным высказыванием. Такое определение истинного высказывания называется семантическим определением.

По своему содержанию семантическое определение истины приемыкает к так называемому классическому определению истины как соответствия мысли действительности, берущему свое начало от Аристотеля. Согласно Аристотелю, «прав тот, кто считает разделенное разделенным и соединенное соединенным, а в заблуждении — тот, мнение которого противоположно действительным обстоятельствам» [1; стр. 162].

В формулировке А. Тарского это классическое определение истины выглядит так:

1) «Истинное высказывание — это то высказывание, которое гласит, что дело обстоит так-то и так-то, и дело обстоит именно так» [8; стр. 268].

Если взять какое-нибудь конкретное высказывание, например высказывание «снег идет», то формулировка условия его истинности будет выглядеть таким образом:

2) Высказывание «снег идет» истинное, если и только если снег идет.

Для любого высказывания формулировка будет такая:

3) « X » есть истинное высказывание, если и только если P .

В этой формулировке под P разумеется какое-нибудь высказывание о положении дел в действительности, а под « X » название этого высказывания.

Формулировка 3) соответствует классическому определению истины. Однако она не может служить в качестве определения истинного высказывания, так как подстановка на место P тех высказываний, которые утверждают собственную ложность, ведет к антиномии лжеца.

В самом деле, предположим, что в некоторой книге на стр. 9 напечатано следующее предложение (и только одно это предло-

жение) «предложение, которое напечатано в этой книге на странице 9, не истинно». Обозначим это высказывание через S , подставим в третью формулировку вместо « X » « S », а вместо P указанное предложение. Получим: а) « S » истинно, если и только если предложение, напечатанное в этой книге на странице 9, не истинно.

Так как S есть название предложения, которое напечатано в этой книге на странице 9, то мы имеем право в формулировке а) заменить выражение «предложение, которое напечатано в этой книге на странице 9», через « S ». Получим « S » истинно, если и только если « S » не истинно.

Как показал А. Тарский, для устранения возникшей антиномии необходимо прежде всего установить различие между объектным языком и метаязыком. Тот язык, в котором высказывания относятся к определенной предметной области, называется объектным, а тот, в котором высказывания относятся к предложениям и другим языковым выражениям, — метаязыком. Обозначим объектный язык буквой S , метаязык буквой — M . Для того, чтобы различать в символической записи S от M , будем в дальнейшем употреблять в качестве символов объектного языка латинские печатные буквы, а в качестве символов метаязыка латинские рукописные буквы. Заметим, что все предложения объектного языка можно переводить в предложения метаязыка. Предложения же с семантическими предикатами (т. е. предложения с предикатами «истинно», «обозначает» и т. д.) можно образовывать только в метаязыке.

Рассмотрим теперь, в соответствии с произведенным различием объектного языка и метаязыка, антиномию лжеца. Будем называть предложения объектного языка предложениями первого порядка, а предложения метаязыка — второго порядка. Как уже сказано, каждое предложение, в котором встречается предикат «истинно», есть, по крайней мере, предложение второго порядка (или более высокого порядка, если предложение, к которому оно относится, является метаязыковым).

Вышеприведенное предложение, напечатанное в данной книге на странице 9, содержит предикат «истинно» и, следовательно, его порядок определяется порядком того предложения, о котором оно говорит. Предположим, что то предложение, о котором оно говорит, есть предложение первого порядка. Тогда на странице 9 данной книги находится следующее предложение: «предложение первого порядка, напечатанное в этой книге на странице 9, не истинно». Данное предложение, поскольку в нем имеется предикат «истинно», есть предложение второго порядка. Сравнивая это предложение с предложением, действительно напечатанным на странице 9, мы видим, что на странице 9 не имеется никакого предложения первого порядка. То, что там напечатано, представляет собою как раз это же предложение, а оно, как уже установлено, есть предложение второго порядка. Если выразить это

предложение в форме «имеется предложение первого порядка, которое напечатано в этой книге на странице 9, и это предложение не истинно», то станет очевидным ложность его, поскольку такого предложения первого порядка в книге на странице 9 нет.

Таким образом, с помощью проведенного различия объектного языка S и метаязыка M , антиномия лжеца устраняется и появляется возможность давать такое определение истинного предложения¹ в какой-либо семантической системе S_1 , которое будет не только адекватно классическому определению истины по содержанию, но и безупречно по форме. Для этого нужно при формулировке того, что разумеется под истинным предложением в какой-либо семантической системе S_1 руководствоваться следующей конвенцией A .

Предикат pr_i метаязыка M тогда и только тогда является адекватным предикатом и его определение адекватным определением понятия «истинно» в отношении определенного объектного языка S_1 , если можно получить из данного определения pr_i любое предложение в M , которое получается из схемы « X есть W , если и только если P » путем подстановок pr_i вместо W , перевода какого-либо предложения S_i объектного языка вместо « P » и имени (соответственно какого-либо описания) этого предложения S_i — вместо « X » [7; стр. 27]. Проще говоря, для этого нужно в схеме « X есть истинное высказывание, если и только если P » заменить « X » именем какого-либо предложения объектного языка, а « P » переводом этого предложения на метаязык.

Для наглядного представления того, как образуется определение истинного предложения в какой-либо семантической системе S , рассмотрим элементарную семантическую систему S_1 , характеризующуюся следующими чертами².

1. Таблица знаков. В S_1 встречается два *in* (под *in* разумеются метаязыковые названия для индивидуальных постоянных), а именно « a » и « v »; два *pr* (под *pr* разумеются метаязыковые названия для предикатов), а именно « P_1 » и « P_2 » и пять логических знаков, а именно « \cdot », « \vee », « \sim », « $($ », « $)$ ».

2. Правила образования. Комплекс знаков S_1 является предложением S в S_1 , если и только если он соответствует одной из следующих форм:

- а) $pr(in)$;
- б) $\sim(S_i)$;
- в) $(S_i) \cdot (S_j)$;

¹ В формализованных языках выражения: «высказывание» и «предложение» понимаются как синонимы, поскольку в этих языках нет индикаторов («я», «ты», «здесь», «там», «тогда» и т. п.), позволяющих отличать предложение от высказывания, т. е. такого предложения, которое высказано определенным лицом в определенной ситуации.

² Рассматриваемый пример элементарной семантической системы заимствован из книги Штегмюллера «Проблема истины и идея семантики» [9; стр. 47—48].

г) $(S_i) \vee (S_j)$ причем S_i и S_j — суть предложения в б), в), г).

3. П р а в и л а о б о з н а ч е н и я. Выражение A_i в S_1 обозначает предмет q , если и только если A_i является первым и q вторым членом одной из следующих пар:

а) «а», Иван;

б) «в», Петр;

в) « P_1 », свойство быть голубоглазым;

г) « P_2 », свойство быть черноволосым.

4. П р а в и л а и с т и н н ы. Предложение S_1 является истинным в S_1 , если и только если выполняется одно из четырех следующих условий:

а) S_i имеет форму $pr_i(in_k)$ и обозначаемый через in_k объект имеет свойство pr_i ;

б) S_i имеет форму $\sim S_j$ и S_j не истинно;

в) S_i имеет форму $S_j \cdot S_k$ и как S_j , так и S_k истинны;

г) S_i имеет форму $S_j \vee S_k$ и S_j истинно или S_k истинно, или оба они истинны.

Руководствуясь этими правилами, мы для каждого данного выражения можем определить, является ли оно выражением S_1 и если оно является таковым, то есть ли оно предложение в S_1 и каково его значение или (что то же самое) при каких условиях оно истинно.

Если, например, нам дано выражение « $P_1(v) \equiv P_2(a)$ », то согласно таблице знаков мы сразу устанавливаем, что это выражение не является выражением S_1 , так как знак \equiv в системе S_1 не встречается.

Предположим теперь, что нам дано выражение « $P_1(v) \cdot \sim P_2(a)$ ». Согласно правилу 2а) мы устанавливаем, что « $P_1(v)$ » и « $P_2(a)$ » суть предложения.

Согласно правилу 2б) устанавливается, что « $\sim P_2(a)$ » есть также предложение, а на основании правила 2в), что все выражение « $P_1(v) \cdot \sim P_2(a)$ » есть предложение.

Если мы теперь хотим узнать, при каких условиях данное предложение истинно (и вместе с тем каково его значение), то применяя правильно 4а), получаем, что « $P_1(v)$ » истинно, если и только если предмет, обозначаемый через «в», обладает свойством P_1 . Применяя правила 3б) и 3в), мы устанавливаем, что «в» обозначает Петр, а « P_1 » — свойство быть голубоглазым. Из этого следует, что « $P_1(v)$ » истинно, если и только если Петр голубоглазый. Аналогично получаем, что « $P_2(a)$ » истинно, если и только если Иван черноволосый; « $\sim P_2(a)$ » истинно, если и только если « $P_2(a)$ » не истинно. Следовательно, « $\sim P_2(a)$ » истинно, если и только если Иван не черноволосый. Наконец, предложение « $P_1(v) \cdot \sim P_2(a)$ » на основании правила 4в) истинно, если и только если как « $P_1(v)$ », так и « $\sim P_2(a)$ » истинны. Следовательно, предложение « $P_1(v) \cdot \sim P_2(a)$ » истинно, если и только если Петр голубоглазый и Иван не черноволосый.

Рассмотрение элементарной семантической системы S_1 наглядно показывает, что семантическое определение истинного предложения всегда имеет значение только для данной семантической системы. Такая постановка вопроса для формализованных языков вполне оправдана, ибо одно и то же выражение (формула) может в одной семантической системе быть истинным, а в другой нет.

Например, в рассмотренной системе S_1 выражение « $P_1(\epsilon) \vee P_2(a)$ » согласно правилу 4д) истинно, если и только если « $P_1(\epsilon)$ » истинно или « $P_2(a)$ » истинно, или оба они истинны. Так как « $P_1(\epsilon)$ » истинно, если и только если Петр голубоглазый, а « $P_2(a)$ » истинно, если и только если Иван черноволосый, то, следовательно, в этой системе выражение « $P_1(\epsilon) \vee P_2(a)$ » истинно, если и только если Петр голубоглазый или Иван черноволосый, или Петр голубоглазый и Иван черноволосый.

Предположим теперь, что Петр действительно голубоглазый, а Иван черноволосый. В таком случае, согласно правилам истинности системы S_1 предложение « $P_1(\epsilon) \vee P_2(a)$ » истинно. Однако если бы в семантической системе S_1 вместо правила 4д) было правило: « S_i имеет форму $S_j \vee S_k$ и S_j истинно, а S_k ложно, или S_k истинно, а S_j ложно», то в такой семантической системе выражение « $P_1(\epsilon) \vee P_2(a)$ » было бы ложным при тех же самых фактических обстоятельствах, т. е. если бы в действительности Петр был бы голубоглазый, а Иван черноволосый.

Заметим, что ограничение значимости семантического определения истины рамками данной семантической системы не ведет к многозначности выражения «истинно». Однозначность этого выражения в любой семантической системе вполне обеспечивается выполнением конвенции А.

Перейдем теперь к рассмотрению тех философских вопросов, которые возникают в связи с принятием семантического определения истины.

Некоторые позитивисты, выступая с критикой семантического определения истины, утверждают, что принятие этого определения ведет к платонизму или наивному реализму [9; стр. 235—236]. Другие исследователи, наоборот, утверждают, что принятие этого определения ведет к субъективному идеализму.

По нашему мнению, и то и другое утверждение неверно. На самом деле, принятие семантического определения истины не ведет само по себе ни к материализму, ни к идеализму.

Для определения философской позиции логика существенным является не признание правильности семантического определения истины, а дальнейшее истолкование ряда возникающих при этом вопросов.

К такого рода вопросам относится прежде всего вопрос об истинности самой семантической системы S . Этот вопрос является уже не формально-логическим, а философским вопросом, так как для его решения необходимо установить, в каком смысле система

объектов, о которой идет речь в S , является «реальной» или «действительной», т. е. представляет ли она собою систему материальных или идеальных объектов или же выдуманных, несуществующих в действительности объектов.

Неопозитивисты, занимающиеся разработкой вопросов семантики, утверждают, что постановка вопроса о «реальности» имеет смысл лишь в отношении объектов внутри системы.

«Быть реальным в научном смысле, говорит Р. Карнап, значит быть элементом системы; следовательно, это понятие не может осмысленно применяться к самой системе» [3; стр. 301].

Например, если мы приняли «язык вещей», т. е. язык, в котором мы формулируем предложения об объектах, входящих в пространственно-временную упорядоченную систему наблюдаемых вещей и событий, то, по мнению Карнапа, мы имеем право ставить и отвечать на вопросы такого рода: «Есть ли на моем столе клочек белой бумаги?». «Действительно ли жил король Артур?». «Являются ли единороги и кентавры реальными или только воображаемыми существами?». и т. д., потому что подобного рода вопросы являются внутренними вопросами о том, можно ли включить данную вещь или событие в нашу систему, в соответствии с правилами, установленными для «языка вещей».

Что касается вопроса о реальности самого мира вещей, то он является внешним для данной системы и ответ на него не может быть сформулирован на вещном языке или каком-нибудь другом теоретическом языке. «Предложение, претендующее на утверждение реальности системы объектов, является псевдоутверждением, лишенным познавательного содержания» [3; стр. 311].

Из приведенного примера Карнапа о языке вещей ясно видно, как отрицание правомочности вопроса об истинности системы в целом, ведет к идеализму, поскольку при этом неизбежно отрицается и реальность мира вещей в целом.

Попытка Карнапа подменить вопрос об истинности системы в целом вопросом об ее эффективности [3; стр. 302 и 311] также не может считаться успешной, потому что эффективность системы есть производное явление от ее истинности. Только та система эффективна, которая истинна, то есть, в которой верно оценивается природа ее объектов в качестве существующих или несуществующих в действительности.

Следует отметить, что необходимость решения вопроса об истинности системы в целом отнюдь не означает того, что вопрос об реальности всей системы каких-либо новых объектов должен быть поставлен и ответ на него должен быть получен до введения новых языковых форм.

В процессе развития той или иной науки (в особенности таких наук, как математика и формальная логика) ученые нередко строили такие системы новых объектов, в отношении которых на определенном этапе еще нельзя было решить вопроса о том,

реальны ли данные системы объектов в целом или нет, и это не являлось основанием для того, чтобы отрицать научную значимость подобных построений¹. Однако признание этого обстоятельства отнюдь не означает, что тем самым вопрос об истинности данных систем новых объектов вообще снимался. Наоборот, после построения таких систем обязательно начинались поиски возможностей их интерпретации, как отражающих какие-либо стороны действительности и коль скоро такая интерпретация осуществлялась, то данная система оценивалась как истинная.

Следующим философским вопросом является вопрос о том, в чем выражается истина.

Семантическое определение истины исходит из того, что истина выражается в предложении. По нашему мнению, это положение можно считать правильным при следующих двух оговорках.

1. Если, говоря об истинности предложения, мы будем иметь в виду, что предикат «истинно» приписывается не предложению как таковому, а выражаемому этим предложением суждению.

2. Если мы не отрицаем тем самым, что истинными могут быть не только выражаемые в предложениях суждения, но также и понятия.

Вопрос об истинности понятий был рассмотрен нами в другом месте [5], и поэтому мы не будем сейчас им заниматься.

В отношении же первой из высказанных нами оговорок нужно сказать, что поскольку семантическое определение истины служит для определения того, какие формулы той или иной формальной системы могут считаться истинными, а какие нет, практически более удобно говорить не об истинном суждении, а об истинном предложении.

Однако, если из такого употребления термина «истинно» делается затем вывод, что в неформализованных языках вообще невозможно дать определение истины в силу того, что определение истинного предложения приводит здесь к антиномии лжеца [8; стр. 279], то с этим выводом уже нельзя согласиться. На самом деле антиномия лжеца только потому и возникает, что мы рассматриваем любое предложение как могущее быть истинным или ложным, не ставя предварительно вопрос о том, выражает ли оно суждение или нет? Коль скоро мы поставим такой вопрос, то антиномия лжеца сразу разрешается указанием на то, что подобного рода предложения (как на это справедливо указывал еще Хризип [6; стр. 153]) не могут характеризоваться ни как истинные, ни как ложные в силу того, что никакого суждения они не выражают.

В самом деле, рассмотрим еще раз с этой точки зрения предложение «предложение, напечатанное в этой книге на странице 9, не истинно». К данному предложению только в том случае применима характеристика «быть истинным» или «быть ложным»,

¹ Примерами такого рода систем могут служить геометрия Лобачевского и некоторые системы многозначной логики.

если это предложение выражает какое-либо суждение, т. е., иначе говоря, если в нем речь идет о каком-то выражающем суждение предложении, напечатанном в этой книге на странице 9. Но так как в этой книге на странице 9 не напечатано никакого другого предложения, кроме предложения «предложение, напечатанное в этой книге на странице 9, не истинно», то значит предложение «предложение, напечатанное в этой книге на странице 9, не истинно» не выражает никакого суждения и в силу этого оно не может характеризоваться ни как истинное, ни как ложное.

Нужно сказать, что в связи с дальнейшим развитием семантики и, в частности, теории значения, возникла настоятельная необходимость в том, чтобы отличать предложение от суждения. Уже проблема перевода с одного языка на другой ставит вопрос о суждении как инварианте значения, содержащегося в различных переводах одного и того же предложения. Необходимость в отличии предложения и суждения возникает также и при анализе значения предложения. Однако, коль скоро возникает необходимость пользоваться термином «суждение», то неизбежно возникает старый философский вопрос о природе суждения. В связи с этим некоторые логики позитивисты, обычно выступавшие против допущения в формальную логику термина «суждение», как якобы ведущего либо к психологизму, либо к метафизике [9; стр. 16—17], вынуждены были высказаться и по вопросу о природе суждения.

В работе «Значение и необходимость» [3] Р. Карнап уделяет этому вопросу известное внимание. По мнению Карнапа, суждение есть «нечто объективное, не психическое, внеязыковое» [3; стр. 61]. «Мы применяем термин «суждение», пишет далее Карнап, к любым объектам определенного логического типа, а именно к тем, которые могут быть выражены (декларативными) предложениями в каком-либо языке» [3; стр. 63].

В приведенных высказываниях Карнапа справедливым является только то утверждение, что суждения выражаются декларативными предложениями в каком-либо языке. Утверждение же, что суждение есть «нечто объективное, не психическое, внеязыковое» в свете дальнейших разъяснений самого Карнапа выступает как явно неправильное.

Прежде всего насстораживает утверждение Карнапа о том, что суждение есть нечто не психическое. Если бы это утверждение означало, что суждение в логике рассматривается не с психологической стороны, т. е. не как некоторый психический акт, то с этим можно было бы согласиться. Формальную логику интересует, конечно, не сам акт суждения, а его идеальное содержание. Однако, подчеркивая тот факт, что суждение есть нечто не психическое, а объективное, Карнап имеет в виду не идеальное содержание суждения, а некоторое фактическое положение дел в предметной области.

Справедливость сказанного в особенности наглядно видна из

проводимой Карнапом аналогии между суждением и интенционалом предикатора. По мнению Карнапа, интенционалом предикатора¹ является свойство², а интенционалом предложения — суждение.

«Под свойством черное,— пишет Карнап,— мы имеет в виду нечто такое, что какая-либо вещь может иметь или не иметь и что стол на самом деле имеет. Аналогичным образом суждение, что этот стол черный, есть нечто такое, что экземплифицировано фактом существования стола такого, каков он есть» [3; стр. 63].

С таким устранением из понятий и суждений идеального содержания согласиться конечно нельзя. На самом деле, подобно тому, как содержанием понятия являются не сами свойства вещей как таковые, а их идеальные образы, точно также и суждение — это не фактическое положение дел в действительности, а идеальный образ (отражение) этого фактического положения дел.

Порочность позиции Карнапа особенно ярко проявляется тогда, когда ставится вопрос: чему приписывается свойство быть истинным — суждению или факту? Заявляя, что «вопрос о том, являются ли факты суждениями определенного рода или объектами какой-то другой природы, есть вопрос спорный» [3; стр. 64], Карнап тем не менее соглашается с мнением Дюкаса, который отождествляет факты с истинными суждениями [3; стр. 64].

Таким образом, Карнап приходит к той точке зрения, что истина есть свойство не предложения, выражающего суждение, и не суждения как идеального образа, а свойство фактов действительности.

Заметим, что неоднократные утверждения Карнапа о том, что свойства вещей понимаются им «не как нечто психическое, скажем образы или чувственные данные, а как нечто физическое, как то, что имеют сами вещи» [3; стр. 53], не означают, что Карнап тем самым признает первичность мира вещей по отношению к мышлению (а значит и к языку, поскольку язык служит для выражения мысли). Как уже было показано выше, для Карнапа первичным является не «мир вещей», а язык.

В заключение остановимся коротко еще на третьем философском вопросе, который возникает при истолковании семантического определения истины, а именно на вопросе о характере соотношения между действительностью и тем, в чем выражается наше знание о действительности, т. е. в данном случае предложением.

С одной неопозитивистской попыткой решения этого вопроса мы фактически уже ознакомились, когда рассматривали взгляды Карнапа о природе суждения. Карнап, как мы видели, подменяет отношение между суждением и действительностью отношением между предложением и суждением, поскольку для него «действительностью» или объектом является само суждение.

¹ Предикатором Карнап называет языковую оболочку общего понятия, а его интенционалом — то, что в традиционной логике называется содержанием понятия.

² Свойством Карнап называет любой признак предмета.

Подмена отношения отражения каким-либо другим отношением является фактом, характерным для современного позитивизма. При этом отнюдь не обязательно, чтобы отношение отражения подменялось отношением выражения, как это имеет место у Карнапа; очень часто у неопозитивистов отношение отражения подменяется отношением обозначения. В качестве примера этой последней точки зрения можно привести учение бывшего руководителя Венского кружка М. Шлика.

В отличие от Карнапа М. Шлик правильно отмечает, что истинность приписывается не факту (т. е. не действительности), а идеальному образу. Когда мы говорим, пишет Шлик, о соответствии суждения с тем, о чем судят, то «мы приписываем истинность не актуальному мышлению, не психологическому акту мышления, а суждению как идеальному образу» [10; стр. 56].

Однако, как только заходит речь о том, как следует понимать соответствие суждения действительности, Шлик немедленно ополчается против теории отражения. По мнению Шлика, соответствие суждения действительности никак нельзя истолковывать ни в смысле равенства, ни в смысле подобия мысли действительности. Он пишет: «Понятие соответствия в смысле равенства или сходства тает под лучами анализа, а то, что от него остается, означает только однозначное отнесение. В этом однозначном отнесении и заключается смысл отношения истинного суждения к действительности, а все эти наивные теории, согласно которым наши суждения и понятия могли бы как-то «отражать» действительность, тем самым окончательно опровергаются. Слово соответствие не сохраняет здесь никакого значения, кроме однозначного отнесения. Нужно совершенно отбросить мысль о том, будто суждение по отношению к факту могло бы быть чем то большим, нежели знаком, что между ним и фактом якобы может быть какая-то более внутренняя связь, чем отнесение, и что оно может этот факт как-то объективно описать, выразить или отразить. В действительности ничего подобного нет. Суждение так же не отражает сущности того, о чем судят, как ноты не отражают тона или имя человека — его индивидуальности» [10; стр. 57].

Если добавить к сказанному, что под фактами Шлик понимает не материальную действительность, а непосредственную данность ощущений, то субъективно-идеалистический характер понимания Шликом природы отношения между суждением и действительностью станет вполне очевиден.

* * *

В итоге рассмотрения материалистического и идеалистического (неопозитивистского) истолкования семантического определения истины мы можем сформулировать следующие выводы.

1. Принятие семантического определения истины отнюдь не предрешает философской позиции того, кто его принимает. Принципиальные различия философского порядка явственно выступают

только тогда, когда дается истолкование: а) того, что такое действительность, которой должно соответствовать истинное предложение; б) того, что такое истинное предложение; в) характеру отношения между истинным предложением и действительностью.

2. Материалистическое истолкование действительности предполагает четкое различие материального (объективной действительности) как первичного и идеального (отраженного в сознании) как вторичного. Объектами познания могут быть как материальные, так и идеальные вещи, процессы, их свойства и отношения. Предложение (декларативное) есть единство знака и значения. Значение декларативного предложения есть суждение. Знак — материальная оболочка суждения. Между предложением как знаком и суждением как значением предложения существует не отношение обозначения (предложение — знак, а суждение — обозначаемое), а отношение выражения (предложение выражает суждение). Отношение обозначения существует только между объектом (фактом) и предложением как знаком (предложение есть знак факта). Между значением предложения (суждением) и объектом также существует не отношение обозначения, а отношение отражения (значение предложения отражает объект). Если значение предложения адекватно отражает объект, то о таком предложении можно говорить, что оно истинно.

3. Неопозитивисты, идеалистически истолковывая действительность, как непосредственную данность объектов какой-либо языковой системы, искажают также подлинный характер отношений между 1) объектом, 2) предложением как знаком и 3) суждением как значением предложения. Действительно существующее отношение отражения (суждением объекта) они подменяют отношением выражения (Карнап) или обозначения (Шлик). В первом случае объектом оказывается само суждение, которое выражается предложением, и истинность суждения отождествляется с истинностью фактов. Во-втором случае объектом является факт, а суждение — знак для факта. Истина в этом случае выступает как однозначное отнесение суждения к факту.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аристотель. *Метафизика*. М., 1934.
2. Д. Гильберт, В. Аккерман. *Основы теоретической логики*. М., ИЛ, 1947.
3. Г. Карнап. *Значение и необходимость*. М., ИЛ, 1959.
4. Г. С. Новиков. *Элементы математической логики*. М., Физматгиз, 1959.
5. П. В. Таванец. Об истинности понятий. «*Вопросы философии*», 1959, № 12.
6. I. M. Bochenski. *Formale Logik*. München, 1956.
7. R. Carnap. *Introduction to Semantics*. Studies in Semantics, vol. I. Cambridge, Mass., 1948.
8. A. Tarski. *Der Wahrheitsbegriff in der formalisierten Sprachen*. «*Studia Philosophica*», I, 1935.
9. W. Stegmüller. *Das Wahrheitsproblem und die Idee der Semantik*. Wien, 1957.
10. M. Schlick. *Allgemeine Erkenntnislehre*. Berlin, 1925.

ПОНЯТИЕ «СУЩЕСТВОВАНИЯ», ЛОГИЧЕСКИЙ ПОЗИТИВИЗМ И ФОРМАЛЬНАЯ ЛОГИКА

В обычной речи часто употребляются выражения типа «эта вещь существует». Что это значит? Логик не может пройти мимо подобных оборотов, ибо они требуют уточнения. Предикат «существует» нуждается также в философском анализе, так как его значения так или иначе связаны со значениями термина «реальность». Можно даже сказать, что каждый предмет, поскольку он в том или ином смысле «реален», существует свойственным ему образом. В этом смысле можно было бы сказать, что это проблема познания судеб объекта, и его результаты фиксируются в тех или иных экзистенциальных суждениях. Тем не менее анализ «существования» именно как предиката необходим, он носит специфически логический характер и притом в меньшей степени связан с чисто лингвистической стороной дела, чем в случае анализа значений предиката «быть».

Б. Рассел обратил внимание на то, что в некоторых случаях употребление термина «существует» как предиката возникает своеобразная антиномия, которую он назвал парадоксом существования. Поясним сущность этого парадокса на примере.

Допустим, мы имеем предложение «Пегас не существует». Оно означает, что «Пегас есть не существующий предмет» (1). Данное предложение истинно, но спрашивается, какой существующий факт проверяет и подтверждает его истинность? Если Пегас действительно не существует, то о каком *предмете* высказано данное предложение? Пегас должен как-то существовать, в противном случае о нем было бы невозможно даже сказать, что его нет. Но что же это за «сущность», о которой мы должны высказать парадоксальное утверждение: «это существует как несуществующий предмет»? Таким образом, в употреблении предиката «существует» возникает трудность: всякий предмет существует, а если он не существует, то он уже не есть предмет. Возникшую проблему Рассел попытался разрешить, исходя из посылки, что источником

данного парадокса является употребляемый нами язык, а следовательно, необходимо уточнить значение термина «существование», а затем перестроить предложения, подобные (1), в соответствии с уточненным значением термина.

Проблема существования того, что не существует, возникла еще в древности как философская проблема бытия «не-бытия», в которой «не-бытие» рассматривалось как некий зафиксированный в субъекте суждения объект [1] [2].

Собственно логической стороной проблемы существования того, что не существует, занялся, опираясь на исследования Фреге и Пеано, Бертран Рассел. Выдвинув ее первоначально на страницах журнала «Майнд» в статье «Об обозначении» (1905), Рассел подверг ее анализу в труде «Principia Mathematica» [3], неоднократно затем к ней возвращался и подвел итоги своего исследования ее в рецензии «Логика и онтология» (1957), помещенной в «Журнале философии» [4]. Вслед за Расселом этой проблемой занялись и другие теоретики логического анализа. Упомянем в этой связи, например, статью Казимежа Айдукевича «О понятии существования» (1949) [5] и книгу Уилларда Куайна «С логической точки зрения» (1953) [6], где автор в решении вопроса следует в общем Расселу.

По мнению Рассела, парадокс существования исчезает, если в предложениях науки употребление слова «существовать» логически будет уточнено следующим образом. Предмет, о котором высказано предложение существования (экзистенциальное предложение), следует обозначить не через свое название, а через описательное (дескриптивное) определение присущей ему совокупности свойств.

Учение о так называемых дескриптивных определениях, выдвинутое Б. Расселом в «Principia Mathematica», имело очень много аспектов. Один из этих аспектов связан, например, с проблемой так называемой антиномии отношения именования, о которой пишет, например, Р. Карнап в книге «Значение и необходимость» (§ 32, метод IV). В данном случае речь у нас идет не о широкой теории дескрипций, согласно которой большинство собственных названий суть скрытые описания, но об узкой теории единичных дескрипций, которая рассматривает вопрос об исключении из предложений предсказанных (включенных в качестве предиката) «сущностей». Согласно этой теории, дескриптивное определение предмета используется таким образом, что существование или не-существование предмета фиксируется уже не с помощью предиката, но только через оператор¹. В приведенном выше

¹ Сказанным мы не хотим создать у читателя представление, что учение о дескрипциях возникло именно с целью разрешения парадокса существования.

примере данная трансформация выражается в образовании следующего предложения (в одной из наиболее наглядных нотаций):

$$\bar{\exists}(x) [A(x) \cdot B(x)],$$

где A — свойство «конеобразный», B — свойство «крылатый», а все предложение читается так: «ложно, что у какого-нибудь предмета совместимы свойства конеобразности и крылатости». Здесь термин «предмет» означает: «то, о чем мыслим».

В описанной процедуре не-существование Пегаса уже не предиктируется, но преобразовано в форму оператора, а именно квантификатора существования с отрицанием. Предмет «Пегас» (крылатый конь) как таковой уже не выступает в качестве субъекта предложения, и уже не утверждается, что он не существует. Оба свойства — A и B , с помощью которых ранее был образован субъект предложения и которые затем входили в дескриптивное определение субъекта, превращаются в совокупности в новый предикат. Роль субъекта при новом предикате играет переменная, связанная квантификатором существования.

Итак, «существование» интерпретируется теперь уже не как предикат, но как оператор. Иными словами, поясняет Куайн, в логическом уточненном научном языке «быть значит быть значимостью некоторой переменной» [7; стр. 708], т. е. обладать определенным логическим свойством. В предложениях, сформулированных согласно этой директиве, утверждается, что предикат, состоящий из признаков, посредством которых был описан ранее предмет, *принадлежит либо не пустому, либо пустому классу вещей*. Предложенный Расселом способ употребления термина «существует» состоит в том, что вместо того, чтобы говорить «этот предмет не существует», нам предлагают говорить «дескриптивное обозначение этого предмета применено для названия пустого класса». Следовательно, высказать на языке математической логики, существует или не существует данный предмет, значит констатировать, «заполненным» или «пустым» является предикат, составленный из признаков этого предмета.

Заметим, что «существование» как термин может быть устранено так же, как и само понятие «существование» как из названия квантора существования, так и из его прочтения: «существует x , для которого...». На самом деле, предложение, связанное квантором существования, т. е. малым квантификатором, равносильно состоящему из дизъюнктивного ряда: $(a) (Aa \cdot Ba) \vee (b) (Ab \cdot Bb) \vee \dots$, где $a, b \dots$ суть индивидуальные значения, которые принимает x . Это предложение можно прочесть так: «Либо для a совместимы A и B , либо для $b \dots$ и т. д.»

Возможна, кроме того, замена квантора существования и через предложенную Д. Гильбертом так называемую эpsilon-функцию [30, стр. 368]. Здесь же заметим, что согласно ϵ -теореме

Гильберта, можно вводить в математику объекты, существование которых не доказано, но при условии, что их не было в начальных посылах рассуждения и они исчезнут в конечных выводах. Допускается также, что таких объектов может быть много, но из них, согласно аксиоме выбора, выбираем какой-то один, о существовании которого и высказываются.

Прежде, чем дать оценку применению принципа дескрипций к проблеме существования и рассмотреть философские выводы, сделанные из него неопозитивистами, остановимся дополнительно на вопросе об одном из частных логических мотивов возникновения этой теории.

Одним из таких мотивов было стремление устранить из науки предложения с неуточненным содержанием, к тому же не поддающиеся, с точки зрения логических аналитиков, точной эмпирической проверке. Пусть, например, мы имеем предложение «Вальтер Скотт есть автор „Веверлея“». Здесь фигурирует эмпирически не обнаруживаемый объект «автор „Веверлея“». Не ясно также, в каком смысле употреблено «есть автор»: утверждается ли, что Скотт был единственным автором этого произведения и никто другой не написал «Веверлея», или же утверждается только то, что Скотт писал данное сочинение, хотя в принципе могло быть, что его писали и другие авторы.

Лучшим выходом из положения Рассел считает переход к квантифицированным предложениям через использование механизма операторов и дескрипций. При этом есть возможность произвести выбор из серии операторов («для некоторых...», «по крайней мере для одного $x...$ », «самое большое для одного $x...$ », «только для одного $x...$ » и т. д.). Нами даны здесь такие прочтения операторов, в которых слово «существует» отсутствует. Можно, например, ограничиться оператором «для некоторых $x...$ ». В предложении $(\exists x) [(A(x) \supset B(x))]$, где A — свойство «обладать именем Вальтера Скотта», а B — свойство «быть автором „Веверлея“», утверждается только то, что есть «точка пересечения» двух линий, на одной из которых помещены предметы, обладающие свойством A , а на другой — предметы со свойством B . Вопрос о количестве первых и вторых, а также о числе точек пересечения для содержания данного предложения не существенен. Но то, что утверждается в этом предложении, достаточно с точки зрения той бесспорной части, которая имеется в рамках общего содержания предложения «Вальтер Скотт есть автор „Веверлея“».

Если мы все же пожелаем выявить не только бесспорную (т. е. независимую от наличия вариантов в толковании) часть содержания предложения обычного языка о Скотте как авторе «Веверлея», но его содержание в полном объеме, то следует избрать оператор «только для одного $x...$ » С его помощью мы сможем более кратко выразить следующее точное содержание нашего исходного предложения: « x написал „Веверлея“: всегда

эквивалентно « x есть Скотт», что значит « x написал „Веверлея“ истинно, если x есть Скотт и ложно, если x есть не Скотт» [3; стр. 68]. Здесь объект «автор „Веверлея“» уже не фигурирует.

С логической точки зрения, переход от рассмотрения предметов к рассмотрению отношений между их описанными свойствами оказывается приемлемым и целесообразным, позволяя вносить уточнения в смысл предложений при помощи чисто формального аппарата. Вполне приемлема, с логической точки зрения, теория дескрипций и для исключения парадокса существования. Парадокс исчезает в результате того, что теория дескрипций позволяет отчетливо выразить независимость проблемы реального существования предметов, о которых нечто высказывается, от формальной логики. Иными словами, это не собственно логическая проблема, и формальная логика как таковая ею не занимается. «Как бы то ни было,— писал Карнап,— понятие существования (в логике.— *И. Н.*)... не имеет отношения к онтологическому понятию существования или реальности» [8; стр. 43.] Формальный логик рассуждает следующим образом: если нам дано, что имеются некоторые свойства (A и B) и имеются некоторые предметы, которым эти свойства присущи, то не дело логики доказывать, что это так или не так, но его дело точно выразить это на формальнологическом языке и установить, какие из этого могут быть получены выводы, но не более того.

И это вполне допустимо. С точки зрения диалектического материализма, приведенные тезисы Куайна и Карнапа сами по себе не являются ошибочными, так как выражают наличие качественных границ всякого формальнологического исследования, пока оно собственно таковым остается.

В качестве типичного примера формально-логического аспекта анализа понятия существования приведем рассуждения одного из представителей Львовско-Варшавской школы Ст. Лесневского [9; стр. 111—132]. Стремясь выявить соотношения между понятиями «существует», «существует только один предмет», «есть объект» и др., он принял в качестве аксиом следующие определения:

$$(1) \text{ ex } a \equiv_{df} (\exists x)(x\epsilon a),$$

т. е. a существует, если и только если для некоторого x имеем: x есть a .

(2) $\text{sol } a \equiv_{df} (x, y) [x\epsilon a \cdot y\epsilon a] \supset x\epsilon y$, то-есть: существует самое большее одно a , если и только если выполняется требование «если x есть a и y есть a , то x есть y ».

(3) $\text{ob } a \equiv_{df} \exists x (a\epsilon x)$, то есть: a есть объект, если и только если для некоторого x имеем, что a есть x .

На основании первых двух определений и определения (4) $a (b \equiv_{df} (x) (x\epsilon a \supset x\epsilon b))$ Лесневский принимает следующую дефиницию понятия «есть»:

(5) $a \in b \equiv \exists a(b \cdot \text{ex } a \cdot \text{sol } a$, то-есть: a есть b , если и только если a входит в b , существует a и притом самое большое одно a .

После этого из (3) и (5) вытекает, что $oba = (\exists x)(a(x \cdot \text{ex } a \cdot \text{sol } a))$ или

(6) $\dot{oba} \equiv (\exists x)(a(x) \cdot \text{ex } a \cdot \text{sol } a)$.

Но из (4), заменив b через a и применив к правой части выражения закон тождества $r \supset r$, получаем как всегда истинное предложение $a(a)$. Следовательно, таковым будет $(\exists x)(a(x))$. Это выражение на правах всегда истинного члена может быть, согласно правилам логики, опущено из правой части формулы (6). В итоге имеем: (7) $oba \equiv \text{ex } a \cdot \text{sol } a$.

Основные определения Лесневского соответствуют обычному словоупотреблению, как например: «предмет a существует, если нечто есть a », « a есть объект, если a есть нечто». Но, строго говоря, понятия, которыми оперирует Лесневский, отнюдь не являются онтологическими, хотя сам он и назвал свой анализ «онтологией». То, что он именует «объектами», это просто-напросто «предметы» в логике, т. е. всякое «нечто», о котором ведется рассуждение. Не удивительно поэтому, что из (3) дефиниции Лесневского вытекает вывод, аналогичный точке зрения Рассела: «не существованием» как предикатом в логике оперировать нельзя, ибо если a есть нечто (x), то a вообще нет, оно не может быть записано, и, следовательно, не о чем высказывать суждение о несуществовании.

Учение Рассела о дескрипциях подверглось, однако, ошибочной философской абсолютизации, что и было проделано как самим Расселом, так и Шликом, Айером, Карнапом. Рассел придал исключительно большое философское значение выводам, которые он и его единомышленники сделали из теории дескрипций. Он назвал их «верховным (supreme) принципом философии» и даже «бритвой Оккама XX века», т. е. так же, как теоретики «Венского кружка» назвали принцип верификации.

Главной причиной, определившей повышенный философский интерес неопозитивистов к учению о дескриптивных определениях, была возможность использовать его в целях отрицания предиктируемости «существования» вообще. Поскольку предикации подлежат свойства (как то, что отличает одну вещь от другой и выражает ее специфичность), то, следовательно, отрицание предиктируемости существования означает утверждение, что «существование» не есть свойство. Именно эту идею Рассел проводил в своем учении о неполных символах. В предисловии к «Логико-философскому трактату» Витгенштейна он писал о том, что предикат «есть объект», аналогичный предикату «существует» (например, в предложении: « a есть объект»), сам по себе не означает ничего, а потому является неполным символом и приобретает смысл только в связи с какими-либо «определенными» качествами, ибо в этом случае совместно с a может быть заменен переменной (в итоге возникает

выражение, например, вида « x красный»). Рассел истолковал понятия существования как неполные символы. Учение о неполных символах Рассел использовал и для обоснования своего «нейтрального монизма»: как в познании, так и в самой действительности имеют значение якобы не «субстанции» (предметы), но свойства (явления). В лучшем случае, согласно приведенной точке зрения, «существование» или «бытие в качестве объекта» в предикате оказывается излишним повторением само собой разумеющегося утверждения о данности данного предмета (соответственно: субъекта предложения) или утверждения о нем сознанию логика.

Мысли о принципиальной ненужности предикцирования «существования» проводятся, например, в статье М. Шлика «Позитивизм и реализм» (1932), в книге А. Айера «Язык, истина и логика» (1935) [10; стр. 185], в обобщающем сочинении А. Папа «Элементы аналитической философии» (1949), а также в ранее упомянутом исследовании У. Куайна. «Никакой общей дефиниции «реального» и «нереального», — писал А. Пап, — не может быть дано, поскольку эти слова не являются дескриптивными предикатами. Коротко говоря, это не свойства, подлежащие анализу» [11; стр. 142].

Указанные позитивистские идеи и должны стать основным объектом критики в настоящей статье. Эти идеи связаны с простейшим, элементарным случаем существования в кванторе, в отличие, например, от случая предложений с двумя кванторами — существования и общности — одновременно. Последний случай связан с задачей нахождения алгоритма, который позволил бы выражения вида $(x) (\exists y) \dots$ преобразовывать в выражения $(\exists y) (x) \dots$, то-есть находить y , и является, например, объектом исследования советского математика Шанина в его работах об условной «конструктивной осуществимости». В поле же нашего рассмотрения будет только вышеуказанный простейший случай. Проблема существования в одном лишь кванторе общности, связанная с обширной проблемой универсалий и вопросом о видах значения связки «есть», также не войдет в поле исследования.

Прежде чем перейти к анализу неопозитивистской точки зрения на вопрос о том, является ли «существование» свойством, рассмотрим имеющую немалый интерес в рамках данной статьи точку зрения И. Канта. Он утверждал, что существование или бытие не есть свойство вещей, следовательно не есть предикат, способный увеличивать содержание субъекта в суждении.

«Бытие, — очевидно, не есть реальный предикат, т. е. не понятие о чем-то таком, что могло бы быть (аналитически) выявлено в понятии вещи (was zu dem Begriffe eines Dinges hinzukommen könne). Это только полагание (Position) вещи или некоторых определений в себе самих. В логическом употреблении это только

связка в суждении». Иными словами, Кант считает, что когда субъект высказывает предикат «есть» (от слова: «быть»), этим лишь мыслится «предмет как просто данный» [13, стр. 472].

Эти рассуждения Канта были направлены против онтологического доказательства бытия бога. Из «существования» как признака, мыслимого людьми в понятии бога, не вытекает «существование» как свойство, подлежащее необходимому присоединению к богу как предмету своего понятия. «...Мы должны выйти из понятия, чтобы придать предмету существование» [13; стр. 474].

Заметим, однако, что из рассуждений Канта вытекает в конечном счете вывод, прямо противоположный вышеприведенной оценке им содержания предиката «быть». Если для того, чтобы утверждать реальное существование предмета, нужно «выйти из понятия», следовательно, в тех случаях, когда мы это с основанием утверждаем, мы сообщаем новое, и притом важное знание о вещи. Это знание не сводится к содержанию понятия вещи как таковой или к констатации факта наличия этого понятия. Поэтому предикат «есть» в смысле «существует» может означать не только данность предмета в мышлении, т. е. наличие в мышлении понятия предмета, но и реальное существование предмета, иными словами способен стать и реальным предикатом. Последнее происходит в том случае, если истинность суждения о реальном существовании предмета удостоверяется апостериорно, т. е. на основании опыта.

Линия Канта в критике предикирования термина «быть» продолжена Ремке, Брентано и Расселом. Однако они утратили положительные моменты, содержащиеся в учении Канта. Согласно мнению Рассела, «существование» и «бытие» в том виде, в каком они появляются в традиционной метафизике, суть гипостазированные формы некоторых значений слова «есть» [15; стр. 65]. «Существование» и «бытие» означают, по Расселу, данность предмета в мышлении. «Бытие (being) — это то, что относится к каждому понимаемому термину, к каждому возможному объекту мышления — коротко, ко всему, что может появиться в каком-либо суждении, истинном или ложном, и ко всем [самим] таким суждениям» [16; стр. 427]. Иных значений «существования» Рассел в теории познания именно как теория не принимает.

Есть в неопозитивизме и другая гносеологическая линия, которая сводит «существование» к «данности» в ощущениях и чувственных представлениях. Линия эта восходит к учениям Беркли и Юма и опирается на понимание «факта» как чувственной «данности».

«...Идея существования,— писал Юм,— тождественна с идеей того, что мы представляем как существующее... Представляя себе объект просто, а затем представляя его существующим мы

в действительности не вносим никакой прибавки, никакого изменения в нашу первоначальную идею» [17; стр. 66 и 91]. Существование неощущаемого и чувственно не представляемого, с точки зрения Юма, не есть предмет для научных утверждений. «Быть значит быть воспринимаемым», — утверждал безапелляционно Беркли.

Аналогично воззрениям Юма рассуждают в данном вопросе многие неопозитивисты. Так, Райхенбах, полагая, что «в высшей степени вероятно» мнение о существовании физической реальности, не придает, однако, этому мнению значения достоверного научного тезиса [18; стр. 298]. Он считает, что достоверно существует только то, что существует в ощущениях людей и было бы странно говорить о существовании не-наблюдаемого, ибо это равносильно якобы утверждению о наблюдаемости не-наблюдаемого.

Таким образом, в обеих линиях рассмотрения «существования» — как данности в мышлении и как данности в ощущениях — отрицается качественная определенность «существования». Коль скоро «существование» совпадает с данностью, то отвергается и предсцирование «существования» как гносеологического свойства. Эту традицию, из которой вытекает, что утверждение сознанием данности того, что дано сознанию, есть пустая тавтология, воспринял неопозитивизм.

Ознакомимся с рассуждениями по вопросу о предсцируемости «существования», которые содержатся в книге неопозитивиста новейшей формации Уилларда Куайна «С логической точки зрения» (1953).

Куайн считает, что парадокс существования возникает вследствие смешения понятий «значение» слова и «обозначение» предмета словом. В различении этих двух понятий — Куайн следует за Г. Фреге, который в работе «Über Sinn und Bedeutung» продемонстрировал в этой связи пример двух выражений с разными значениями («утренняя звезда» и «вечерняя звезда»), которые обозначают один и тот же предмет (планету Венеру) [19]. По мысли Куайна, в результате ошибочной подмены значения слова обозначаемым, через посредство этого слова, предметом приходят к выводу, что предмет Пегас должен существовать, так как слово «Пегас» имеет значение. Поскольку «значение» представляет себе как некое интенциональное бытие в сознании, то «вследствие этого Пегас, которого до этого спутали со значением слова «Пегас», заканчивает свою карьеру как идея в сознании».

Объявляя себя борцом против гипостазирования значений, т. е. превращения их в самостоятельные идеальные сущности типа *ens intentionale*, Куайн предлагает в качестве единственного возможного, по его мнению, выхода из ситуации отказаться от употребления понятия «значение». То, что считают «значениями», есть, по Куайну, лишь правила оперирования названиями (обозначениями) вещей. После этого он сформулировал уже

упомянутое нами определение «существования» в логике как существования в форме логической значимости переменной.

Оценивая приведенный нами ход основных мыслей Куайна, обратим внимание на наличие тесной связи значения слова и гносеологического образа (понятия). Вследствие этого, удары, наносимые Куайном, казалось бы, в адрес гипостазирования слов, направляются против иного объекта, а именно против теории отражения. Вместо элиминации «значений» происходит исключение из теории познания такой важной категории как «результат отражения». Что касается отношения между значением и понятием, то в спорах, которые ведутся на сей счет в среде лингвистов, правильное решение вопроса, на наш взгляд, вытекает из различия между языковой и мыслительной сторонами единого познавательного процесса. Различие это предполагает и их единство, но отказываться от «значений» было бы такой же ошибкой, как и отрицать существование понятий.

Гносеологическая позиция, занимаемая Куайном, выступает еще более ясно в процессе дальнейших его рассуждений. Он соглашается с материалистическим, по сути дела, тезисом, что применение логико-семантического понятия существования еще не решает онтологического вопроса о том, что существует и что не существует, который не есть чисто языковой вопрос. Этот взгляд высказал также К. А. Айдукевич в статье «О приложимости чистой логики к философским проблемам» [20; стр. 323]. Но какую же онтологию принять? И здесь Куайн, противореча сам себе, сползает на позиции конвенционализма и сводит дело к тому, какой онтологической языку будет избран нами как более «удобный». Мало того, он отдает пальму первенства феноменалистскому языку, поскольку тот-де более «последовательно», чем материализм, выступает против «мифов» гипостазирования сущностей, относя к числу «мифов» и понятие физического объекта.

Отрицание предикцируемости «существования» на основе позитивистской интерпретации учения о дескрипциях связано с особой разновидностью понятия данности в мышлении. Мы уже отмечали, что данность исходных посылок для умозаключения рассматривается логикой как факт, вносимый в нее извне. Формальную логику интересует не анализ происхождения факта этой данности, но то, к каким логическим следствиям этот факт приводит, если он имеет место. Таким образом, данность в мышлении расчленяется на данность посылок мышлению и логическую необходимость выведения из них следствий (используя строго определенные правила вывода). Неопозитивизм осуществляет здесь три следующие одна за другой ложные операции: 1) утверждает, что факт данности исходных посылок должен рассматриваться с точки зрения его генезиса не только вне логики, но и вне теории познания; 2) декларативно изолирует формальную логику, отождествляемую при этом с теорией познания, от онтологии,

а в то же время стремится саму логику объявить «новой онтологией»; 3) рекомендует трактовать данность исходных посылок в научном исследовании как данность конвенциональную, т. е. как продукт соглашения между учеными, достигаемого на субъективной основе.

В соответствии с этим К. Айдукевич в статье «О понятии существования» (1949) развивал идею, что истинность утверждения о том, существует или не существует какая-либо вещь, зависит от согласования данного утверждения с правилами конвенционально принятого языка. Речь идет о том, что согласованным или несогласованным с этими правилами будет значение слова «существует». В зависимости от этого, предложение, в которое это слово входит, может оказаться истинным (ложным) или же не приемлемым, то есть лишенным научного смысла.

Айдукевич, подобно Куайну, отрицает существование интенционального бытия таким образом, что зачисляет фактически в число сторонников концепции «объектов в уме» не только феноменологов, но и материалистов, стоящих на позиции теории отрицания, а всех противников этой концепции объявляет реалистически мыслящими людьми. Сам Айдукевич допускает принятие такого онтологического языка, в котором было бы принято понятие только «реального существования», но сильно запутывает все дело, так как далее обнаруживается, что, с его точки зрения, существовать реально значит существовать в чувственном опыте субъекта. Это обстоятельство следует нам не забывать при дальнейшем анализе его рассуждений.

С точки зрения К. Айдукевича, спор между материализмом и идеализмом по вопросу трактовки «существования» не имеет смысла. Допустим, что один философ утверждает: «деревья существуют реально» (1), другой же философ, идеалист-феноменолог, заявляет, что «деревья существуют интенционально» (2). Спрашивается, прав ли идеалист? Решение вопроса Айдукевич ставит в зависимость от того, будем ли или не будем мы считать согласованным с правилами употребляемого нами языка предложение (1). При этом ситуация возникает следующая: «... Есть две альтернативы: метаязыковое суждение, утверждающее, что суждение «деревья существуют реально», удовлетворяет критерию (т. е. соответствует правилам принятого языка.— *И. Н.*), либо истинно, либо ложно. Если оно ложно, то идеалист утверждает безосновательно вторую, интенциональную часть своего тезиса, согласно которой деревья существуют в интенциональном значении этого слова. Если же, наоборот, метаязыковое суждение истинно, идеалист не может утверждать первую часть своего тезиса на языке, на котором он говорит (т. е. говоря по-английски, не может отрицать, что деревья существуют [реально]). И воздерживаясь от выражения нашего мнения относительно истинности тезиса объективного идеалиста, который мы не в состоянии

перевести на наш собственный язык, мы считаем, что либо идеалист выдвигает этот тезис без основания, либо он не может утверждать его вообще, не нарушая при этом язык, на котором он хочет это сделать» [5; стр. 22]. Таким образом, получается, что идеалиста критиковать невозможно, поскольку его позиция либо не поддается выражению, либо не поддается противопоставлению противоположной ей позиции. Вышесказанное будем для разъяснения интерпретировать так. Принимается (заметим, неосновательно), что термин «существуют» может быть включен в язык в каком-то одном смысле. Тогда, если принят смысл «реального существования», то не выразимо его отрицание, ибо в соответствии с идеями Рассела и Лесневского невозможно приписывать предикат тому, чего вообще нет. Если же этот смысл не принят, то тезис об интенциональном существовании невыразим, ибо понятие интенциональности имеет смысл лишь в противопоставлении ее реальному существованию объекта.

В конечном счете идеализм уходит из-под ударов критика, едва только сам занимает позицию критика материализма! Вывод для идеализма очень удобный.

Может показаться, что Айдукевич критикует феноменологическую разновидность идеализма как убежденный противник идеализма вообще, тем более, что в статье «Проблема трансцендентального идеализма в семантической формулировке» (1936) он выступил против другой формы идеализма — неокантианского априоризма. Однако аналогичную аргументацию он попытался использовать в свое время и против материализма, подчеркнув тем самым свою позитивистскую позицию в данном вопросе. Ошибочность же так называемой «критики» Айдукевичем идеализма феноменологов состоит в неправомерности исходного его тезиса о взаимонепереводимости различных философских языков, на которые он неправомерно перенес свойства аксиоматически-дедуктивных систем. Что касается парадокса «существования», то он не может служить средством опровержения идеализма точно так же, как не опровергает он и материализма.

Если «существование» понято, о чем было сказано выше, как условная данность посылок (а следовательно, предложений, входящих в их состав терминов и обозначающих их знаков), то в совокупности с двумя выше отмеченными значениями «существования» как данности в мышлении и в ощущениях это приводит к следующему результату. Существование предмета сводится к факту восприятия и представления или же наличия мысли о данном предмете, а также к факту фиксации (данности) предложения о предмете. Принятие подобных предложений оправдывается их соответствием исходным посылкам (аксиомам) и правилам некоторой системы предложений, т. е. оправдывается фактом их логической приемлемости для системы. Для познания в неопозитивистской его трактовке оказывается важным не то, что сущест-

вует, а то, что именно данная система приемлет как существующее. В итоге получается, что проблема существования сводится к проблеме допустимости в рамках данной системы или же к фиксации в предложениях; последняя и выдается за «новое» онтологическое понятие существования. Это новое понятие в предикциировании не нуждается. Ведь нет никакого научного резона, пишет Г. Бергман, утверждать существование самих предложений: коль скоро предложение принято, оно само показывает, что существует; с предложениями нужно «просто» оперировать, не рассуждая о их существовании [21; стр. 36].

Аналогичное положение возникло в теории познания логического позитивизма, где к допустимости, фиксации предложения в системе (оно фиксируется, поскольку оно допустимо, а потому принято) был сведен смысл утверждения истинности этого предложения.

Таким образом, с одной стороны, к данности в сознании сводят факт существования предметов, а с другой, — к тому же самому сводят факт истинного познания предметов. Последнее вытекает из того, что истинность превращают в формальный признак нахождения предложения в сознании, а этот признак может быть без убытка олуцен. Таким образом, в принципе отрицается в равной мере как свойство объективного существования предметов, так и гносеологическое свойство истинности суждений.

«Данность» поглощает и внешнее по отношению к себе бытие объектов и гносеологическое отношение субъекта и объекта. Первый шаг на этом пути сделал еще Беркли, рассматривавший ощущения как несубстанциональные данные сознания. В духе указанного вывода рассуждал также Мах, считавший, что не имеет смысла спорить о том, является ли мир действительным или же он есть только состояние сознания. Неопозитивисты поняли отношение субъекта и объекта как непосредственное выражение объекта в образе, совершенно не учитывая процесса отражения и присущей ему диалектики.

В результате этого в гносеологии логического позитивизма утрачивается как специфика субъекта, являющегося продуктом объекта, так и факт активного воздействия субъекта на объект. После этого путь к субъективному идеализму оказывается открытым: «позитивистское отождествление объективного с непосредственно данным... служит основанием для идеалистической подстановки чувственных данных как непосредственных объектов познания на место вещей»¹. Глубокое искажение претерпевает вся теоретико-познавательная проблематика: вопрос о путях отражения явлений и сущности внешнего материального мира в восприятиях (не совпадающих по форме и не полностью совпадающих по содержанию

¹ [22; стр. 93] (разрядка снята. — И. Н.). Как справедливо замечает автор, «отрыв образа от процесса отражения означает порочную «субстанционализацию образа» (там же, стр. 38).

с качествами объектов вне нас) снимается; на его место ставится вопрос о путях перехода от чувственных данных к понятиям физических объектов, истолкованным в качестве «удобных» логических конструкций.

Логический позитивизм включил в класс «данных» на правах равноправных его элементов предложения в словесной и символической форме как своего рода «эмпирические» объекты. В этом состоит своеобразное отличие некоторых течений внутри неопозитивизма (например, физикализма Нейрата) от платоновской традиции, предложенной неореалистами: абсолютизация относительной самостоятельности математических и логических объектов происходит теперь путем превращения их не в идеальные (понятийные) сущности, но в чувственно воспринимаемые формальные структуры. С другой стороны, с платоновской традицией сближает проводимое Расселом, а за последние годы и некоторыми другими позитивистами-логиками различие между предложением и суждением как идеальной «сущностью» или «объектом» предложения.

Но при всех вариантах трактовки предложений — как видимого, звучащего или осязаемого набора символов, как элементов логико-языковой системы или как оболочки суждений — предложения в неопозитивизме рассматриваются не как форма отражения фактов и событий внешнего мира, а как разновидность «данного», которое не пуждается в присоединении к нему предиката «существует».

Спрашивается, действительно ли «существование» предмета не есть присущее ему *свойство* и потому не подлежит предикцированию?

Ответ на поставленный вопрос требует анализа проблемы видов «существования» в философии и логике с точки зрения диалектического материализма. Рассмотрение этих вопросов с позиций естественно-научного материализма, свойственных ряду современных логиков, недостаточно, так как самое большее, к чему это приводит, состоит в отрицании правомерности какого бы то ни было онтологического истолкования «существования» в символической логике. «Мы придерживаемся того мнения, — писал Т. Котарбиньский, — что слово «существует», при помощи которого можно переводить в словесное выражение малый квантификатор, используемый для утверждения альтернативы, столь далеко отличается по своему значению от слова «существование», понимаемого как философский термин, что утверждая, например ($\exists f$) ($\exists x$) (fx) и читая это при помощи слов «существует такое свойство и существует такой индивидуум, что этот индивидуум обладает этим свойством», мы тем самым ничего не предопределяем о существовании в философском смысле ни индивидуумов, ни свойств» [23; стр. 158—159]. Соответственно в разделе своих «Лекций по истории логики» (1957), посвященном вопросу о «действительности, которую исследует логика», Котарбиньский, обращает свое

внимание не на вопрос об отношении логических индивидуумов и классов к внешнему миру, но на вопрос об отношениях между индивидуумами и классами внутри логики, т. е. о характере существования универсалий («целого» и т. д.). Между тем, если согласиться с тем, что философский анализ проблемы отношения логики к внешнему миру в полном объеме этой проблемы и не есть дело самой логики, то все же логика не может стоять в стороне от философского анализа своих исходных понятий, ибо результаты анализа влияют на истолкование результатов логики в целом.

Невозможность абсолютного обособления логики от философии признал Б. Рассел в статье «Логика и онтология» (1957), в которой он отрицает онтологическое значение квантора существования. Рассел приводит обычное определение квантора существования: «...если мы имеем выражение $f x$, содержащее переменную x , и через подстановку [определенных] значений вместо переменной получаем суждения, то скажем, что выражение $(\exists x)f x$ должно означать, что имеется по крайней мере одно значение x , для которого $f x$ истинно». После этого он приходит к следующему выводу: «То, что делает математическая логика, состоит не в установлении онтологического статуса там, где он сомнителен, но скорее в уменьшении числа слов, имеющих прямое значение указания на объект» [4; стр. 227 и 230]. Однако Рассел в названной статье ни единым словом не обмолвился об ошибочности отождествления «существования» с данностью сознанию.

Ответ диалектического материализма на вышеставленную проблему должен учесть ряд обстоятельств.

Следует признать, что «существование» предмета не есть свойство того же порядка, что и, например, «твердость», «желтизна», «прямоугольность», «дискретность», «движение», «электропроводимость» и другие чувственно или рационально воспринимаемые актуальные или диспозиционные качества объектов. Но это не значит, что «существование» вообще не есть свойство.

С целью отрицания того, что «существование» есть свойство, приводят ряд аргументов. Среди них мы найдем и ссылку чисто эмпирического свойства на то, что «существовать» в отличие от «быть тяжелым», «быть левее, чем...» и т. д. не свидетельствует ни о конкретной качественной определенности предмета, ни о его отношениях к другим предметам. Встретим мы и аргумент логико-философского характера. Так, например, полагают, что взгляд на «существование» как на свойство приводит к возрождению онтологического доказательства бытия бога, но на этот раз уже в применении к бытию материи.

Последнее возражение имеет в виду попытку Спинозы использовать онтологическое доказательство в интересах материализма. «Под причиною самого себя (causa sui), — этими словами Спиноза начинает свою «Этику», — я разумею то, сущность чего заключает в себе существование, иными словами то, чья природа может быть

представляема не иначе, как существующею» [24; стр. 361]. Будучи существенным признаком понятия сущности, «существование», с точки зрения Спинозы, тем самым оказывается свойством сущности. Что касается модусов, то их существование, согласно Спинозе, из понятия их сущности не вытекает.

Однако Спиноза как рационалист онтологического направления допустил серьезную ошибку, отождествив в случае субстанции признак понятия сущности с реальным признаком сущности. Из того, что субстанция мыслится философом как безусловно существующая, еще не вытекает, что она существует и на самом деле. Следовательно, существование не есть свойство, органически присущее субстанции только потому, что оно приписано понятию субстанции. Существование субстанции подлежит установлению на основании опыта.

Приведенные аргументы, однако, отнюдь не доказывают, что существование не есть свойство. Из того факта, что существование не есть непосредственно-чувственное свойство или свойство пространственного, временного и т. д. отношения, не вытекает, что оно не есть свойство иного рода. Из того факта, что предикат «быть свойством» не приложим к некоторым видам «существования», не вытекает, что он не приложим ни к какому его виду. Из того факта, что в одних случаях суждения существования носят синтетический характер (например: «снежный человек существует»), не вытекает отрицания того, что в иных случаях они могут оказаться аналитическими (например: «мое самосознание существует»). При этом, разумеется, следует учитывать, что после того, как апостериорно доказано существование предмета, обозначенного субъектом предложения, «существование» может войти в состав понятия как признак «реального существования». В этом основании имеется существенное различие, например, между понятиями «вечный двигатель» и «баллистическая ракета». Из того факта, что иногда предсказание «существования» дает в результате абсолютную тавтологию (например: «существующее существует»), не вытекает отрицания того, что в некоторых иных случаях можно присоединять его к субъекту суждения как новый для него признак.

Мы полагаем, что «существование» следует рассматривать для некоторых его видов как свойство предметов, но не в конкретно-эмпирическом, а в гносеологическом смысле. «Под свойством» мы понимаем все то, что отличает один предмет (явление) от другого, и соответственно получает в логике выражение в качестве признака. Присутствие или отсутствие признака изменяет содержание имеющегося знания. О свойстве «существования» мы говорим как о наиболее широком среди элементов класса свойств. Очевидный в применении к истинности и ложности этот тезис может вызвать сомнение в применении его к «существованию» и «не-существованию». Однако после

анализа различных видов «существования», с точки зрения диалектического материализма, справедливость этого тезиса и в отношении к этим двум понятиям станет, надеемся, очевидной.

Приступая к рассмотрению различных видов «существования», мы должны, во-первых, напомнить, что речь идет при этом не о различных «видах бытия» как таковых, но о различных предикатах, соответствующих бытию различного рода предметов (употребляя здесь слово «предмет» в очень широком значении). Поэтому уже здесь можно сказать, что данная концепция противоположна как позиции Т. Котарбиньского (к ней в последнее время стал приближаться Р. Карнап), согласно которой в конечном счете существуют только вещи¹, так и позиции Б. Рассела, согласно которой существуют только события. Во-вторых, следует иметь в виду, что ограничение видов «существования» каким-то определенным числом их возможно только в условной форме. В действительности число их безгранично, хотя все они, как увидим, производны от одного, вполне определенного вида «существования». Как мы полагаем, с точки зрения марксистско-ленинской философии, целесообразно считать, что предметы могут существовать в следующих наиболее важных смыслах:

(1) вне и независимо от субъекта, т. е. существовать объективно, материально, в виде вещества и его свойств, излучения, полей, пространственно-временных отношений, трудовой и технической стороны общественного производства и ее свойств;

(2) как отражение объективных предметов в сознании, т. е. существовать субъективно в идеальных формах познания, — в восприятиях, представлениях и в понятиях;

(3) как результат относительно самостоятельного творчества сознания, которое частично может впоследствии реализоваться в материально-предметной области, т. е. существовать субъективно в формах воображения художника, мышления изобретателя, а также в формах бредовых представлений, иллюзий органов чувств и продуктов фантастического и ошибочного мышления;

(4) как абстрактно-теоретические, не имеющие непосредственного прообраза построения и их символы, с которыми оперируют как с условно-самостоятельными объектами (таково существование терминов и предложений, величин и геометрических образов, формул и логико-математических систем и т. д.);

(5) как психологические и гносеологические процессы в отличие от их содержательных результатов, т. е. существовать

¹ Имеется в виду «реизм» Т. Котарбиньского, который интерпретировался автором на протяжении последних 30 лет то семантически, то онтологически. В настоящее время автор этой концепции отказался от безоговорочного отрицания существования свойств, признаков, идеальных образов и признает, что существование их производно от существования вещей, вторично по отношению к ним.

в виде состояний психики, операций и форм чувственного и рационального познания;

(6) как осознание адекватности или неадекватности суждений о существовании и не-существовании объектов (осознание этого получает выражение в логических значимостях истинности и ложности суждений существования).

Поясним вышесказанное на примерах, после чего рассмотрим конкретно содержание различных видов «существования», что позволит затем дать более точный ответ на вопрос, какие именно виды «существования» являются и не являются свойством, и более конкретно определить наше отношение к тезису о нежелательности предиктирования «существования».

Соответственно перечню различных видов «существования», можно построить в качестве общего примера следующий ряд суждений:

(1) «Атом существует»; (2) «атом в современной физической науке существует»; (3) «атом как неделимая частица существует в античной философии»; (4) «атом» существует в языке науки»; (5) «понятие как форма рационального познания атома существует»; (6) «ложность суждения «неделимые атомы объективно существуют» как логический факт существует».

«Объективное существование» является главным и фундаментальным видом существования. Оно представляет собой существенное философское свойство, которое присуще материальным объектам. Утрата объектами существования, которым они обладали ранее, отнюдь не приравнивает их к вещам, которые вообще никогда не существовали, а следовательно, не оставили после себя материальных следствий, влияющих на дальнейшее развитие мира.

Фиксация в суждении факта наличия или не-наличия этого свойства у предметов составляет определенный, иногда весьма значительный шаг вперед в процессе развития науки. Высказанное Демокритом утверждение «атомы существуют», хотя его истинность еще и не была доказана, явилось большим завоеванием познания, открыв перед ним новые горизонты.

Не будем здесь специально разбирать вопрос о том, в каком именно смысле материальны пространственные, общественно-производственные и т. д. отношения. Напомним, однако, что движение — это способ существования материи, а пространство-время есть фундаментальная форма ее существования, и в этом смысле они материальны.

Посмотрим теперь, является ли «объективное существование» предиктируемым качеством в применении не к отдельным материальным объектам, а к материи вообще.

Вне и независимо от субъекта существует материальный мир. Материя как объективная реальность существует. В познании этот факт отражается в форме суждения: «Реальность вне

человеческого сознания, не зависима от сознания, существует» (1). Это суждение отнюдь не представляет собой тавтологии в узком смысле слова (где P есть простое повторение S), как это могло бы показаться, если это суждение заменить другим: «Объективная реальность существует объективно» (2).

Не может быть материи помимо свойства объективного существования, как и этого свойства — помимо материи. Объективное существование органически присуще материи, «ибо единственное «свойство» материи, с признанием которого связан философский материализм, есть свойство *быть объективной реальностью, существовать* вне нашего сознания» [25; стр. 247]. Материя не состоит поэтому из «себя» как субъекта «существования», добавленного к этому субъекту предиката. Но это не значит, что если из природы нельзя устранить материю, как своего рода «подлежащее», то так можно поступить с фактом существования материи как «сказуемым», т. е. обходиться в познании без предсципирования существования по отношению к материи.

В. И. Ленин подверг в свое время критику махиста В. Оствальда, заявившего, что энергия не обязана «иметь носителя». «На деле, мысленное устранение материи, как «подлежащего» из «природы», означает молчаливое допущение *мысли* как «подлежащего» (т. е. как чего-то первичного, исходного, независимого от материи), в *философии*. Устраняется-то не подлежащее, а объективный источник ощущения, и «подлежащим» становится *ощущение*, т. е. философия становится берклеанской...» [25; стр. 257].

Аналогичным образом обстоит дело и с устранением из природы существования материи как «сказуемого». Устранение объективного существования означает молчаливое превращение существования материи только в факт мысли: признается не бытие материи, а только допущение понятия материи в науке. Это значит, что из природы устраняется не «сказуемое» как таковое, а *качественное* отличие бытия *вне* мышления от бытия в мышлении, т. е., иными словами, действительное существование материи в отличие от мысли об этом существовании. В качестве «сказуемого» выступает тогда уже утверждение существования материи *только* в мысли, и философия становится идеалистической.

Что касается суждения (2): «Объективная реальность существует объективно», то вопрос о его тавтологичности решается, на наш взгляд, следующим образом: это суждение аналитично (и в этом смысле тавтологично), если его рассматривать с точки зрения его логической формы, но оно синтетично, если его рассматривать как констатацию факта, которая обосновывает тем самым применение суждения (2) как посылки в последующих логических умозаключениях. Иными словами, следует различать два вида суждения (2). Сочетание их дает следующее суждение (3): «Если реальность вне сознания (действительно) существует, то

объективная реальность существует», или в символической записи: $p \supset r$.

Возникла элементарная логическая тавтология, которая, однако, в данном случае может быть прочитана в свободной интерпретации так: из истинности утверждения о факте существования реальности вне субъекта вытекает допустимость последующего оперирования этим утверждением, как безусловно истинным. В отличие от безусловно аналитического суждения «бытие существует», суждение (2) аналитично лишь постольку, поскольку оно до этого было обосновано апостериорно. Это значит, что признание объективного существования за свойство не влечет за собой появления онтологического доказательства существования материи.

По поводу суждения (2) следует дополнительно заметить, что оно не равноценно суждению (4) «материя существует», хотя фундаментально-философское свойство материи и состоит в том, чтобы быть объективной реальностью. Дело в том, что суждение (4) более определенно выражает важную философскую истину, что то, что существует вне и до нашего человеческого сознания, само по себе также сознанием не является.

Философия логического анализа, как мы уже отчасти видели, не отрицает того, что различные виды «существования» в принципе возможны. Но чрезвычайно характерно, что именно «объективное существование» полностью устранено логическими позитивистами из анализа как якобы псевдопроблематичное. «Обычные онтологические вопросы о «реальности», — вновь писал недавно Р. Карнап, — ...суть псевдовопросы без понятийного содержания» [26; стр. 4]. Дialeктический материализм с полным основанием рассматривает объективное существование как основной первичный вид «существования», исследуемый в теории материализма. С точки же зрения логических позитивистов, предципирование этого вида «существования» не только излишне (как они утверждают в отношении «существования», рассматриваемого вне конкретизации его видов) или ложно, но якобы лишено научного смысла.

Анализ (2) и (3) видов «существования», т. е. существования адекватного и иллюзорного отражения действительности, связан со специальным рассмотрением соотношений социальных и индивидуальных видов отражения.

(2) и (3) виды «существования» представляют собой тесно взаимосвязанные друг с другом гносеологические свойства. Различие между ними относительно. Это обнаруживается, в частности, на следующем факте: познав истинные причины ложности отражения, люди в состоянии внести соответствующие поправки в свое знание и получить в результате этого более истинное отражение внешнего мира, чем то, которым они располагали ранее.

Однако это отнюдь не значит, что различия между двумя вида-

ми «субъективного существования» вообще нет. Правда, оно относительно, но сама относительность этого различия делает возможным осуществление четкого размежевания между истиной и ложью. Факт неадекватности отражения может быть констатирован вполне адекватно (когда мы признаем суждение или сочетание их за ложное, каким оно и есть), либо неадекватно (когда мы ошибочно принимаем его за истинное). Адекватным либо неадекватным может быть и познание причин возникновения неадекватного отражения.

Что же касается воззрений неопозитивистов по вопросу о различии между (2) и (3) видами «существования», то весьма типичным является следующее мнение Б. Рассела относительно чувственного познания: «...Нет таких вещей как «иллюзии ощущения». Объекты чувств, если они даже появляются во сне, суть самые бесспорные реальные объекты, известные нам» [27; стр. 92—93]. Оно и понятно! Если чувственная данность рассматривается в качестве безусловного основания науки, то понятие отражения теряет смысл и различие адекватного и неадекватного восприятий исчезает. Неопозитивизм затушевывает и различие между адекватным и неадекватным понятийным познанием, поскольку конструкция понятийных систем им ставится в зависимость от принятых субъектом конвенций. Различие же между объективным существованием и существованием в отражении неопозитивизм вообще не может выразить, поскольку (1) вид «существования», как уже отмечалось, исключается им из научного рассмотрения.

Из сказанного было бы неверно сделать вывод, что неопозитивизм оперирует только (2) и (3) видами «существования» в их нерасчлененном единстве (исключив из второго вида признак его отношения к объектам внешнего мира). Мы уже видели, что большую роль в неопозитивизме играет понятие «принятости» в символической системе. Это способствует растворению понятийных элементов познания в знаковых элементах, т. е. ведет к результату, сформулированному на основе иных побуждений еще в 1904 г. лидером прагматизма В. Джемсом: с мыслями надо обращаться как с «вещами» [28; стр. 160]. Перейдем в этой связи к рассмотрению (4) вида «существования».

Этот вид «существования», характеризующий бытие конструируемых логико-математических объектов или, как иногда говорят в логике, бытие «абстрактных сущностей» впервые затронутый еще шифагорейцами, был предметом спекуляций философов феноменологического направления Ф. Brentano, А. Мейнонга, Э. Гуссерля и Н. Гартмана, которые рассматривали его как самостоятельный и нередко резко противопоставляли его существованию чувственно-эмпирических вещей¹. Спрашивается,

¹ В 1911 г. Ф. Brentano пришел к иному выводу, что существуют только индивидуальные «предметы» (имея в виду, в отличие от Т. Котарбинь-

бытие каких именно объектов утверждается, когда высказывают суждения: «Число существует» «не-счетные множества существуют» и т. д.?

Отвечая на этот вопрос, буржуазные философы впадают либо в гипостазирование чисел как неких чуть ли не мистических сущностей, наподобие пресловутой улыбки чеширского кота в сказке Льюиса Кэрролла, либо в фетишизацию вещественных знаков. Правильное решение вопроса может быть получено только посредством выяснения той связи, которую имеет специфический для логико-математических объектов вид существования с другими свойственными этим объектам видами существования.

Соотношение (4) и других видов «существования» можно показать на примере символа x . «Икс» существует как своего рода математический объект независимо от различных способов его написания и частных значений в различных формулах и уравнениях. Объект этот существует постольку, поскольку он есть символ у понятий «неизвестная величина», «переменная» и т. д. Существование символа x как математического объекта приобретает смысл только на основе существования математических объектов, что в свою очередь, зависит от того, что в каждой конкретной алгебраической задаче под x кроется объективно существующий искомый материальный объект, а в случае переменной — на первой координате откладываются различные, но в каждом случае определенные количественные значения и т. д. Это относится и к иным случаям значения x . X может символизировать, например, десятку в римской системе числовой нотации, атом ксенона в химии, рентгеновские лучи (в английском языке), первую часть декреталий канонического права в церковной юриспруденции и т. д.

«Икс» как математический символ, «живущий» относительно самостоятельной жизнью, нуждается в своем материальном воплощении. В этом смысле «икс» существует как эмпирический объект в виде определенного графического сочетания пятен чернил, графита, типографской краски и т. д. Иными словами, «икс» это факт, употребленный для того, чтобы изобразить другой факт или класс фактов (последний может оказаться использованным для аналогичной цели). В соответствии с принципами построения метаязыков, « x » выступает также в роли названия символа x и описания названия. Название и описание названия сами могут выступать в роли относительно самостоятельных объектов, что будет соответствовать одному из путей перехода к языкам более высокого уровня. Однако переход от языка уровня n к языку уровня $n + 1$ далеко не всегда означает при этом переход к более высокому виду «существования».

ского, существование идеальных предметов). Заметим, кроме того, что в своих исследованиях, относящихся к XIX в., Ф. Брентано, как и Б. Рассел, отрицал, что «существование» является предикатом, но не смог осуществить сколько-либо радикальной перестройки строения предложения.

Вопрос о характере существования символов зависит от решения более фундаментального вопроса о виде существования собственно логико-математических объектов. Этот именно вопрос нередко формулировался как широкая проблема: какой смысл присущ «существованию» в математике и вообще в формализованных исчислениях?

Мы можем здесь указать лишь на основные направления в решении этой проблемы, не вдаваясь в специальное ее исследование, которое должно быть темой особых статей [29; стр. 52—69].

Теоретики формалистического направления (Гильберт) интерпретировали существование в математике как внутреннюю непротиворечивость системы. Эта интерпретация имеет ощутимую связь с традицией номинализма. Она восходит генетически также к Лейбницу, считавшему, что существовать может все то, что логически непротиворечиво, так что наиболее широкой философской проблемой в данном случае является изучение не существования как такового, а логических условий принятия суждений существования. Д. Гильберт оперировал в своих трудах понятием «непротиворечивого существования» [30; стр. 337]. В свое время формалистический подход к решению проблемы был резюмирован А. Пуанкаре в следующих словах: «...В математике слово *существовать* может иметь только один смысл,— оно означает устранение от противоречия» [31; стр. 124]. Абсолютизация указанного понимания «существования» сводит к нулю онтологический аспект логического утверждения и прокламирует полную независимость формальных систем от существования систем объектов во внешнем мире. Формалисты понимают классическую математику как своего рода игру знаков, лишенных значения.

Представители интуиционистского направления (Брауэр, Вейль) сочли понятие «существования» в математике в смысле осуществимости в системе, т. е. в смысле возможности непротиворечивости выведения, не точным. С точки зрения этих ученых, математические объекты существуют только в случае их реализации в человеческом мышлении. Поэтому интуиционизм в математике считает себя наследником традиции концептуализма, оставляя в тени то важное обстоятельство, что среди концептуалистов в истории философии были и идеалисты и материалисты, во многом не согласные друг с другом. Г. Вейль утверждал: «Там, где речь идет только о возможности конструкции, не имеется никакого содержательного суждения; утверждение существования приобретает смысл только тогда, когда имеем у д а в ш у ю с я к о н с т р у к ц и ю, проведенное доказательство» [32; стр. 41]. Эта позиция смыкалась с учением неопозитивистов о «несодержательности» (неосмысленности) неverifiedируемых переживаниями субъекта предложений.

Оба направления — формалистическое и интуиционистское — подлежат собственно математической критике. Заметим лишь, что

не только первое из них, но и второе отправляется от тезиса о том, что исходное условие «существования» в математике — это непротиворечивость построения, так как внутренне противоречивая конструкция в математическом мышлении реализована быть не может. Основная философская ошибка обоих направлений состоит в непонимании того, что непротиворечивость в математике означает в конечном счете существование по крайней мере одной системы объектов, в которой данная непротиворечивая формальная система находит свое выполнение. Объекты системы, в которой реализуется интерпретация, могут быть либо материальными, либо абстрактными, однако, находящимися на более низкой ступени абстракции, чем элементы интерпретируемой системы. Последнее означает, что система объектов ближе к объективной реальности, чем интерпретируемая формальная система, и отражает некоторые связи и отношения объективного мира [33; стр. 67]. «...Что значит существовать в математике?... В математике имеет право на существование то, что отражает в конечном счете какую-либо сторону материальной действительности, а потому к чему-нибудь применимо» [34; стр. 42]. Иными словами, вопрос о существовании в математике решается в конечном счете критерием материальной практики.

Возьмем простой пример. Пусть мы имеем записанное в логической форме математическое утверждение $(\exists y)(x)(y > x)$, которое читаем так: неверно, что существует такой y , что при всяком x этот y будет больше, чем x . Слово «существует» означает здесь «математически возможен». Отрицание этой возможности зависит от свойств количественных соотношений внешнего мира. Допустим теперь, что нам предлагают принять в систему утверждение $(x) (\exists y) (y > x)$. Мы откажемся это сделать сразу же из чисто формальных оснований: когда кванторы как бы «поменялись местами», отрицание над квантором существования не должно было сохраниться. Если пренебречь этим правилом, мы приходим к противоречиям в системе: окажется, что мы сможем в ней вывести одновременно и утверждение и отрицание одного и того же предложения. И тем не менее основание для нашего отказа в конечном счете вполне содержательно. Второе утверждение означало, что ни для какой величины x не может быть найдена величина y , которая будет больше, чем x . Иными словами, всякая подставленная вместо x величина, согласно этому утверждению, оказывается наибольшей. Очевидно, что этот тезис не совместим именно с реальным положением вещей, отображаемым, например, в обычной арифметике и проверяемым практикой.

Источник принципа запрещения формального противоречия, сигнализировавшего нам об ошибочности принятия второго утверждения, в конечном счете, также коренится в реальных отношениях внешнего мира. Критерий практики указывает, что в мате-

матике мы, как правило, сталкиваемся со случаями гипотетического существования, когда высказываются утверждения типа «если такое-то предложение будет существовать (т. е., если будет указан способ точного построения его содержания), то оно обнаружит такие-то и такие-то свойства»; в общей форме: для всякого x , если удастся ему придать некоторые определенные свойства, x будет обладать такими-то и такими-то (иными) свойствами». Эти свойства проверяются на практике, но более или менее приблизительно.

Логические позитивисты занимают в данном вопросе противоположную позицию, рассматривая специфическое существование логико-математических объектов как самостоятельный, а в ряде случаев и как основной с точки зрения «интересов науки» вид существования. Этот вид «существования» они переносят часто из собственно логической, «категориальной» области также и в сферу эмпирического знания, приписывая его предложениям о фактах. Характерно в этой связи мнение Шлика (даем его в изложении Г. Фейглы): «Физическое», следовательно, вовсе не есть особая часть или перспектива действительного. Это понятийная система, язык, который наиболее подходящ для систематического обозначения фактов» [35; том 7, стр. 412]. Перенесение центра тяжести с чувственно-воспринимаемого на «языковое» существование характерно и для известного учения Карнапа о формальном модусе речи [36; стр. 303].

Следующий (5) в указанном нами выше перечне вид «существования» — это существование отражающих форм сознания как таковых. Человеческое сознание не существует помимо своего содержания, т. е. помимо отражения объективной реальности. Поэтому следует в принципе отвергнуть понимание сознания экзистенциалистами, согласно которому содержанием сознания является сам процесс сознания [37; стр. 257]. С другой стороны, не существует содержания сознания в «чистом» виде, помимо идеальных форм и процессов его образования, что ошибочно допускается в рассуждениях неопозитивистов о существовании объектов как данности их в сознании.

Безусловно, без анализа форм познания создание научной теории познания невозможно. Было бы неверно сказать, что неопозитивисты пренебрегают изучением форм познания. Логические формы являются, как известно, предметом их пристального внимания, а в последние два десятилетия они включили в свой анализ проблему отношения предложений и суждений. Однако логические формы анализируются ими не как формы отражения, а как знаковые структуры. Подобный аспект анализа, разумеется, также необходим, но принципиально неверно только им и ограничиваться, т. е. идти по пути сведения существования форм познания к существованию логико-грамматических и математических объектов. Если провести, например, анализ структуры существования

термина «предложение», то обнаружится, что «предложение» существует как форма суждения лишь постольку, поскольку суждение есть логическая форма отражаемого в познании содержания. Но закономерностей процесса отражения неопозитивизм учитывать не желает. Рассмотрение предложения как сочетания знаков в трех отношениях — синтаксическом, семантическом и прагматическом — также не охватывает отношения отражения.

«Существование» логических значимостей (6) присуще гносеологическим характеристикам продуктов логического мышления, адекватно или неадекватно отражающего внешний мир. Мы полагаем, что следует строго отличать данный вид «существования» от всех прочих.

Кроме объектов, с одной стороны, и образов сознания как таковых, с другой, существует гносеологическое отношение между ними, зависимое от деятельности субъекта. Поскольку истинное знание состоит в объективно-правильном отражении объектов, то оно воплощается в синтезе суждений в научную теорию, адекватную действительности. Значимости «истинности» или «ложности» и характеризуют отношение отражения с точки зрения достигаемых им результатов. Поскольку же истина в целом есть противоречивый процесс развития познания, все более адекватно, всесторонне отражающего изменяющиеся и взаимодействующие объекты, но никогда не достигающего полного своего завершения, то «истинность» суждений науки относительна. Однако на каждой определенной ступени развития науки, а тем более в рамках математических и логико-математических исчислений можно условно рассматривать «истинность» и «ложность» вне прямой зависимости этих гносеологических значимостей от последующей истории развития познания.

В современной логике значимости «истинности» и «ложности» связаны с гносеологическим пониманием этих значимостей через философскую их интерпретацию, которую следует отличать от технической интерпретации. Внутри самой логики логические значимости понимаются либо как утверждение и отрицание, либо как приемлемость и неприемлемость. В случае многозначных логик значения значимостей определяются через взаимоотношения значимостей. С другой стороны, «истина» и «ложь» могут рассматриваться в логике как своего рода десигнаты классов всех истинных или всех ложных предложений. С точки зрения методов формально-логической семантики предложений это имеет свой резон.

Отношение неопозитивистской доктрины к проблеме существования логических значимостей определяется тем, что в своих теоретических изысканиях неопозитивисты предпочитают оперировать логико-математическими объектами, склоняясь чаще всего к истолкованию их как знаковых структур и в этом смысле как эмпирических объектов. В так называемой формальной версии

физикализма, предложенной в начале 30-х годов О. Нейратом, интерпретация знаков как эмпирических объектов сделалась даже основой целой гносеологической концепции. В результате этого логические значимости интерпретируются как только формальные признаки предложений. Иными словами, отрицается наличие ситуаций, в которых философская (гносеологическая) интерпретация логических значимостей было бы необходимой. Существование логических значимостей на этой основе утрачивает свою специфику и совпадает с существованием тех логико-математических объектов, которым эти значимости приписывались. Именно так может быть расшифровано позитивистское понимание выдвинутой А. Тарским так называемой формулы условия материальной адекватности семантической дефиниции истины ($\langle p \rangle$ истинно $\equiv p$).

Одной разновидностью существования логических значимостей является логическая оценка отрицания существования объектов. Это имеет место, например, в случае предложения: «суждение «теплород не существует» истинно». Эта своеобразная разновидность существования (логически зафиксированное не-существование) играет в науке роль не меньшую, чем утверждения о существовании вещей.

Для науки было важно, например, не только высказать суждение «атом существует», но и прийти к выводу о беспорной его истинности, т. е. убедиться в том, что физические атомы существуют не только в мнениях философов и ученых, но и действительно. В истории науки второе событие было отделено от первого интервалом в две с половиной тысячи лет. Но столь же важным в познавательном отношении является и установление истинности суждений о несуществовании. Теория теплорода, например, была подвергнута критике в конце XVIII в. Гемфри Дэви, но путь учению о теплоте как форме движения открылся только тогда, когда ложность этой теории была установлена окончательно, т. е. в XIX в.

Не следует отождествлять «существование» предметов в форме субъектов суждений о их небытии (и утверждений об истинности таких суждений) с фактом небытия, присущего бесконечному классу предметов, которых нет реально и о которых в то же время никто не мыслит как о существующих или как о несуществующих. Сказанное бесспорно, поскольку высказывание о факте и сам факт не одно и то же, однако представляет, как увидим ниже, особый для нас интерес. Предметы указанного класса «не существуют» в смысле, контрадикторном смысле «существования вообще», которое охватывает все вышеразобранные нами значения данного понятия в совокупности.

Вспомним, прежде всего, указание В. И. Ленина о том, что наиболее общие понятия, такие, как материя и сознание, определены лишь соотносительно, т. е. одно через посредство другого

[25; стр. 133]. Указанная соотносительность полностью учтена В. И. Лениным в данном им определении материи. Мало того, она служит основой этого определения, ибо полностью соответствует ленинской постановке дилеммы материалистического и идеалистического решений вопроса. Материалистическое определение материи было сформулировано В. И. Лениным при помощи предцифирования объективного существования в его отношении к существованию (2) различных видов отражения. Объективная реальность в ленинском понимании есть то, что именно не есть акт сознания или его образ. Объективная реальность существует не в виде отражающего сознания, а как то, что отражается сознанием, но существует вне, до и независимо от последнего.

Вышеприведенное указание В. И. Ленина имеет принципиальное методологическое значение и непосредственно применимо к анализу понятия «существование».

Спрашивается, через соотношение с каким понятием можно было бы попытаться определить такое чрезвычайно широкое понятие как «существование вообще»? Можно было бы попытаться определить его через отношение к «не-существованию вообще». Но эти два соотносительных понятия отражают одно в другом лишь свою бессодержательность. Если пользоваться понятием «факта» расширительно, то мы приходим к выводу, что «существование вообще» присуще и факту несуществования не реальных и никем не мыслимых предметов, так как и этот «факт» существует! Аналогичный ход мыслей привел в свое время Парменида к убеждению, что не-бытия быть не может. Таким образом, существование и несуществование сливаются воедино, наподобие шеллингова абсолюта, в сумраке которого «все кошки серы».

Гегель определял «чистое бытие» как «абсолютное безразличие... отсутствие определений до всякой определенности» [38; стр. 146]. Бытие вообще есть «чистая абстракция и, следовательно, абсолютно-отрицательное, которое, взятое также непосредственно, есть ничто» [38; стр. 148]. Стирание грани между «существованием вообще» и фактом не-существования превращает «существование» в аналог мысленного «ничто» и оказывается таким образом своеобразной формально-логической парафразой тезиса Гегеля о диалектическом превращении «чистого бытия» в «ничто». Оставляя в стороне вопрос о потенциальном содержании понятия «ничто» в философии Гегеля, следует подчеркнуть, что и в современном позитивизме понятие «несуществования» обладает своего рода скрытыми силами. В результате неограниченного оперирования термином «факт», «не-существование вообще» играет роль «противовеса» соотносимому с ним понятию «существования вообще». Однако на поверку оказывается, что оба понятия сливаются.

Тезис Гегеля был использован в XIX в. полупозитивистом Е. Дюрингом. Согласно Дюрингу, понятие бытия представляет

собой «мыслительный взор на целостность вещей и отвлечение от специфических форм» [39; стр. 175]. Дюринг оперировал понятием «бытия вообще», аналогичным понятию «существования вообще» [40; стр. 42].

В. И. Ленин не отрицал понятия «существование вообще» как такового. Обратим в этой связи внимание на слова В. И. Ленина о том, что, разумеется, «и мысль и материя действительны», т. е. существуют» [25; стр. 231]. Однако Ленин предупреждал против свободного оперирования в философии диалектического материализма понятием «бытие (существование) вообще», ибо материя и сознание — «предельно-широкие, самые широкие понятия, дальше которых по сути дела (если не иметь в виду *всегда* возможных изменений номенклатуры) не пошла до сих пор гносеология» [25; стр. 133]. Понятие «бытие вообще» не только стирает различие в позициях материализма и идеализма, но оно философски вообще бессодержательно. В. И. Ленин, как мы уже подчеркивали, определял материю через *соотнесение* ее с производным от нее сознанием. Заметим, кроме того, что квалификация материи как объективной реальности не является ее единственным признаком, так как ей присущи такие атрибуты, как всеобщность ее движения, беспредельность во времени-пространстве, неисчерпаемость свойств и др. Наличие у материи этих атрибутов обусловлено тем, что материя, будучи объективной реальностью, является тем самым тем что не есть сознание, и обладает поэтому свойствами, которых либо у сознания нет, либо они свойственны последнему в неполной и отраженной форме. Неправа поэтому Х. Эйльштейн, которая в книге «Материальное единство мира» (1964) утверждает, что Ленин считал невозможным дать определение материи.

Ошибочна, следовательно, трактовка понятия материи как фиксации существования реальности в абсолютном отвлечении от свойств ее, в том числе и от гносеологического свойства «иметь способность отражаться в субъекте». Сторонники такой трактовки понятия материи [41; стр. 107], ссылаются на слова Энгельса: «Материя как таковая, это — чистое создание мысли и абстракция. Мы отвлекаемся от качественных различий вещей, когда объединяем их, как телесно существующие, под понятием материи. Материя как таковая, в отличие от определенных, существующих материй, не является, таким образом, чем-то чувственно существующим» [42; стр. 203]. Однако, как нетрудно увидеть, проследив далее движение мысли Ф. Энгельса, Энгельс имел в виду отвлечение от качеств эмпирических, вскрываемых частными естественнонаучными теориями, но отнюдь не изоляцию понятия материи от генетического и гносеологического отношения материи и сознания.

Неверно толковать слова Энгельса и в том смысле, будто помимо философского понятия материи существует особое естественно-

научное понятие материи, образуемое путем отбрасывания конкретных ее признаков, без последующего гносеологического соотнесения с сознанием. Если допустить правомерность такого самостоятельного естественнонаучного понятия материи, то, начав конкурировать с философским ее понятием, оно приобретает черты либо узко «телесного бытия» (и тогда мы окажемся отброшенными вспять, на уровень физики XIX в.) либо «бытия вообще» (и тогда мы беззащитны против упрека в не разграничении нами «объективного существования» и «существования вообще»).

Именно позитивизм, как это на примере махизма указывал В. И. Ленин, тяготеет к замене понятий материи и сознания понятием существования вообще, как якобы выражающим «нейтральную» природу мира (или к подчинению этих двух понятий последнему). Это обнаруживается также и на примере дюрингианства.

Только в понятии, т. е. в мышлении, возможно существование «движение вообще», понятого безотносительно к тому, имеется ли в виду материальное движение или же производное от него движение сознания, т. е. вне учета того, что «движению представляемых, восприятий и т. д. соответствует движение материи вне меня» [25; стр. 254].

Более поздний позитивизм в вопросе о содержании понятия «существования» следовал по дорожке, проторенной Дюрингом, подменяя объективное (материальное) существование мира существованием вообще.

Р. Авенариус выразился, что он не знает «ни физического, ни психического, а только третье». Расшифровывая понятие «третьего», И. Петцольд пояснил, что «третье» не имеет относительного себе содержания о понятии. Таким образом, пресловутое «третье» оказывается наделенным логическим признаком понятия «существование вообще». Это не значит, что «третье» полностью совпадает с «существованием вообще». Как известно, махисты называли «третьим» ощущения субъекта, взятые «сами по себе», т. е. вне дилеммы основного вопроса философии. Напомним, что Авенариус усматривал единство мира в возможности мышления о мире, согласно принципу экономии мышления. Ощущения, из которых, согласно взглядам махистов, складывается мир, получают свое единство от мыслящего субъекта.

Для неопозитивизма «существование вообще» играет роль главного вида «существования», поскольку существование логико-математических объектов и логических значимостей рассматриваются им как в принципе не отличающиеся от «существования вообще». На самом деле, М. Шлик выдвинул тезис, что единство мира состоит в его познаваемости [43; стр. 283]. Посмотрим, что это означает.

Утверждение Шлика основано на следующих предпосылках:

- 1) свойства, которые предцируются по отношению к объектам

наукой, существуют в науке постольку, поскольку наука их формулирует; 2) единство этих свойств существует постольку, поскольку наука подводит их под структурное единство. В русле этих субъективистских воззрений двигались неопозитивисты на продолжении всех своих поисков «унификации» науки: речь шла не о том, чтобы вскрыть единство объективного мира, а лишь о том, чтобы обрести «языковое» единство науки. При этом неопозитивисты (например, Карнап) оперировали понятием «существования в едином языке».

Но что значит существование в «языке»? Это существование логико-математических объектов, а также их логических значимостей. И когда утверждают, что единство мира состоит в его познаваемости (имеется в виду познание путем применения символической аппаратуры), то это значит, что единство мира усматривают в (4) и (6) видах «существования», претендующих, как затем оказывается, на своего рода онтологическую роль. Происходит это с помощью «нелегального» замещения (4) и (6) видов «существования» «существованием вообще». Обратим в этой связи внимание на следующее тонкое замечание А. Папа о стиле мышления логических аналитиков: «Логическое понятие «значимостей» связанных переменных играет... ту же роль, что и старое понятие субстрата, мыслимого как безкачественный носитель всех качеств, как то, что «остается при всех изменениях». Примечательно, что как-раз в формализме логики еще скрыто это старое метафизическое понятие...» [44; стр. 154].

Неопозитивисты начинают с рассмотрения существования символов объектов и отношений, а также символов логических значимостей безотносительно к тому, что в действительном научном познании они не могут возникать и функционировать иначе, как в мышлении, которое познает внешний по отношению к человеческому сознанию мир. Допустимое в узких границах формальной логики, такое рассмотрение оказывается явно недостаточным, а в этом смысле ошибочным в теории познания, приводя к тому, что существование логико-математических объектов и значимостей приобретает значение «существования вообще», т. е. истолковывается как заменитель всех остальных видов существования.

Именно в этом и состоит допускаемая позитивистами в данном вопросе философская ошибка. Понятие «существование вообще» не может служить заменителем понятия «объективное существование предметов вне, до и независимо от познающего субъекта». «Существование вообще» не есть ни физическое, ни гносеологическое свойство (ибо оно не связано с различием между субъектом и объектом), а следовательно, не есть свойство вообще и не есть признак в логике. Его предикация, действительно, излишня, и в этом пункте логики-позитивисты, безусловно, правы. Однако они столь же безу-

словно не правы, отрицая необходимость определения границ понятия «существования вообще», не учитывая эти границы в своей собственной научной практике и подменяя этим понятиём понятие объективного существования вещей.

Мы приходим к выводу, что «существование вообще» может быть достаточным для гносеологической характеристики символических (и символизированных) объектов. Именно идеалистический характер носит тот результат, к которому при анализе проблемы «существования» пришли неопозитивисты: существование — это данность логико-математических предметов сознанию логика. Расширительно истолковав принцип исключения собственно онтологических вопросов из сферы логики, который действительно позволяет внутри самой логики свободно пользоваться вышеразобранной операцией выражения «существования» различными способами (через предикат или же через квантор), неопозитивисты пришли к субъективно-идеалистическому изложению логических идей. Не удивительно поэтому, что историк неопозитивизма Виктор Крафт после рассуждений о неопределимости понятия «объективное существование» приходит к общепризнанному философскому выводу: «...мы не можем противопоставить мысленно выведенной действительности вне нашего сознания еще другую действительность, которая не была бы введена точно так же мысленно» [45; стр. 166]. Иными словами, субъект замкнут в сфере своих переживаний и мыслей, и его попытки познать что-либо за ее пределами обречены на неудачу. Феноменализм оказался «высшей мудростью» «Венского кружка».

Еще более выпукло обнаруживается субъективно-идеалистическая сущность логического позитивизма при сопоставлении тезиса о сведении существования к данности сознанию логика с двумя другими тезисами: а) принципом верификации в «классическом» его виде, относящемся к началу 30-х гг. нашего века (согласно этому принципу существование события сводится к его наблюдаемости); б) позитивистским истолкованием условия материальной адекватности семантической дефиниции истины (позитивистская интерпретация записи этого условия « $p \equiv \langle p \rangle$ истинно» означает сведение истинности к принятости субъектом предложения в рамках той или иной «языковой» системы).

* * *

Теперь мы можем завершить и рассмотрение вопроса о том, позволяет ли принятая в исчислении предикатов символическая форма записи предложений о существовании и несуществовании устранить предикаторность «существования» из теории познания и справедливы ли в этом отношении претензии Айера, Карнапа и Куайна. Вывод таков: для подобного истолкования операции символической логики действительных оснований не дают. Позитивистское истолкование вышеназванной операции делается воз-

возможным на почве неправомерной абсолютизации относительной независимости содержания выражения «для некоторых $x...$ » от существования в объективном его значении. А это, в свою очередь, возможно в результате рассмотренных выше совмещений значений понятия «существует».

Предложенный Б. Расселом способ уточнения значения «существования» в логике сам по себе не приносит никакого философского вреда, так как позитивистско-идеалистические извращения возможны и при традиционном введении «существования» в предложения через предикат. С другой стороны, логическая концепция Рассела отнюдь не может наглухо изолировать логику от онтологии, ибо остается открытым вопрос, на каком эмпирическом основании утверждается существование того или иного класса предметов с данными предикатами как непустого или как пустого. Следовательно, сохраняется проблема зависимости логического строения мышления от содержания объективной реальности.

Что касается общих выводов, к которым мы приходим в положительном плане, то они таковы: «существование вообще» не является свойством (и соответственно признаком в формальной логике); объективное и субъективное существование являются свойствами (и соответственно признаками).

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Н. Бродский. Категория небытия в древнегреческой философии. «Вестник ЛГУ», 1959. Вып. 2, № 11.
2. Платон. Софист, 256 в.
3. A. Whitehead and B. Russell. *Principia Mathematica*. Cambridge, vol. I, 1925.
4. B. Russell. *Logic and Ontologie*. «The Journal of Philosophy», vol. LIV, N 9, 1957.
5. K. Ajdukiewicz. On the notion of existence. «*Studia Philosophica*», vol. IV, 1949 — 1950.
6. W. Quine. *From a logical point of view*. Cambridge, Mass., 1953.
7. W. Quine. *Designation and Existence*. «The Journal of Philosophy», vol. XXXVI, N 26, 1939.
8. R. Carnap. *Meaning and Necessity*. Chicago, 1947.
9. St. Leśniewski. Über die Grundlagen der Ontologie. «*Sprawozdania z posiedzeń Towarzystwa naukowego warszawskiego*», Wydział III, 1930, vol. 23, zeszyt. 4—6.
10. A. Ayer. *Language, Truth and Logic*. London, 1936.
11. A. Pap. *Elements of Analytic Philosophy*. N. Y., 1949.
12. Аристотель. Метафизика. М.—Л., 1934.
13. Immanuel Kant. *Kritik der reinen Vernunft*. Leipzig, 1878.
14. К. Маркс и Ф. Энгельс. Из ранних произведений. М., 1956.
15. B. Russell. *An Inquiry into Meaning and Truth*. London, 1943.
16. B. Russell. *The Principles of Mathematics*. London, 1903.
17. Д. Юм. Трактат о человеческой природе, кн. I. Юрьев, 1906.
18. H. Reichenbach. *Der Aufstieg der wissenschaftlichen Philosophie*. Berlin, 1957.
19. G. Frege. *Über Sinn und Bedeutung*. «*Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik*», 1892, Bd. 100, S. 25—30.

20. «Przegląd filozoficzny». W-wa, 1934.
21. G. Bergmann. The Metaphysics of logical positivism. N. Y., 1954.
22. С. Л. Рубинштейн. Бытие и сознание. М., 1958.
23. Т. Котарбиński. Wykłady z dziejów logiki. Łódź, 1957.
24. Б. Спиноза. Избранные произведения, т. I. М., 1957.
25. В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм. Соч., т. 14.
26. «Minnesota. Studies in the Philosophy of Science», vol. 1. Minneapolis, 1959.
27. B. Russell. Our Knowledge of the external world. London, 1952.
28. W. James. Does «consciousness» exist? «Classic american philosophers». Selections by Max H. Fisch a. o. N. Y., 1951.
29. A. A. Fraenkel. Sur la notion d'existence dans les mathematique. «L'Enseignement Mathematique», XXXIV, 1935—36.
30. Д. Гильберт. Основания геометрии. М., 1948.
31. А. Пуанкаре. Наука и метод. 1908.
32. H. Weil. Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft. «Handbuch der Philosophie», München und Berlin, 1926. 4 Lieferung.
33. С. А. Яновская. Идеализм в математике. Сборник статей по философии математики. М., 1936.
34. В. Молодший. К вопросу о происхождении и значении аксиом геометрии. Там же.
35. «Erkenntnis zugleich Annalen der Philosophie», Wien.
36. R. Carnap. The Logical Syntax of Language. London, 1954.
37. K. Jaspers. Philosophie, B. II. Berlin, 1956.
38. Г. Гегель. Соч., т. I. М., 1929.
39. E. Dühring. Logik und Wissenschaftstheorie, 1878.
40. Ф. Энгельс. Анти-Дюринг. М., 1948.
41. «Der dialektische Materialismus und der Aufbau des Sozialismus». Berlin, 1958.
42. Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., 1955.
43. M. Schlick. Allgemeine Erkenntnislehre. Berlin, 1918.
44. А. Рар. Analytische Erkenntnistheorie. Wien, 1955.
45. V. Kraft. Der Wiener Kreis. Der Ursprung des Neopositivismus. Wien, 1950.

О ДОСТОВЕРНОСТИ ВЫВОДОВ ПО АНАЛОГИИ

Традиционное определение умозаключения по аналогии заключается в том, что это — вывод от общности одних свойств или отношений у сравниваемых объектов к общности других свойств или отношений. Такой вывод может иметь множество разнообразных видов в зависимости от типа свойств и отношений и форм их связи со сравниваемыми объектами. Некоторые из умозаключений, называемые обычно также выводами по аналогии, как будто бы выходят за рамки традиционного определения. Мы не будем рассматривать такие случаи и ограничимся во избежание словесных недоразумений только теми умозаключениями, которые вполне отчетливо удовлетворяют приведенному выше определению.

Вопрос о правомерности умозаключений по аналогии уже с давних времен вызывал ожесточенные споры. В античную эпоху правомерность этих умозаключений защищали эпикурейцы и против них выступали стоики [1]. Сильный аргумент против выводов по аналогии был выдвинут Ибн Синоу: «Это (заклучение по аналогии) не является необходимым, потому что утверждение по сходству может противоречить утверждению по другому сходству, так как есть много вещей, которые в одном отношении схожи, а в тысяче других отношений различны. В отношении одного из них суждение будет правильным или может быть правильным, а в отношении другого неправильным. Стало быть аналогия может привлечь внимание и навеять сомнение, но не установить достоверность» [2; 116—117].

Но таким образом вывод по аналогии низводится до уровня вывода о причинной связи по формуле «*cum hoc, ergo propter hoc*». Ведь такой вывод тоже может привлечь внимание и посеять сомнение.

Мнение о том, что вывод по аналогии не может давать необходимого результата, сделалось общепринятым в формальной логике, в том числе и в современной. Признается, да и то не всегда, лишь эвристическая ценность выводов по аналогии, ведущих к созданию гипотез. Такие гипотезы, основанные на аналогии, оказываются иногда правильными, иногда нет.

В этом плане умозаключение по аналогии родственно другим формам мысли, дающим лишь вероятный вывод, и, прежде всего, индукции. Несмотря на то, что индукция, согласно традиционному пониманию, это вывод от частного к общему, а аналогия относится к выводам от отдельного к отдельному, т. е. к традикции, между ними много общего. Очень ясно эту общность выразил И. Кант. В индукции, говорит он, мы от многих вещей переходим ко всем вещам известного рода; в выводах по аналогии — от многих определений, свойств, в которых согласуются вещи, — к остальным. «Нечто во многом, следовательно, во всем это индукция; в одном есть многое (что есть в других) следовательно, в нем есть и остальное — аналогия» [3; 125].

Таким образом, аналогию в общем случае можно рассматривать как особый, вырожденный случай индукции — индукцию свойств. Здесь в качестве вещей выступают свойства, а в качестве переносимого признака — свойство второго порядка, свойство свойств, а именно их присущность обоим сравниваемым предметам. Это означает, что правомерность выводов по аналогии можно обосновать как выводы по индукции. Правда, индуктивное умозаключение приводит лишь к вероятным результатам, но существуют различные градации степени этой вероятности. Можно сформулировать правила повышения вероятности выводов по индукции и *mutatis mutandis* распространить их на умозаключение по аналогии [4]. Но и при самом строгом выполнении этих правил, вывод по аналогии не становится необходимым.

Это справедливо применительно к общему случаю. Но нет ли какой-либо особой формы аналогии, применяемой где-нибудь в специальной области знания, с иными логическими свойствами? Часто бывает так, что отдельные специальные науки, сталкиваясь с математическими или логическими проблемами, не дожидаются, когда математика или логика их решит, а начинают разрабатывать эти проблемы самостоятельно, разумеется специфическими для данной науки методами.

Уже на заре развития механики Галилей рассмотрел одну очень важную для инженерного дела проблему. Прежде чем строить большую машину, целесообразно выяснить, как она будет работать, будет ли она в достаточной мере прочной. Для этого можно было бы построить другую такую же машину, но гораздо меньшую по размерам — модель. Можно ли переносить выводы, полученные при исследовании этой модели, на большую машину? Один из собеседников в диалоге Галилея «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки» Сагредо говорит: «Если поэтому большую машину сделать во всех своих частях пропорциональной малой, оказавшейся прочною и пригодною для употребления, то я не вижу, почему мы все же не можем считать себя обеспеченными от какого либо несчастья или опасности» [5; 49].

Другой собеседник — Сальвиати возражает: «Смею утверждать, что если мы, отвлекшись от всякого несовершенства материи и предположив таковую неизменяемой и лишенной всяких случайных недостатков, построим большую машину из того же самого материала и точно сохраним все пропорции меньшей, то в силу самого свойства материи, мы получим машину, соответствующую меньшей во всех отношениях, кроме прочности и сопротивляемости внешнему воздействию; в этом отношении чем больше будет она по размерам, тем менее будет она прочна» [5; 49].

Как мы видим, Галилей рассматривает проблему переноса признаков с одного объекта — непосредственно исследуемого, на другой. Первый, как уже отмечалось, называется моделью, второй — образцом или оригиналом. Такой перенос признаков является результатом умозаключения по аналогии. Галилей, как мы видим, скептически относится к такому умозаключению. Он точно определяет характер возможной ошибки, связывая ее со свойствами материалов.

Несмотря на возможность ошибок, выводы от модели к оригиналу с течением времени находили все более широкое применение в инженерной практике. Все более актуальной задачей становилось создание теории, которая определила бы условия правомерности этих выводов. Зародыш такой теории был уже у И. Ньютона. В более общем виде эта теория появилась около середины прошлого века (работа Ж. Бертрана). Она получила название *теории подобия*. В развитии теории подобия существенное значение имели труды советских ученых: М. В. Кирпичева, М. А. Михеева, А. А. Гутмана, П. К. Конакова, Л. И. Седова и других. В настоящее время теория подобия играет большую роль в инженерной практике. Академик М. В. Кирпичев следующим образом характеризует задачи, решаемые этой теорией:

«В настоящее время теория подобия имеет следующие направления.

Первым по времени направлением является приложение теории подобия к изучению разнообразных технических сооружений на моделях.

Моделирование стало мощным средством для обнаружения различных недостатков, имеющихся в существующих технических устройствах, и для изыскания путей к их устранению.

Далее моделирование уже стало широко применяться для проверки вновь конструируемых объектов, так что до их выполнения, в процессе проектирования, моделирование позволяет совершенствовать новые, еще не опробованные на практике конструкции.

Теория подобия нашла также применение при обобщении рабочих показателей целых групп однотипных машин и устройств, так что на основании обработки данных многочисленных испытаний оказывается возможным создавать новые, основанные на критериях подобия, способы расчета различных технических объектов,

которые приводят к установлению рациональных, связанных с экономией энергии режимов.

Теория подобия стала научной основой обобщения данных физико-технических испытаний, своего рода теорией эксперимента, указывающей во всех тех случаях, когда решение дифференциальных уравнений физики наталкивается на трудности, путь к такой постановке опытов, что их результаты могут быть распространены на всю область изучаемых явлений» [6; 92—93].

Решение всех этих задач возможно именно потому, что в теории подобия были по существу сформулированы условия правомерности умозаключений, позволяющих признаки, обнаруженные у одного объекта, переносить на другой объект, т. е. условия правомерности умозаключений по аналогии. Эта проблема — логическая, но решена она в специальной инженерно-математической теории и, естественно поэтому, инженерно-математическими методами. Вкратце суть основных идей теории подобия заключается в следующем. В математике известно понятие геометрического подобия. Вообще говоря, геометрические фигуры считаются подобными, если между ними установлено соответствие такого типа, что при надлежащем расположении можно добиться их совпадения с помощью однородной деформации линейных размеров, т. е. изменений всех их в одно и то же число раз (преобразования подобия). Такое соответствие означает, что в подобных фигурах некоторые величины будут одинаковыми — именно те, которые зависят не от абсолютных размеров фигур, а от соотношения этих размеров. Так, в подобных треугольниках будут одинаковыми тригонометрические функции соответствующих друг другу углов. Поскольку эти функции определяются отношениями одной длины к другой, сами они являются безразмерными величинами.

Понятие геометрического подобия можно распространить на более широкую область явлений. Как при преобразованиях подобия геометрических фигур остаются неизменными соотношения соответствующих геометрических величин, так в общем случае можно рассматривать такие преобразования, при которых остаются неизменными соотношения соответствующих физических величин. Таким образом, мы приходим к понятию физического подобия. «Физически подобными называются явления, протекающие в геометрически временных подобных системах при постоянном значении отношений одноименных физических величин в сходственных точках. Такое определение подобия является непосредственным распространением понятия о геометрическом подобии на физические процессы» [7; 198].

Сказанное предполагает, что подобные явления описываются одним и тем же уравнением, т. е., что «математические описания процессов *A* и *B* отличаются друг от друга только величиной содержащихся в них именованных чисел. Во всем остальном эти описания полностью совпадают» [8; 105].

Если бы физические явления описывались только одноименными величинами, например только скоростями или массами, то применение указанных определений не вызывало бы каких-либо затруднений. Но обычно физические явления описываются величинами разнородными. Например механическое движение характеризуют сила, масса и ускорение, связанные соотношением второго закона Ньютона $F = ma$.

Пусть данное механическое явление описывается величинами

$$F' = 6 \text{ дин}, m' = 2 \text{ гр}; a' = 3 \text{ см/сек}^2.$$

Если все эти величины умножить на один и тот же коэффициент $k_F = k_m = k_a = 4$, то мы не придем к подобному явлению. Легко видеть, что соотношение между kF' , km' , ka' не будут удовлетворять уравнению Ньютона. Этим физическое подобие отличается от геометрического. Для того, чтобы явления, описываемые данными величинами, были подобными, на коэффициенты преобразования k_F , k_m , k_a необходимо наложить определенное ограничение. При его выполнении уравнение Ньютона должно быть инвариантным по отношению к преобразованиям:

$$k_F F' = k_m m' \cdot k_a a'.$$

Перенесем коэффициенты в левую часть уравнения. Получим

$$\left[\frac{k_F}{k_m k_a} \right] F' = m' a'.$$

Легко видеть, что для того, чтобы две системы описывались одним и тем же уравнением, коэффициенты преобразования необходимо связать соотношением:

$$\frac{k_F}{k_m k_a} = 1.$$

Выражение, которое здесь приравнивается единице, будет называться *индикатором подобия*, поскольку оно позволяет обнаруживать подобие явлений.

В индикатор подобия входят коэффициенты преобразования, т. е. величины, характеризующие не отдельные системы, а взаимоотношения между ними. Исследователь же чаще всего имеет дело с отдельными конкретными системами и гораздо удобнее выражать условия подобия через характеристики этих систем.

Если системы подобны друг другу, то их можно описать с помощью одних и тех же чисел. Различие между ними в таком случае сведется к различию между единицами измерения, применяемыми в каждой системе. Тогда коэффициенты преобразования будут равны соотношениям между соответствующими единицами измерения, которые обозначим как F_0' , m_0' , a_0' и F_0'' , m_0'' , a_0'' . Это

можно выразить в виде равенств: $k_F = \frac{F_0''}{F_0'}$; $k_m = \frac{m_0''}{m_0'}$; $k_a = \frac{a_0''}{a_0'}$.

Отсюда индикатор подобия равен

$$k_F k_a = \frac{\frac{F_0''}{m_0'' a_0''}}{\frac{F_0'}{m_0' a_0'}} = \frac{F_0''}{m_0'' a_0''} \cdot \frac{m_0' a_0'}{F_0'}$$

Следовательно, условие равенства единице индикатора подобия эквивалентно условию:

$$\left[\frac{F_0''}{m_0'' a_0''} \right] = \left[\frac{F_0'}{m_0' a_0'} \right].$$

Поскольку единица a_0 является производной от единиц скорости и времени

$$a_0 = \frac{v_0}{t_0},$$

приведенное выше равенство можно выразить следующим образом:

$$\left[\frac{F_0'' t_0''}{m_0'' v_0''} \right] = \left[\frac{F_0' t_0'}{m_0' v_0'} \right].$$

Выражения типа тех, которые здесь приравняются, играют в теории подобия фундаментальную роль и носят названия *критериев подобия*. Они представляют собой связи между масштабами, ограничивающие произвольность их выбора. Важной особенностью критериев подобия является их безразмерный характер. В этом отношении они аналогичны, например, тригонометрическим функциям углов в подобных треугольниках.

Утверждение о том, что *подобные явления должны иметь одинаковые критерии подобия*, составляет содержание первой теоремы подобия, доказанной еще Ж. Бертрамом. Эта теорема определяет, таким образом, *необходимые условия подобия*.

Достаточные условия подобия определяются с помощью обратной теоремы подобия, сформулированной М. В. Кирпичевым и А. А. Гухманом. В этой теореме используется понятие об условиях однозначности (начальные и граничные условия), позволяющие выделить из класса явлений, описываемых тем или иным дифференциальным уравнением, одно определенное единичное явление. «Подобны те системы, условия однозначности которых подобны, а критерии, составленные из условий однозначности, численно одинаковы» [9].

Можно видоизменить формулировку этой теоремы, исключив из нее понятие о критериях: «Так как условия однозначности относятся тоже к некоторой системе, составляющей часть рассматриваемой системы, то понятие подобия условий однозначности уже должно содержать в себе и условие инвариантности их критериев. Поэтому можно сказать: системы подобны, если их условия однозначности подобны» [10; 185].

Данные единичного опыта, выраженные в форме зависимостей между размерными величинами, не могут быть распространены на другие явления. Они характеризуют лишь единичное. Иначе будет обстоять дело в том случае, если мы результаты опытов будем выражать не в форме зависимостей между размерными величинами, а пользуясь критериями подобия. Тогда записанный в таком виде результат будет характеризовать уже не единичное явление, а целую группу явлений, т. е. все явления, подобные друг другу. Пусть удалось показать, что $\pi = n$, где π — критерий подобия, n — определенное число. Данное равенство соответствует различным условиям опыта со всевозможными численными результатами. Оно утверждает, что при всем разнообразии числовых данных определенные их комбинации, составляющие критерии подобия, подчинены соотношению, выраженному в данном равенстве. Поскольку таких комбинаций — множество, устанавливается связь между разнообразными явлениями, которые, однако, все должны принадлежать к одной группе, т. е. быть подобными друг другу.

Таким образом, установив эмпирически зависимость $\pi = n$, мы получим право переносить результаты опытов с одними явлениями на другие явления, существенно отличающиеся от первых. Например, данные, полученные при наблюдении движения определенной жидкости в канале определенного размера, могут быть прямо перенесены на движение жидкости с другими физическими свойствами, при других определяющих размерах системы. Этого нельзя сделать без риска совершить ошибку при записи результатов единичных наблюдений в форме связи между размерными величинами, так как в этом случае у нас не будет никакой гарантии того, что эта связь не определяется специфическими физическими свойствами жидкости или определяющими размерами системы.

Вопрос о связи между критериями в общем виде может быть поставлен следующим образом. Известно, что критерии подобия определяются на основании инвариантного уравнения и состоят из величин, входящих в это уравнение. Равенство всех одноименных критериев необходимо для подобия явлений. Однако для установления этого подобия, согласно теореме Кириичева-Гухмана, можно ограничиться равенством лишь некоторых критериев. Для того, чтобы совместить подобное преобразование с инвариантностью основного уравнения, достаточно наложить ограничение на те характеристики, которые обеспечивают выделение данного явления из всего класса явлений, описываемых уравнением, т. е. на величины, входящие в состав условий однозначности. Однако в условия однозначности могут не входить все величины, входящие в состав основного уравнения, поскольку среди последних возможны величины либо одинаковые для всего класса явлений, либо зависящие от величин, входящих в условия однозначности.

Нет необходимости накладывать ограничение на эти величины, прежде чем говорить о подобии явлений, поскольку первые из них — константы — одинаковы для всех подобных явлений, а необходимые комбинации вторых выделяются автоматически, как только будут приравнены критерию подобия, состоящие исключительно из величин, входящих в состав условий однозначности. Поэтому последние несут название «определяющих критериев». Равенства именно этих критериев наряду с подобием условий однозначности достаточны для осуществления подобия явлений, т. е. равенство определяющих критериев — предпосылка подобия. Равенство же всех остальных критериев (назовем их критериями II группы) необходимо для подобия, т. е. его можно рассматривать как следствие существования подобия. Таким образом, поскольку подобие явлений обуславливает равенство критериев II группы и обуславливается равенством определяющих критериев, между первыми и вторыми должна существовать связь, а именно — критерии 2-й категории представляют из себя некоторые функции определяющих критериев.

Таким образом, открывается возможность обрабатывать результаты опыта в форме связи между этими критериями.

Обычно зависимости между критериями представляются в виде степенных функций. Например $N_u = c Re^n Pr^m$, где Re и Pr — определяющие критерии — Рейнольдса и Прантля, а N_u — определяемый критерий — критерий Нуссельта. c , n , m — постоянные отвлеченные числа.

Определение такой зависимости (критериального уравнения) может быть произведено исключительно эмпирически.

Критериальное уравнение может быть легко представлено в виде зависимости между непосредственно измеряемыми размерными величинами путем подстановки в уравнение значений критериев. Например, найденная при изучении теплоотдачи при движении жидкости внутри трубы зависимость $N_u = 0,023 Re^{0,8} Pr^{0,4}$ при подстановке значений критериев превращается в следующие соотношение между размерными величинами

$$\frac{ad}{\lambda} = 0,023 \left(\frac{wd}{v} \right)^{0,8} \left(\frac{v}{a} \right)^{0,4}.$$

Вопрос о связи между критериями рассматривается во второй теореме теории подобия, так называемой π -теореме, которую можно сформулировать следующим образом:

«Всякая функциональная зависимость, связывающая между собой n величин, из которых k величин обладают независимыми размерностями, может быть представлена в виде зависимости между $n - k$ критериями подобия» [11].

Необходимо подчеркнуть, что π -теорема, утверждая существование зависимости между критериями, не дает никаких указаний

для определения конкретного характера этой зависимости. Как отмечает А. А. Гухман, «возможность определения вида функции, входящей в уравнение связи между критериями, с помощью методов теории подобия исключена по самому существу их» [12; 77].

Эти зависимости могут быть определены лишь при помощи эксперимента. Теория подобия представляет собой не орудие дедукции, позволяющее делать новые выводы путем анализа уравнений, а именно метод обобщения данных опыта, обладающий тем преимуществом, что применение его — обработка эмпирических результатов в виде зависимости между критериями — позволяет рассматривать каждое единичное наблюдение как представителя целой группы подобных явлений, как модель каждого ее члена.

Таким образом, мы видим, что теория подобия решает задачу о правомерности выводов по аналогии применительно к особому частному случаю, когда сравниваемые объекты имеют точное математическое описание в виде уравнений.

Естественно возникает вопрос, нельзя ли обобщить методы теории подобия на более широкий класс явлений. Попытка такого обобщения была предпринята автором [13].

Выяснение логических условий правомерности выводов по аналогии предполагает теоретический анализ ряда вопросов, связанных с отношениями и свойствами. Одним из них является выяснение понятия о *внутреннем отношении*. Отношения, вообще говоря, могут быть различным образом связаны с вещами, между которыми они существуют. В некоторых случаях особенности отношения между двумя предметами определяются по сути дела третьими объектами, находящимися как будто бы вне рамок этого отношения. Возьмем такой простой пример: «Грузди лучше опят». В некоторых контекстах эта фраза будет вполне справедлива. Но это далеко не всегда. Можно подобрать такой контекст, где она окажется ложной. Однако это не является свойством любых выражений с указанием отношения между объектами. Выражение «Земля больше Луны» будет истинным в любом контексте.

Разница между обоими случаями заключается в том, что в первом примере отношение характеризует не столько соотносящиеся объекты сами по себе, сколько людей, с точки зрения которых определяется качество этих объектов, в то время как во втором примере отношение определяется исключительно самими соотносящимися объектами. Отношения второго типа можно назвать *внутренними*, в отличие от *внешних* отношений.

Будем обозначать отношения прописными буквами латинского алфавита, а предметы, между которыми они существуют, — строчными буквами, стоящими в скобках, например $R(a_1a_2 \dots a_n)$. Соотносящиеся объекты $a_1a_2 \dots a_n$ определены в качестве таковых по отношению к некоторым объектам $r_1a_1, r_2a_2 \dots r_na_n$, которые мы назовем *системами референций* для $a_1a_2 \dots a_n$.

Например, возьмем отношение «больше», существующее между скоростями движения Меркурия, Венеры и Земли. Каждая из этих скоростей определена относительно некоторой системы отсчета, которая и будет в данном случае системой референции.

Таким образом, отношение R можно было бы записать в виде $R(a_1 a_2 \dots a_n; r_1 a_1 r_2 a_2 \dots r_n a_n)$. Однако эта запись не вполне удовлетворительна, так как системы референции играют в этом отношении роль, существенно отличную от той, которая принадлежит соотносящимся объектам $a_1 a_2 \dots a_n$. Поэтому целесообразно общее выражение отношения записывать, например, в следующем виде: $R(a_1 a_2 \dots a_n) (r_1 a_1 r_2 a_2 \dots r_n a_n)$, где первая скобка включает в себя соотносящиеся объекты, а вторая — их системы референции.

Вообще говоря, системой референции для одного соотносящегося объекта может быть другой соотносящийся объект. В частном случае все системы референций для соотносящихся объектов $a_1 a_2 \dots a_n$ находятся среди них самих. Таковую систему — из объектов $a_1 a_2 \dots a_n$, находящихся в отношении R , можно назвать замкнутой или *полной*, поскольку для точного определения отношения и элементов системы в этом случае нет необходимости выходить за ее пределы.

Очевидно, что отношение R , образующее из объектов $a_1 a_2 \dots a_n$ замкнутую систему, является внутренним для элементов этой системы. В самом деле, в такой системе отношение R будет зависеть исключительно от непосредственно соотносящихся объектов.

Указанное условие внутреннего характера отношения можно выразить в виде формулы:

$$R(a_1 a_2 \dots a_n) (r_1 a_1 r_2 a_2 \dots r_n a_n) = R(a_2 a_2 \dots a_n).$$

В качестве примера применения этого условия рассмотрим бинарное отношение R между a_1 — родители и a_2 — дети. Здесь a_1 является системой референции для a_2 , а a_2 — для a_1 . Система замкнутая, и отношение, ее образующее, является внутренним.

Приведенное выше условие внутреннего характера отношения является достаточным. Однако оно отнюдь не необходимо. Отношение может быть внутренним и в том случае, если соотносящиеся элементы не образуют замкнутой системы.

Соотносящиеся объекты $a_1 a_2 \dots a_n$ могут иметь системы референции, выходящие за рамки этих объектов, и, однако, влияние систем референции на отношение R может быть исключено. Это возможно сделать при выполнении двух условий:

- 1) Все соотносящиеся объекты определены в качестве таковых в одном и том же отношении (в одной системе референции).
- 2) Изменение системы референции не влияет на отношение между объектами.

Назовем эти положения общим принципом размерности.

Первая часть принципа размерности может быть легко выполнена в приведенном выше примере со скоростями Меркурия, Вене-

ры и Земли, если для всех трех скоростей взять одну систему отсчета, связанную, скажем, с Солнцем. Однако изменение системы отсчета может привести к изменению отношения. В системе координат, жестко связанной с Меркурием, Меркурий будет покоиться, а Венера и Земля — двигаться с большой скоростью.

Следовательно, отношение «больше» для указанных объектов нельзя считать внутренним. Иначе обстоит дело в примере «Земля больше Луны». Как показано в теории относительности, размеры тела зависят от скорости, т. е. от соответствующей системы отсчета. Однако разница между скоростями Земли и Луны настолько мала, что в любой системе отсчета отношение «больше» между величинами Земли и Луны сохранится.

Интересно отметить, что отношение между событиями «а раньше *b*» в одних случаях будет внутренним — если интервал между ними временно-подобный, а в других — внешним, когда речь идет о пространственно-подобном интервале [14; 15—16].

Может случиться так, что соотносящиеся объекты определены одновременно с помощью ряда разнотипных систем референции. Так, в приведенных выше примерах численное значение величины скорости или объема тела зависит не только от системы отсчета, но также и от выбора единиц измерения. То и другое в этом случае будет представлять собой системы референции. То и другое должно удовлетворять общему принципу размерности. Но в рассмотренных примерах на первый план выступают системы отсчета, поскольку выполнимость принципа размерности для единиц измерения здесь очевидна.

В некоторых случаях соотносящиеся объекты могут быть определены только в одной данной системе референции. Поэтому здесь системы референции вообще не могут изменяться. Таким образом, применительно к этим случаям, общий принцип размерности сводится к первому из составляющих его положений.

С другой стороны, общий принцип размерности может быть сведен и ко второму положению. В самом деле, если бы соотносящиеся объекты имели разные системы референции, то замена этих систем одной повлияла бы на само отношение. Во всяком случае нашлись бы преобразования систем референции, изменяющие отношение. В противном случае, если бы такого влияния не было, это означало бы только то, что отношение не зависит от систем референции, т. е. является внутренним для соотносящихся объектов. Но в случае внутренних отношений, поскольку они не зависят от выбора систем референции, всегда можно установить одинаковую систему для всех соотносящихся объектов. Поэтому выполнение первого условия принципа размерности можно рассматривать как следствие строгого выполнения второго.

Следующий вопрос, который необходимо рассмотреть для выяснения условий правомерности вывода по аналогии, связан с выяснением числа внутренних отношений, которые могут существовать

между одними и теми же объектами. Вообще говоря, между одними и теми же объектами могут существовать различные отношения. Например, ряд людей может быть объединен известными служебными отношениями, а также возрастными, семейными и т. д.

Чем же отличаются друг от друга все эти отношения? Если вдуматься в приведенный пример, то нетрудно заметить, что, хотя отношения и установлены между одними и теми же людьми, в разных отношениях определяющую роль играют совершенно различные свойства этих людей.

Такое же положение имеет место и при анализе отношений между другими предметами. Поэтому для характеристики отношений обычно бывает недостаточно указания на соотносящиеся объекты. Необходимо еще выяснить, по каким свойствам предметов установлено данное отношение.

Во многих случаях это бывает очень существенно. Например, отношение между числами 6 и 2 по мультипликативным свойствам чисел (так называемое геометрическое отношение) выразится с помощью операции деления $6 : 2 = 3$. Отношение между теми же числами по другим — аддитивным свойствам (арифметическое отношение) выражается с помощью вычитания $6 - 2 = 4$. Как видим, это совершенно различные отношения.

Для наших целей зачастую бывает достаточно определить, что разные отношения установлены по одним и тем же свойствам без определения самих этих свойств. Для этого можно указать некоторые методы.

Обозначим свойства, по которым устанавливаются отношения, строчными буквами греческого алфавита. Их будем записывать в качестве индексов при символах, обозначающих соотносящиеся предметы. Например, $R_1 (a_1^{\alpha_1} a_2^{\alpha_2} \dots a_n^{\alpha_n})$.

Пусть имеются два отношения R_1 и R_2 , существующие в двух различных системах предметов. R_2 выразим формулой $R_2 (b_1^{\beta_1} b_2^{\beta_2} \dots b_n^{\beta_n})$. Рассмотрим отношение ρ между отношениями R_1 и R_2 , взятыми в качестве соотносящихся объектов. Отношение ρ устанавливается по тем свойствам, которые характеризуют связь отношений R_1 и R_2 с соотносящимися объектами. R_1 и R_2 как объекты, между которыми имеет место отношение ρ , существуют в определенных системах референции. Что же представляют собой эти системы референции в данном случае? Ясно, что это те объекты и те их свойства, по которым установлены R_1 и R_2 в качестве отношений, так как именно соотносящиеся объекты и их свойства определяют качества отношений. Если отношение ρ будет внутренним, то, согласно принципу размерности, это будет означать, что системы референции для R_1 и R_2 являются одинаковыми. Отсюда следует, что отношения R_1 и R_2 установлены по одним и тем же свойствам.

Таким образом, мы получаем следующее положение. Если

отношение ρ между отношениями R_1 и R_2 является внутренним, то R_1 и R_2 установлены по одним и тем же свойствам.

Рассмотрим пример применения указанного положения. Пусть R_1 — родо-видовое отношение между понятиями «электрон» и «заряженная частица»; R_2 — отношение целого — части между кругами A_1 и B_1 . Устанавливаются ли отношения R_1 и R_2 по одним и тем же свойствам соотносящихся предметов? Рассмотрим отношение ρ , существующее между R_1 и R_2 . В качестве такого отношения, установленного по свойствам, характеризующим связь R_1 и R_2 с соотносящимися объектами, можно взять отношение, выражаемое словом «изображает». R_2 изображает R_1 . Является ли это отношение внутренним? Системами референции для R_1 и R_2 являются некоторые свойства соотносящихся объектов — с одной стороны, понятий «электрон» и «элементарная частица», а с другой — кругов A_1 и B_1 . Заменим для R_1 эти объекты другими — скажем, понятиями «тигр» и «млекопитающее». То же сделаем для R_2 , где вместо кругов A_1 и B_1 возьмем круг A_2 ; B_2 составляет часть A_2 . Отношение ρ сохранится без изменения. Совершенно очевидно, что любые преобразования систем референции R_1 и R_2 , сохраняющие эти отношения в качестве соотносящихся объектов, сохраняют также и ρ . Отсюда следует, что отношение ρ будет внутренним для R_1 и R_2 , что означает одинаковость тех свойств, по которым установлены отношения R_1 и R_2 .

Этот же вывод можно получить и непосредственно. Родовидовые отношения между понятиями устанавливаются по их объему, т. е. по множествам охватываемых понятиями объектов. Но отношения между кругами также установлены по множествам — в этом случае по множествам точек, составляющих круги.

Прежде чем можно будет сформулировать условия правомерности выводов по аналогии, необходимо рассмотреть еще один вопрос. Сравнимые объекты, вообще говоря, представляют собой системы, состоящие из большого числа элементов. Только в редких случаях эти системы состоят из одного или двух элементов. Однако теория отношений между многими соотносящимися объектами встречается с серьезными трудностями и до сих пор развита крайне недостаточно. То направление в логике, которое получило название логики отношений, в основном исследовало лишь отношения между двумя элементами, что справедливо рассматривается как один из существенных дефектов этого направления [15].

То же самое относится и к теории отношений, составляющей один из разделов символической логики. До сих пор остаются справедливыми слова А. Тарского: «Хотя многочисленные отношения играют значительную роль в различных науках, общая теория этих отношений все еще находится на своей начальной стадии; говоря об отношении или о теории отношений, обычно имеют в виду только двучленные отношения» [16].

На наш взгляд, трудности в создании теории многочленных отношений в значительной мере связаны с тем, что не дифференцируются различные смыслы, в которых можно понимать отношения между многими элементами. Обычно отношение записывается в виде формулы $R(a_1 a_2 \dots a_n)$. Что означает такая запись?

Прежде всего, ее можно понять так, что само отношение существует между отдельными элементами множества $a_1 a_2 \dots a_n$. Например, если R — отношение «быть братом», $a_1 a_2 \dots a_n$ — люди, находящиеся в этом отношении, то при таком понимании R существует между любыми двумя людьми, принадлежащими к указанному множеству.

Однако уже отношение «быть предком» нельзя понимать подобным образом. Отношение «быть предком» также существует между парами объектов, взятыми из данного множества. Но в отличие от первого случая здесь элементы множества берутся не произвольно, а в строго определенном порядке.

В обоих приведенных выше примерах отношение R между многими элементами выражает факт повторения (многократного или в частном случае однократного) этого отношения между парами, образованными из соотносящихся элементов. Будем говорить в таком случае об *итеративном* понимании отношения. Так понимаемое отношение будем обозначать с помощью индекса i — R^i .

Но, как мы уже видели, итеративное понимание допускает различные варианты. Первый вариант, при котором R существует между любыми двумя элементами i , следовательно, несуществен порядок этих элементов, обозначим как R^{i-1} . Второй, требующий строгого упорядочивания отдельных элементов, обозначим R^{i-2} .

Эти варианты не исчерпывают возможностей итеративного понимания. R^i может обозначать отношения не только между отдельными элементами, но и между совокупностями этих элементов. Совокупности, в свою очередь, могут быть произвольными или вполне определенными. Их порядок может не играть роли или, напротив, быть существенным. Все эти случаи будем называть *групповым итеративным* пониманием отношения в отличие от *индивидуально-итеративного*. Для обозначения используем индекс gi — R^{gi} .

Более важным является смешанный случай, когда в качестве одного из членов бинарных отношений, на которые мы разлагаем отношение между многими элементами, выступает отдельный элемент, а в качестве другого — группа элементов. Например, так понимается отношение «быть сыном» между тремя объектами. Здесь два объекта — мать и отец — объединяются в одну группу — родители. В данном случае группировка произвольная. Но она может быть и произвольной, например тогда, когда R будет означать отношение каждого элемента в отдель-

ности ко всем остальным элементам, взятым вместе. Такое отношение существует между членами коллектива, когда каждый из его членов должен подчиняться воле всего остального коллектива.

В данном случае отношение нельзя разложить на сумму отношений между отдельными элементами, но зато его можно разложить на сумму отношений между отдельными элементами и суммами всех остальных элементов.

Возможны различные варианты этого понимания, различающиеся друг от друга направлением отношений (от единичных элементов к группам или от групп к единичным элементам), ролью порядка, в котором берутся элементы, и, главным образом, способом объединения элементов в группы. Будем называть рассмотренные случаи *смешанным итеративным пониманием* R^{mi} .

При итеративном понимании отношения оно автоматически распадается на совокупность отношений между парами. Но таким образом можно понимать отношения далеко не всегда. Например, отношение замкнутости нельзя рассматривать как отношение между парами элементов или их совокупностей. Это отношение, характеризующее одновременно всю систему. То же самое можно сказать об отношениях между величинами, выражаемых уравнениями в форме $F(X_1 X_2 \dots X_n) = 0$. Будем говорить, что отношение в этом случае понимается в целостном смысле, что обозначим как R^t . Отношение, понимаемое в целостном смысле, в некоторых случаях можно представить в виде отношений пар. Но, в отличие от итеративно понимаемого отношения, отношение, имеющее место в каждой паре, может существенно отличаться от отношений в других парах.

Иногда при указанном разложении получается повторение отношений между отдельными парами элементов или их совокупностями. Но, в отличие от итеративно понимаемого отношения, такое разложение получается не автоматически, а является результатом иногда довольно сложного анализа.

Необходимо подчеркнуть, что речь идет не о разных типах отношений, а о разных способах их понимания. Одно и то же отношение может пониматься в разных смыслах. Например, отношение параллельности линий можно понимать и в смысле R^{i-1} , и R^{i-2} , и R^{si} , и R^{mi} . Одно и то же отношение, понимаемое в одном смысле, может иметь место между данными объектами, и понимаемое в другом смысле — не иметь места. Поэтому во избежание серьезных затруднений, когда речь идет о многочленных отношениях, необходимо точно определять их смысл.

Сказанное позволяет сформулировать условия, однозначно определяющие отношение между многими предметами.

Вообще говоря, отношение зависит от тех предметов, между которыми оно существует, от тех свойств этих предметов, по

которым оно установлено, от того, в каком смысле понимается само отношение, и еще от различных внешних условий, которые можно назвать внешними объектами. Рассмотрим отношения, существующие в данной системе предметов $a_1 a_2 \dots a_n$. Пусть эти отношения установлены по одним и тем же свойствам и понимаются в одном и том же смысле. Тогда, если отношения не зависят от внешних условий, определяясь самими соотносящимися объектами, то это будут одинаковые отношения. Иными словами, не может быть двух различных внутренних отношений, существующих в одной и той же системе по одним и тем же свойствам и понимаемых в одном и том же смысле.

Отсюда следует условие правомерности выводов по аналогии, которое мы назовем теоремой переноса. Пусть две системы S_1 и S_2 аналогичны друг другу, т. е. у них имеет место общее отношение R_1 , и в системе S_1 обнаружено новое отношение R_2 , установленное между теми же элементами, по тем же свойствам и понимаемое в том же смысле, что и отношение R_1 . Тогда вывод по аналогии о существовании R_2 также в системе S_2 будет правомерным в том случае, если R_1 и R_2 будут внутренними отношениями для обеих сравниваемых систем.

В самом деле, согласно сказанному выше, выполнение условий теоремы переноса будет означать, что R_1 и R_2 в этом случае будут представлять собой одно и то же отношение. Различие здесь может иметь место не по существу, а лишь по форме выражения этого отношения. Поэтому если R_1 существует в системе S_2 то там же существует и R_2 , как другая форма выражения того же самого отношения.

Можно подумать, что, поскольку R_1 и R_2 оказываются тождественными, это лишает вывод по аналогии познавательной ценности. Однако это не так. В дедуктивных умозаключениях вывод также является переформулировкой того, что уже дано в посылках с возможным опусканием части данных. Однако, вопреки мнению Д. С. Милля, это не лишает дедукцию познавательной ценности. То, что является тождественным логически, далеко не всегда тождественно в познавательном плане. Выясняя, что те или иные положения логически тождественны, мы приобретаем новые, зачастую поражающие нас знания¹.

Таким образом, тождественность R_1 и R_2 не является источником логической трудности. Наоборот, она позволяет преодолеть те затруднения при применении умозаключений по аналогии, на которые указывал Ибн-Сина (см. цитату, приведенную в начале статьи). Если бы аналогия давала возможность переносить

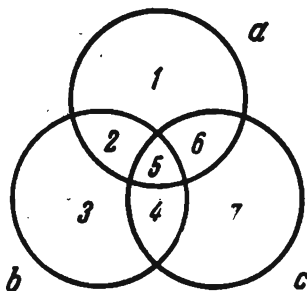
¹ Поэтому не следует противопоставлять тавтологичности силлогизма возможность получения с его помощью новых знаний, как это делают вслед за Д. Миллем некоторые наши авторы [17]. Анализ силлогизмов, с которыми встречается практика преподавания, показывает, что логическая тавтологичность вполне совместима с познавательной новизной [18; 38—39].

с одного объекта на другой любое свойство или отношение, тогда Ибн-Сина был бы прав. Усиливая его аргументы, можно было бы показать, что применение умозаключений по аналогии вело бы к утверждению о тождественности любых объектов, у которых обнаружено хотя бы одно общее свойство или отношение.

Однако это не так. Логическая тождественность R_1 и R_2 не дает возможности для подобных выводов.

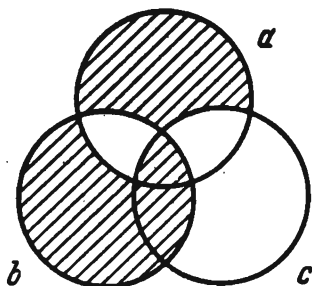
Рассмотрим применение теоремы переноса на конкретном примере. В развитии символической логики большое значение имела задача Венна, в которой требуется определить все возможные следствия из данных высказываний. Венн приводит такие положения: «Члены правления финансового общества суть или владельцы облигаций или владельцы акций (но не то и другое вместе). Все владельцы облигаций являются членами правления» [19; 77—82]. Какие выводы можно сделать из данных посылок? Далеко не все выводы непосредственно очевидны и, главное, без специального теоретического анализа у нас нет уверенности в том, что рассмотрены действительно все выводы.

Задача легко решается с помощью геометрической аналогии. Пусть круг a обозначает объем понятия членов правления, b — владельцев облигаций, c — акций. Каким же образом должны быть расположены эти круги друг относительно друга, чтобы отношение между ними было такое же, как и отношение по объему между соответствующими понятиями? Непосредственно определить это отношение довольно трудно и поэтому обычно прибегают к следующему приему. Изображают общий случай трех взаимопересекающихся кругов.



Эти круги разбивают плоскость на 8 частей. Однако условия задачи Венна приводят к тому, что не каждая из этих частей соответствует неустым множествам. Поскольку все члены правления a суть или b или c , то ясно, что область 1 выражает пустой класс. То же можно сказать об области 5, поскольку члены правления не могут быть одновременно и b и c . Так как, согласно второму условию, все владельцы облигаций являются членами правления — a ; то это означает обращение в нуль областей 3 и 4. Заптрихуем все обращающиеся в нуль области.

Теперь на полученном чертеже (схеме Венна) мы будем иметь именно то отношение, которое требуется условиями задачи. Это



отношение, обозначим R_1 . Исходя из схем Венна, можно легко определить все отношения, которые существуют между незаштрихованными областями. Все a и b не есть c , все a и c не есть b , все c не есть b и т. д.

Совокупность этих отношений обозначим как R_2 .

Переносим их на понятия, фигурирующие в условиях задачи, получаем, что все члены правления, имеющие акции, не имеют облигаций, все члены правления, имеющие облигации, не имеют акций, никто из имеющих акции не имеет облигаций и т. д.

Правомерен ли этот перенос? Тождественность отношения в модели и образце мы предполагаем. Выше уже было показано, что родо-видовые отношения и отношения между их графическими изображениями установлены по одним и тем же свойствам. Рассмотрим вопрос о правомерности переноса отношения R_2 с модели на образец. Для этого проверим, выполняются ли условия теоремы переноса. Оба отношения R_1 и R_2 являются отношениями между теми частями кругов a , b , c , которые выражают понятия, фигурирующие в условиях задачи Венна. Но в одном случае это отношение дано опосредованно — с помощью отбрасывания лишнего, а во втором — непосредственно. R_1 и R_2 установлены также по одним и тем же свойствам этих кругов. Это — их топологические свойства. Совершенно несущественно, нарисуем ли мы маленькие или большие круги. Можно также нарисовать эллипсы или даже треугольники или квадраты. Все фигуры, которые можно перевести друг в друга путем взаимно-однозначного и взаимно-непрерывного преобразования (гомеоморфные фигуры (см. [20]), для нас будут совершенно равноценными.

Отношения R_1 и R_2 понимаются в одном и том же смысле. Когда рассматриваются три взаимопересекающихся круга, то отношение между ними понимается в итеративном смысле. Это отношение каждого элемента ко всем остальным. Иной характер приобретает отношение, когда заштриховывается часть областей. Исклечение этих областей определяет отношение R_2 между остальными областями. Это отношение понимается не в итеративном, а в целостном смысле, поскольку отношение существующее

между одними соотносящимися элементами, может не повторяться в других элементах. И в том случае, когда отношение выражается с помощью отбрасывания лишнего — R_1 , и тогда, когда оно берется непосредственно — R_2 , имеется в виду отношение, которое можно разложить на сумму различных отношений каждого из элементов (областей) к остальным, рассматриваемым по отдельности. Это разложение и дает совокупность тех выводов, которые требуется определить по условиям задачи Вейна. Таким образом, мы фактически определили логическую тождественность отношений R_1 и R_2 в рассматриваемой модели.

Для выяснения выполнения условий теоремы переноса остается определить, являются ли отношения R_1 и R_2 внутренними для обеих сравниваемых систем. В модели $R_1 - R_2$ представляют собой отношения между площадями фигур, сохраняющие свое значение совершенно независимо от выбора системы координат.

Что касается образца — логических отношений, то там, естественно, не может идти речи о какой-либо системе координат. Но каждый из соотносящихся объектов — вид, род, частично совпадающее или внешнеположное понятие — определен в качестве такового по отношению к другому соотносящемуся объекту, которые таким образом образуют полную систему. Это означает, что рассматриваемые отношения являются внутренними.

Подытоживая сказанное, можно говорить о правомерности переноса отношения R_2 с модели на образец.

С другой стороны, нетрудно показать, что нарушение какого-либо из условий теоремы переноса приводит к тому, что вывод по аналогии перестает быть правомерным. Предположим, что R_1 и R_2 установлены в модели по разным свойствам, например, R_1 также, как это было выше, по топологическим свойствам, а R_2 по метрическим типа: a больше b во столько-то раз. Наличие R_2 в модели в этом случае определялось бы с помощью измерения площадей соотносящихся друг с другом фигур. В этом случае у нас нет оснований говорить о логическом тождестве R_1 и R_2 и переносить R_2 на образец.

Представим также, что, например, R_1 в модели не является внутренним, что будет, если R_2 — типа: «расположено левее». На нашем чертеже b левее c . Отношение «левее» не является внутренним, поскольку оно предполагает определенную систему референции и меняется с изменением этой системы.

Это — внешнее отношение, которое утрачивает всякий смысл применительно к образцу. Ясно, что в этом случае умозаключение по аналогии о существовании R_2 в логической системе становится совершенно неправомерным.

С помощью теоремы переноса можно определить правомерность переноса с модели на образец отношения R_2 , когда уже известно, что сравниваемые системы аналогичны, т. е. обладают общим отношением R_1 .

Для установления аналогичности систем необходимо иметь методы, позволяющие выяснять одинаковость отношений, несмотря на качественную разнородность сравниваемых систем. Разработка таких методов предполагает классификацию свойств.

Все свойства, независимо от того, каким вещам они присущи, можно разбить на несколько видов:

а) Такие свойства, которым нельзя приписать никакой интенсивности. Эти свойства не могут изменяться и сразу целиком возникают или исчезают. Например: «стеклянный», «оловянный», «быть отцом», «быть президентом» и т. д. Такие свойства можно назвать свойствами *нулевого измерения* или просто *точечными*.

б) *Одномерные (линейные)* свойства. Их можно определить как такие свойства, которые, будучи присущи предмету, всегда имеют определенную интенсивность и могут изменяться лишь в направлении уменьшения или увеличения этой интенсивности. Таковы, например, длина, рост, возраст, мощность, температура, масса и т. д.

в) Такие свойства, которые не всегда имеют определенную интенсивность и могут изменяться в двух отношениях. Задание одной интенсивности не определяет полностью предмет в отношении данного свойства. Примерами таких свойств могут служить сила, ускорение, скорость и т. д. Они описываются векторными величинами. Для характеристики вектора на плоскости недостаточно указать только на его абсолютную величину (модуль). Он может изменяться в двух отношениях — по модулю и по направлению. Подобные свойства можно назвать *двухмерными* или *плоскостными*.

г) *Трёхмерные* и вообще говоря *n-мерные свойства*, которые по аналогии с двухмерными можно определить как способные изменяться соответственно в трех и более отношениях. Примеры трёхмерных свойств представляют собой свойства, выражаемые в физике пространственными векторами. *n-мерные свойства* математика выражает тензорами различных рангов. Другим примером *n-мерного свойства* может служить цвет предмета. Его нельзя характеризовать какой-нибудь одной интенсивностью. Он может изменяться в различных отношениях — в отношении светлоты, яркости и положения в спектре¹.

Если элементы сравниваемых систем характеризуются линейными свойствами, то нетрудно сформулировать условие, при котором отношения между интенсивностями этих свойств в модели и образце будут одинаковыми. Если отношения определены качественно, то это условие заключается в следующем.

Пусть каждому элементу одной системы соответствует один элемент другой системы, т. е. между всеми элементами сравни-

¹ Указанные различия между свойствами имеют значение для логики не только в связи с умозаключениями по аналогии [21].

ваемых систем установлено взаимно-однозначное соответствие. Все внутренние отношения между элементами обеих систем пусть также находятся во взаимно-однозначном соответствии, причем соответствующие отношения установлены между соответствующими элементами.

Кроме того, предположим, что взаимно-однозначное соответствие существует и между качественно определенными интервалами интенсивностей свойств, характеризующих соответствующие элементы сравниваемых систем. В этом случае все внутренние отношения между интенсивностями свойств элементов сравниваемых систем, выраженные качественно, будут одинаковыми.

Для количественно определенных (геометрических) отношений первые два условия сохраняются, а третье переходит в особый частный случай — в требование однородности соответствия интервалов интенсивностей, заключающееся в том, чтобы любым равным интервалам интенсивностей свойств, характеризующих элементы одной системы, соответствовали равные интервалы интенсивностей свойств, характеризующих элементы другой системы.

Эти положения — назовем их теоремами соответствия — доказываются на основе того факта, что внутренние отношения между интенсивностями свойств определяются только этими интенсивностями.

Отношения качественных характеристик друг к другу, выраженные словами типа «значительно больше», «эквивалентно» и т. д., не зависят от специфики соотносящихся свойств. Например, в « A значительно больше B » отношение между интенсивностями соотносящихся свойств A и B такое же, как и в « A заинтересован в этом деле значительно больше, чем B ». Во всех тех случаях, когда выражения отношения между интенсивностями различных свойств различных по форме, например « A спит более чутко, чем B » и « A энергичнее B », по существу общее им обоим отношение легко может быть выделено. Оно определяется, независимо от специфики соотносящихся свойств, соотношением качественных определений интенсивностей, которые, в свою очередь, представляют собой функцию количеств предшествующих качественных характеристик. Таким образом, в конечном счете качественно выраженное отношение определяется отношением чисел качественных характеристик, предшествующих характеристикам соотносящихся интенсивностей. Но эти числа, поскольку между характеристиками интенсивностей соотносящихся свойств установлено взаимно-однозначное соответствие, по условию теоремы одинаковы.

Условия теоремы предполагают также, что соответствие имеет место по всем — как крупным, так и мелким, входящим в состав крупных, интервалам. Это предупреждает возможность неравноценности сопоставляемых интервалов, которые, вообще говоря,

могли бы быть разбиты на различные количества более мелких интервалов. Следовательно, при выполнении условий теоремы соответствия сравниваемые отношения будут качественно одинаковы.

Сказанное легко распространяется на случай количественно определенных отношений, выражаемых с помощью числа. Однородность соответствия интервалов интенсивностей приводит к тому, что числа, их характеризующие, будут одинаковыми. Это ясно из того, что множества диапазонов интенсивностей свойств элементов сравниваемых систем, по условию, суть равномогущие множества, а они, согласно теории множеств, характеризуются одним и тем же кардинальным числом. Но отношения одинаковых чисел будут также численно одинаковы.

Равенство числовых значений отношений при тех или иных конкретных единицах измерения интенсивностей соотносящихся свойств само по себе, конечно, не является ни необходимым, ни достаточным условием равенства самих отношений. Оно может исчезнуть при замене единиц измерения. Для того, чтобы можно было говорить о равенстве отношений, вообще нужно, чтобы оно существовало не в одном столь узком специальном отношении, как отношение к определенным единицам измерения. Но это условие как раз и обеспечивается тем, что речь идет о равенстве внутренних отношений.

В разобранных случаях имелись в виду двухместные отношения. Приведенные рассуждения легко могут быть распространены на случай отношений между многими элементами. Однако при этом необходимо отношения понимать соответствующим образом, например в смысле R^{i-1} или в других смыслах, допускающих возможность разложения отношения между многими элементами на отношения между отдельными элементами.

В противном случае, например, когда отношение понимается как совокупность отношений отдельных элементов ко всем остальным, теорему соответствия применять нельзя. По условию дано, что однородность соответствия существует между интенсивностями элементов систем, но отсюда непосредственно не вытекает, что интенсивности свойств *совокупностей* этих элементов, также будут находиться в таком же соответствии. Свойства элементов могут при их объединении в совокупности переходить в свойства этих совокупностей различным образом, в зависимости от различия своей природы. Если этот переход происходит одинаковым образом в обеих системах, то соответствие сохраняется. В противном случае оно исчезает. Таким образом, при применении теоремы соответствия к отношениям между многими элементами, рассматриваемыми в таком смысле, необходимо специальное предварительное доказательство того, что свойства элементов связаны со свойствами их совокупностей одинаково в обеих системах.

Прямая теорема соответствия при ряде довольно существенных ограничений может быть дополнена обратной теоремой, которая показывает, что из равенства внутренних отношений между системами вытекает такое их соответствие, которое предполагается условиями прямой теоремы. Соединение прямой и обратной теорем соответствия дает нам то, что выше было названо теоремой переноса. Теореме соответствия можно применить для доказательства правомерности аналогии и независимо от теоремы переноса. Например, если установлено наличие такого соответствия между системами, которое требуется ее условиями, то любые внутренние отношения, установленные по соответствующим свойствам, будут одинаковыми, т. е. их можно переносить с модели на образец.

Исходя из рассмотренных соображений, можно проанализировать основные положения теории подобия. Так, при помощи теорем соответствия можно показать тождественность некоторых внутренних отношений между элементами систем, т. е. их аналогичность, а в частном случае, когда речь идет об аналогии между математическими описаниями качественно однородных систем, их подобие. Например, условия теоремы соответствия выполняются в том случае, когда сравниваемые системы описываются одинаковыми по форме дифференциальными уравнениями, а условия однозначности будут подобными. Это будет означать подобие сравниваемых систем. Таким образом, теорема Кирпичева — Гухмана, являющаяся основной в теории подобия, может быть получена в качестве следствия теоремы соответствия.

Теорема переноса объясняет то значение, которое имеют в теории подобия именно безразмерные комплексы величин. Пусть известно, что сравниваемые объекты обладают одинаковым отношением между характеризующими их величинами, что проявляется в одинаковости формы описывающих их уравнений. Допустим, что в результате эмпирического исследования показано наличие в модели некоторого другого отношения между теми же величинами. Это новое отношение, согласно теореме переноса, можно перенести на образец в том случае, если оба отношения — как исходное, так и переносимое — являются внутренними для сравниваемых объектов.

Согласно принципу размерности, внутренним отношением между величинами будет в том случае, если все они будут выражены в одной и той же системе единиц измерения и отношение между ними не будет меняться при изменении этой системы единиц, что предполагает, в свою очередь, полноту уравнения, выражающего это отношение, возможность приведения его к безразмерному виду. Поэтому одинаковость исходного внутреннего отношения между величинами сравниваемых объектов будет означать одинаковость безразмерных уравнений, описывающих модель и образец.

Отношение, установленное в модели, будет внутренним также

в том случае, если будет выражаться в виде зависимости между безразмерными комплексами, какими являются критерии подобия.

Таким же образом можно рассмотреть и другие стороны теории подобия. Однако сфера применения изложенных выше положений выходит за рамки теории подобия. В общем случае системы не обязательно должны быть описаны с помощью уравнений для того, чтобы выполнялись условия правомерности умозаключений по аналогии, связанные с теоремами соответствия и переноса.

В качестве примера рассмотрим проблему нахождения количественной меры для свойств, которые первоначально имеют только качественное определение. Пусть некоторое свойство a имеет в разных предметах A_1 и A_2 различные степени интенсивности a_1 и a_2 . Эти степени отличаются друг от друга качественно. Роль систем референции для a_1 и a_2 играют в этом случае сами объекты A_1 и A_2 . Мы можем сказать, что интенсивность a_1 в системе референции A_1 больше интенсивности этого свойства a_2 в системе референции A_2 , т. е. $a_1(A_1) > a_2(A_2)$.

Для того, чтобы исключить зависимость этого отношения от специфики систем референции, необходимо, чтобы данное соотношение выполнялось в том случае, когда эти объекты одинаковы: $a_1(A_1) > a_2(A_1)$ и, кроме того, чтобы отношение сохранялось при замене A_1 любым другим предметом

При этих условиях, как показано выше, отношение «больше» будет внутренним для различных интенсивностей свойства.

Возможность качественного определения отношения «больше» предполагает также возможность определения отсутствия этого отношения «не больше» и соответственно «не меньше», т. е. «равно». Сопоставим свойству a некоторую величину α . Эта величина имеет точно, количественно определенные интенсивности $\alpha_1\alpha_2\dots\alpha_n$, которые могут быть присущи одному и тому же или различным предметам.

Значение величины α зависит, вообще говоря, от выбора единицы измерения. Именно единицы измерения и образуют для них системы референции. Между отдельными значениями величин существует множество отношений $R_1R_2\dots R_k$. Эти отношения, согласно принципу размерности, будут внутренними в том случае, если не зависят от выбора единиц измерения.

Сопоставим множеству интенсивностей $a_1a_2\dots a_m$ значения величин $\alpha_1\alpha_2\dots\alpha_n$. Если при этом равным интервалам интенсивностей a соответствуют равные интервалы величин α , то, согласно теореме соответствия, внутренние отношения $R_1R_2\dots R_k$ будут иметь место не только между величинами $\alpha_1\alpha_2\dots\alpha_n$, но и между $a_1a_2\dots a_m$. Иными словами, $\alpha_1\alpha_2\dots\alpha_n$ могут в этом случае рассматриваться как количественный экспликат качественного экспликанда¹.

¹ Как отмечает Р. Карнап, «задача уточнения неопределенного или не вполне точного понятия, употребляемого в повседневной жизни или употребившегося на более ранней стадии научного или логического развития, или,

Именно таким путем и выработано понятие о количественной мере информации. Существует обычное житейское понимание информации как некоторого сообщения. Одно сообщение может нести большую, другое — меньшую информацию. Например, информация, содержащаяся в ряде предложений, обычно больше, чем та, которая содержится в их части. Это значит, что можно качественным образом определить также равенство информации. Отношения между обычным образом понимаемыми интенсивностями информации обычно бывают — в нашей терминологии — и внешними, поскольку зависят в значительной мере от систем референции, в данном случае — людей, воспринимающих информацию. То, что для одного является очень большой информацией, другому почти ничего не говорит. Попытки создать количественные теории информации долгое время не увенчивались успехом.

Решающий шаг вперед к созданию такой теории был сделан тогда, когда были найдены пути определения отношения между разными значениями информации независимо от систем референции, т. е. от интересов отдельных людей. Как отмечает Л. Бриллюэн, «определение абсолютной информации имеет большое практическое значение. Исключение человеческого элемента как раз дает возможность ответить на целый ряд вопросов. Инженера, который конструирует телефонную систему, не интересует, будет ли она использована для передачи сплетен, биржевых цен или дипломатических сообщений. Техническая задача всегда одна и та же: передать информацию, какова бы она ни была, правильно и точно» [23; 16].

Исключение субъективного элемента связано с нахождением таких элементов информации, которые бы были одинаковы для любого субъекта. Этими элементами являются множества различных возможностей, которые допускаются при получении данной информации. Когда перед нами ряд возможностей и нет оснований предпочесть одну другой, тогда мы говорим, что не знаем или мало знаем о том, каков будет окончательный результат. Например, мы мало знаем о том, какой стороной упадет брошенная нами игральная кость, каждая из шести граней которой имеет одинаковые шансы оказаться сверху. Но если, например, одна ее сторона тяжелее других, тогда шансы на выпадение каждой из них уже далеко не одинаковы, и мы будем знать гораздо больше о том, каким окажется результат.

При таком понимании информация во втором случае больше, чем в первом, хотя та и другая может восприниматься одним скорее, задача замещения его вновь построенным, более точным, понятием относится к числу самых важных задач логического анализа и логического построения. Мы называем это задачей эксплицирования, или заданием экспликации для прежнего понятия; это прежнее понятие, или, иногда, термин, употребляемый для него, называется экспликандом (explicandum), а новое понятие, или его термин, называется экспликатом (explicatum) старого» [22; 37].

и тем же человеком. И это отношение сохранится в том случае, когда одного человека заменим любым другим. Согласно изложенным выше положениям, это соотношение будет внутренним отношением между разными значениями информации.

Теперь с различными интенсивностями качественно понимаемых количества информации можно сопоставить количественную характеристику — величину α . В качестве такой величины можно было бы взять количество равно-возможных случаев k . Однако тогда равным интервалам интенсивности информации не соответствовали бы равные значения разностей между одним и другим k . Информацию, полученную при двух последовательно проведенных одинаковых опытах, согласно интуитивному ее смыслу, получим в два раза больше, чем от одного опыта. Например, если бросаем игральную кость с шестью гранями два раза, то получим информацию в два раза большую, чем от одного бросания. Но число возможностей выпадения разных граней при одном бросании равно шести, а при двух $6 \times 6 = 36$. Ясно, что в этом случае не будет соблюдено требование однородности соответствия интервалов интенсивности; равным интервалам свойств, характеризующих одну систему, не будут соответствовать равные интервалы интенсивностей свойств другой системы.

Это требование приводит к тому, что понятию количества информации нужно сопоставить не k , а $\lg k$.

Если возьмем более общий случай неравно-возможных иных исходов, то количеству информации нужно будет сопоставить несколько более сложное выражение.

Мы видим, что, таким образом, при разработке количественной меры информации важное значение имеет соблюдение условий теоремы соответствия. Выполнение этих условий означает, что те числовые отношения, которые обнаруживаются между количественно определяемыми величинами информации, можно распространить на саму информацию.

Но таким образом определяется количественная мера информации, рассматриваемой лишь с какой-то одной стороны. Другие стороны, например ценность информации, столь существенные в практической деятельности человека, остаются нерассмотренными. В принципе можно разрабатывать другие меры, раскрывающие другие стороны информации, если при этом удастся добиться выполнения условий теоремы соответствия. Например, А. А. Харкевич предлагает определение меры информации, связанное с понятием о достижении цели [24]. Здесь цель выступает в качестве системы референции, к которой относится информация. Но эта мера имеет смысл только в том случае, если удовлетворяет всем тем требованиям, что и обычная мера количества информации. Информация определяется Харкевичем как $\lg \frac{p_1}{p_0}$, где p_0 — вероятность достижения цели до получения информа-

ции, а p_1 — после ее получения, совершенно независимо от того, что конкретно представляет собой сама цель.

В качестве другого примера применения теорем соответствия вне рамок теории подобия рассмотрим некоторые вопросы теории познания. В «Материализме и эмпириокритицизме» В. И. Ленин подверг резкой критике сторонников так называемой теории символов, или иероглифов. Сторонники этой теории считали, что ощущение не отражает объективной действительности, а лишь соответствует тем или иным ее качествам так же, как, например, иероглиф или символ может соответствовать обозначаемому предмету. В частности, Гельмгольц писал: «Наши ощущения суть именно действия, которые вызываются в наших органах внешними причинами, и то обстоятельство, как обнаруживается такое действие, зависит, разумеется, весьма существенно от характера аппарата, на который оказывается действие. Поскольку качество нашего ощущения дает нам весть о свойствах внешнего воздействия, которым вызвано это ощущение, — постольку ощущение может считаться *знаком* (Zeichen) его, но не *изображением*. Ибо от изображения требуется известное сходство с изображаемым предметом... От знака же не требуется никакого сходства с тем, знаком чего он является» (цитируется по [25; 221—222]).

В. И. Ленин показал, что теория символов внутренне противоречива, представляя собой соединение идеалистических и материалистических элементов: «Если ощущения не суть образы вещей, а только знаки или символы, не имеющие «никакого сходства» с ними, то исходная материалистическая посылка Гельмгольца подрывается, подвергается некоторому сомнению существование внешних предметов, ибо знаки или символы вполне возможны по отношению к мнимым предметам, и всякий знает примеры *таких* знаков или символов» [25; 222].

В плане приведенных выше соображений можно добавить еще один аргумент против теории символов. Гельмгольц пишет: «...Я обозначил ощущения как символы внешних явлений и я отверг за ними всякую аналогию с вещами, которые они представляют» (цитируется по [25; 220]).

Здесь противопоставляются символы как простые соответствия предметам и аналогия, предполагающая общность соотношений между отражаемым предметом и результатом отражения. Гельмгольц считает, что одно исключает другое. Но из приведенных выше соображений следует, что одно предполагает другое. Наличие однозначного соответствия обуславливает общность отношений в соответствующих друг другу системах. Значит, если даже признать ощущение за символы, соответствующие внешним объектам, то отсюда вытекает также и аналогия между ними. Общность же отношения в ощущении и отражаемых объектах означает, что ощущения являются не простыми символами, а образами предметов. Здесь получается вывод по формуле Клавия: если

ощущение — символы, то это означает, что они не символы; отсюда следует, что ощущение не символы.

$$(p \rightarrow \bar{p}) \rightarrow \bar{p}.$$

Сказанное проливает некоторый свет и на проблему соотношения между словами и обозначаемыми предметами. Столетиями тянется спор между теми, кто считает, что слова отражают предметы, и противниками этой точки зрения, полагающими, что между словами и обозначаемыми предметами не может быть ничего общего. Последняя точка зрения в свое время была особенно резко подчеркнута Ф. де-Соссюром. Однако слова очень редко являются абсолютно простыми. Обычно их можно разложить на части, составные элементы, которые чему-то соответствуют в обозначаемых объектах. Это имеет место даже в тех случаях, когда составные элементы слов утратили самостоятельное значение, но особенно наглядно проявляется в составных словах типа паровоз, пароход, аэроплан и т. д. Но если есть соответствие, то есть и некоторая общность отношений между соответствующими системами. Таким образом, резкое противопоставление слов как символов и слов как отражений предметов утрачивает свой смысл.

Итак, мы видим, что в ряде случаев умозаключения по аналогии могут быть вполне достоверными. Но не означает ли это, что такие аналогии являются простой разновидностью дедукции? Ответ на этот вопрос зависит, естественно, от того, как понимается дедукция, т. е. в конечном счете от принципов классификации основных форм умозаключений. Если под дедукцией понимается всякий достоверный вывод, то тогда вопрос решается просто — точнее говоря, снимается самим определением. Но таким образом остается в стороне логическое строение умозаключений, т. е. то, чем прежде всего интересуется логика.

Традиционное понимание дедукции как выводов от общего к частному в настоящее время встречает серьезное возражение. Но даже если понимать дедукцию таким образом, ясно, что аналогия, и будучи доказательной, не относится к дедукции, поскольку представляет вывод от одного единичного объекта к другому.

На наш взгляд, наиболее существенной чертой дедукции является то, что вывод в ней получается путем преобразования или опускания части тех данных, которые выражены в посылках [26; 36—37]. Вывод по аналогии не является результатом такого преобразования. Переход от посылок к заключению требует привлечения таких знаний, которые не даны в посылках.

Степень, в какой истинность посылок обуславливает истинность заключения по аналогии, зависит от тех положений, с помощью которых можно посылки связать с заключением. Тогда, когда эта связь осуществляется с помощью принципов неполной индукции, вывод по аналогии лишь вероятен. Именно к этому

случаю и относится приведенная выше критика умозаключения по аналогии Ибн-Синои.

Но при некоторых условиях удается установить эту связь с помощью положений такого, например, типа, который известен в теории подобия, и вывод по аналогии становится необходимым.

Сказанное не означает, что существует только один путь установления необходимости вывода по аналогии. Таких путей множество. Об этом, в частности, свидетельствуют те примеры, которые приведены в статье А. А. Зиновьева и И. И. Ревзина [27; 83]. Однако их анализ выходит за рамки задач данной статьи, ставящей своей целью обоснование принципиальной возможности необходимого вывода по аналогии.

ЛИТЕРАТУРА

1. К а з и м и р Л е с н я к. Трактат Филодема об индукции. «Studia logica», t. II, 1955.
2. И б н - С и н а. Даниш-намэ. Сталинабад, 1957.
3. И. К а н т. Логика. Пг., 1915.
4. У е м о в. Индукция и аналогия. Иваново, 1956.
5. Г. Г а л и л е й. Соч., т. I. М.—Л., 1934.
6. М. В. К и р п и ч е в. Теория подобия. М., 1953.
7. А. П. В а н и ч е в. О рассмотрении содержания физического подобия. «Журн. технич. физики», т. VIII, вып. 2, 1938.
8. К. Д. В о с к р е с е н с к и й. Сборник задач по теплопередаче. М., 1951.
9. М. В. К и р п и ч е в и А. А. Г у х м а н. Приложение теории подобия к опыту. Сб. работ физико-технического отдела ЛОТИ, вып. I, 1931.
10. М. В. К и р п и ч е в и М. А. М и х е е в. Моделирование тепловых устройств. М.—Л., 1936.
11. П. К. К о н а к о в. О второй теореме подобия. Изв. АН СССР, ОТН, 1949, № 2.
12. А. А. Г у х м а н. Физические основы теплопередачи, ч. I, 1934.
13. А. У е м о в. Аналогия в современной технике. Канд. дисс. М., 1952.
14. А. Д. Л а н д а у и Е. М. Л и ф ш и ц. Теория поля. М., 1960.
15. Е. К. В о й ш в и л л о. Критика логики отношений как релятивистского направления в логике. Канд. дисс. М., 1949.
16. А. Т а р с к и й. Введение в логику и методологию дедуктивных наук. М., 1948.
17. Е. Я. Р е ж а б е к. О силлогическом выводе как методе получения новых результатов. «Труды Челябинского института механизации и электрификации сельского хозяйства», вып. VIII. Челябинск, 1958.
18. А. У е м о в. Развитие логического мышления учащихся при решении задач. «Физика в школе», 1956, № 2.
19. К у т ю р а. Алгебра логики. Одесса, 1909.
20. В. Г. Б о л т я н с к и й и В. А. Е ф р е м о в и ч. Очерк основных идей топологии. «Математическое просвещение», 1957, № 2.
21. А. У е м о в. Выводы через ограничение и условия их правильности. «Ученые записки ИГПИ», т. 8. Иваново, 1955.
22. Р. К а р н а п. Значение и необходимость. М., 1959.
23. Л. Б р и л л о э н. Наука и теория информации. М., 1960.
24. А. А. Х а р к е в и ч. О ценности информации. «Проблемы кибернетики», № 4, 1960.
25. В. И. Л е н и н. Материализм и эмпириокритицизм. Соч., т. 14.
26. А. У е м о в. Логические ошибки. М., 1958.
27. А. А. З и н о в ь е в, И. И. Р е в з и н. Логическая модель как средство научного исследования. «Вопросы философии», 1960, № 1.

АКСИОМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ

Логика, теория познания и методология наук оказывают существенную помощь специалистам конкретных наук благодаря тому, что они дают развернутое представление о строении научного знания, способах его организации, формах выражения содержания знания и т. д. Эти вопросы, исторически поставленные в рамках философии, в настоящее время приобретают все большее значение в связи с прогрессирующим усложнением как объектов, подвергаемых исследованию, так и структуры научного знания.

Философский анализ научного знания охватывает большой круг проблем. В зависимости от того, какая сторона научного знания интересует исследователя, вырабатываются специальные абстракции, фиксирующие те или иные стороны знания, и строятся представления о научном знании, рассматриваемом с этой точки зрения. В настоящей работе мы рассмотрим один из методов организации (построения) научного знания — так называемый аксиоматический метод.

§ 1. Аксиоматический метод

Общее определение и краткая история развития представлений об аксиоматическом методе

Под аксиоматическим методом построения определенной научной дисциплины понимается такое ее построение, когда ряд предложений данной области науки принимается без доказательства (входящие в них понятия являются неопределяемыми), а все остальное знание выводится из этих предложений по заранее фиксированным логическим правилам или законам.

Разработанные уже в античном мире первые представления об аксиоматическом методе явились ответом на вопрос о принципах построения научного знания. В состав науки входят предложения

различной природы: эмпирические констатации фактов, теоретические конструкции, законы разной степени общности и т. д. Отдельно взятое положение из научной системы не является научным знанием, как не является им и простая сумма (совокупность) предложений. Научное знание есть всегда определенным образом организованная целостность, все элементы (предложения) которой связаны между собой и в которой последующие предложения опираются на предыдущие, доказываются с их помощью. Это общее понимание строения научного знания было хорошо известно ученым и философам Древней Греции. Пытаясь дать систематическое построение определенных разделов науки (геометрии, логики и т. д.), они выдвинули первые представления об аксиоматическом методе.

Обычно в качестве первого исторически имевшего место примера аксиоматически построенной научной дисциплины приводят «Начала» Евклида (III в. до н. э.). Действительно, до Евклида имелись лишь отдельные, несистематизированные геометрические знания¹, полученные нередко чисто эмпирическим путем. Однако первые представления об аксиоматическом методе появились раньше творения Евклида. Большую роль в этом отношении сыграли произведения Платона (427—347 гг. до н. э.) и особенно Аристотеля (384—322 гг. до н. э.).

Платон был одним из первых философов, который требовал строгого доказательства научных истин, однако он не разработал сколько-нибудь существенно теорию науки [9]. Несомненно, что общие воззрения Платона оказали определенное влияние на Евклида, но точно оценить степень этого влияния не удалось до настоящего времени (см. [7], [10], [11]).

Значительно полнее исследованы взгляды Аристотеля на строение научного знания и выяснена роль, которую он оказал на Евклида. Этому вопросу посвящена большая литература.

По Аристотелю, предложения определенной науки, дающие необходимое знание, делятся на доказуемые и недоказуемые («...не может существовать доказательства для всего» [Метафизика, III, 2, 997a]; «...доходят до недоказуемых (положений), ибо последние должны принадлежать к тому же самому роду, что и доказанные (положения)» [Вторая Аналитика, I, 28, 87a]; «из первичных же недоказуемых (положений) (доказательство должно вестись)... [Вторая Аналитика, I, 2, 71b]). Первичные предложения, кроме недоказуемости, должны также обладать следующими свойствами: быть истинными, непосредственными, более извест-

¹ Наброски геометрических систем имелись и до Евклида, например у Гиппократы Хиосского (вторая половина V в. до н. э.) и у Леоны, который был «поколением старше» Евклида. «Начала» Гиппократы Хиосского и Леоны утеряны, однако — на основании ряда исторических источников — можно утверждать, что они охватывали лишь незначительные разделы геометрии ([5; 4—5], [6], [7; 223—224] и др.).

ными [Вторая Аналитика, I, 2, 71b]. Для понимания начал науки важно следующее место из «Метафизики»: «Началами доказательства я называю общепринятые положения, из которых все исходят при доказательствах...» [Метафизика, III, 2, 996b]. Основные предложения, или начала, Аристотель иногда называет аксиомами, т. е. недоказываемыми, обладающими наивысшей степенью общности положениями, которые каждый изучающий должен иметь заранее [Вторая Аналитика, I, 2, 72a и I, 10, 76a].

Дифференцируя начала, Аристотель употребляет термины «постулат» — как положение, «противное» мнению учащегося, или (нечто) такое, что будучи доказуемым, принимается и применяется недоказанным» [Вторая Аналитика, I, 10, 76b], и «гипотеза» («предположение») — «все то, что, хотя и доказуемо, но сам (доказывающий) принимает, не доказывая» [Вторая Аналитика, I, 10, 76b]. Термин «постулат» позднее стали употреблять в значении, близком к тому, которое Аристотель приписывал гипотезе.

Другой важной частью методологических взглядов Аристотеля является область определения понятий. В «Топике» [VII, 14, 163b] имеется следующее место: «Далее нам необходимо иметь много определений и особенно те из них, которые относятся к главным и первым понятиям, ибо с помощью них мы в состоянии получать выводы», из которого вытекает, что Аристотель выделял из совокупности понятий первичные и относил их к началам [Вторая Аналитика, I, 10, 76b]. С другой стороны, учение Аристотеля об определении, содержащееся во «Второй Аналитике», можно резюмировать следующим образом. Определения делятся на: 1) чисто номинальные, которые не доказываются и не являются знанием того, что именно есть предмет мысли; 2) реальные, раскрывающие суть бытия предмета. Последние подразделяются: а) на реальные доказываемые определения и б) на реальные недоказываемые определения. Только последние определения и могут быть началами доказательства (см. [2; 175]).

Изложенная теория строения научного знания Аристотеля была применена им к построению логики. «Силлогистика была аксиоматизирована Аристотелем и притом различными способами» [34; 84]. В литературе подробно исследовано несколько способов аксиоматизации Аристотелем силлогистики, например такие, где в качестве аксиом берутся четыре модуса первой фигуры, два модуса первой фигуры, и т. д. (см., например, [34; 86—87]).

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что в трудах Аристотеля содержится достаточно подробное изложение принципов аксиоматизации науки¹, которое хотя с современной

¹ В настоящее время в зарубежной логической литературе широко распространена оценка воззрений Аристотеля на аксиоматику, наиболее четко выраженная в статье Г. Шольца «Аксиоматика древних» [31] (см. также работы Э. Бета [32], [33]). Суть ее заключается в следующем. Считается, что Аристотель рассматривал науку как последовательность предложений, имею-

точки зрения и имеет ряд серьезных пробелов и неточностей, однако было вполне достаточным для относительно строгого построения ряда научных дисциплин в тот период.

Наиболее ярким примером аксиоматического построения определенной науки, осуществленным в соответствии с требованиями, выдвигаемыми философией того времени, явились, бесспорно, «Начала» Евклида. Конечно, в аксиоматической теории, изложенной в этом произведении, можно найти большое число недостатков. В литературе широко обсужден вопрос об определениях, имеющих в «Началах» [7; 226—248] [15; 221—237] [8; 355—356], которые, по справедливому замечанию В. Ф. Кагана, представляют «самое слабое место во всем сочинении, в известной мере источник большинства его дефектов» [9; 41]. Очень скоро после появления «Начал» было обнаружено, что той совокупности определений, аксиом и постулатов, которые имеются у Евклида, недостаточно для строгого логического построения геометрии, что сам Евклид в своих доказательствах «наряду с подлинно логическими умозаключениями... постоянно прибегает к наглядному представлению» [4; 77—78] (см. также [16; 122]). Это можно объяснить только тем, что Евклид, по-видимому, не задавался целью вывести все свои положения с логически из немногих определений, постулатов и аксиом, а стремился скорее убедить читателя в геометрических истинах, причем убеждение совершенно не обязательно достигается посредством формально логического вывода, а возможно и на основе специальной операции, вызывающей в уме образ с непосредственно очевидными свойствами [15; 222]. Перечень неточностей в характере изложения геометрии Евклидом¹

пую следующие свойства: 1) предложения этой последовательности делятся на основные (недоказываемые) предложения и теоремы (доказываемые предложения), 2) понятия, встречающиеся в предложениях этой последовательности, делятся на основные (неопределяемые) понятия и выводимые (определяемые) понятия. От основных предложений требуется следующее: а) они непосредственно очевидны и поэтому приняты без доказательства; б) они должны быть достаточными в том смысле, что кроме них для доказательства теорем необходимы только правила логики; в) они должны быть утверждениями необходимости. От основных понятий требуется следующее: а) они должны быть непосредственно понятными и поэтому неопределяемыми; б) они должны быть достаточными в том смысле, что кроме них для конструкции выводимых понятий необходимы только операции связывания (Verknüpfungsoperationen) [31; 261—262]. На наш взгляд, данная концепция явно модернизирует взгляды Аристотеля на аксиоматический метод. Анализ ранее приведенных выдержек из произведений Аристотеля показывает, что у него отсутствовало требование полноты аксиоматизируемой теории, не было явного требования перечисления всех «начал» специальной науки и т. д. (развернутую критику концепции Шольца — Бета см. в [12]).

¹ Существенное отличие аксиоматического построения «Начал» Евклида от современных представлений об аксиоматическом методе открывает возможность весьма различных интерпретаций логической структуры этого произведения (см., например, [12] и статью В. А. Смирнова «Генетический метод построения научной теории» в данном сборнике).

можно легко продолжить, однако это не входит в наши задачи. Для нас гораздо важнее охарактеризовать специфику общего строения «Начал», являющегося наиболее характерным произведением *первого* периода развития воззрений на аксиоматику.

Специфической особенностью раннего периода развития аксиоматического метода является стремление к его содержательному (интуитивному) применению. В античной философии не проводилось различия между формой и содержанием мышления. Знание (мышление) рассматривалось как единое целое. В силу этого процесс аксиоматизации определенных разделов науки затрагивал знание как целое. В случае геометрии аксиоматизации подвергался не ее язык, а геометрическое знание, взятое в его целостности. Геометрия Евклида строится для единственной системы объектов¹. Такое понимание аксиоматического метода можно назвать содержательным (или интуитивным). Содержательный подход Евклида к аксиоматическому построению геометрии, с одной стороны, дал возможность осуществить этот исторически первый грандиозный труд по аксиоматическому выражению научного знания, но, с другой стороны, одновременно был источником большого числа ошибок и дефектов, так как строго логическое построение содержательной аксиоматической теории при условии сравнительно слабой разработки технических средств математики было чрезвычайно затруднено.

Последующее развитие взглядов на аксиоматический метод характеризуется постепенным освобождением от попыток содержательного аксиоматического построения научных дисциплин и переходом к формальному пониманию аксиоматического метода. В ходе этого развития были установлены основные свойства аксиоматически построенных теорий.

Не ставя перед собой задачи подробного изложения истории развития представлений об аксиоматическом методе, мы ограничимся лишь самыми краткими замечаниями на этот счет — замечаниями, которые необходимы прежде всего для понимания роли аксиоматизации знания в современной науке.

Средние века и новое время не внесли сколько-нибудь существенного вклада в понимание аксиоматического метода. Конечно, неверно представлять, что в этот период проблемой аксиоматизации знания вообще не занимались. Хорошо известны попытки аксиоматического построения философии (Спиноза), исследования по аксиоматическому изложению математики (Декарт, Лейбниц и др.), а также построенная Ньютоном в «*Philosophiae naturalis principia mathematica*» аксиоматическая теория классической механики. Однако все эти работы не выходили за рамки характерно-

¹ Причем объекты, изучаемые в ней, предполагаются известными до установления аксиом [18; 32].

го для античной философии и науки содержательного (интуитивного) истолкования аксиоматического метода, отличались лишь предметной областью, подвергаемой аксиоматизации, и несколько большей или меньшей строгостью изложения и, по существу, не внесли в понимание аксиоматического метода никаких принципиально новых моментов.

Действительная история аксиоматического метода начинается лишь со второй половины XIX в. Именно с этого периода идея построения науки из исходных неопределяемых понятий и принятых без доказательства положений становится мощным орудием развития математики и ряда других наук. Вместе с успешным осуществлением аксиоматизации отдельных научных областей изменяется и само содержание аксиоматического метода. Конец XIX и начало XX в. знаменуют новое рождение принципа аксиоматического построения знания.

Развитие представлений об аксиоматическом методе в XIX—XX вв. можно разделить на два периода: 1) постепенное освобождение от содержательного рассмотренной аксиоматически построенных теорий и переход к формальному построению аксиоматики [второй период развития взглядов на аксиоматический метод, который кончается с появлением работ Д. Гильберта по основаниям математики (1900—1904 г.)]; 2) понимание аксиоматического метода как способа конструирования формализованных языковых систем (третий период развития взглядов на аксиоматический метод, характерный для настоящего времени) ¹.

Важнейшим шагом в направлении перехода от содержательно истолкованной аксиоматики к формальному ее построению явилось создание неевклидовой геометрии.

В связи с этим резко встал вопрос о строгом фиксировании исходных понятий и предложений научных теорий. Ученых XIX в. не могли удовлетворить представления об исходном пункте аксиоматической теории, имевшие место в первый период развития аксиоматики, так как ссылки на всякого рода очевидные и интуитивно ясные понятия и предложения были несовместимы со стремлением строго логического обоснования процесса доказательства. В результате в этот период было сформулировано требование о необходимости перечисления всех исходных положений аксиоматизируемой теории и детально проанализированы методы и правила определения терминов научной системы. В частности, было установлено, что наряду с явными, эксплицитными определениями в научных теориях имеют место неявные, имплицитные определения. Отличие последних от первых заключается в том, что если

¹ Подобное деление имеется в [16] [17; 11—37]; сходная точка зрения изложена в [36].

при эксплицитном определении имеется специальное правило определения (или само определение), вводящее новый термин в систему и указывающее его значение, то при имплицитном определении соответствующее правило определения (или само определение) отсутствует и термин получает точное значение лишь в зависимости от того контекста (в частном случае — в зависимости от совокупности аксиом), в который он входит. Таким образом, было выяснено, что исходные термины аксиоматической теории должны рассматриваться как определяемые имплицитно совокупностью аксиом.

Отмеченные изменения в понимании аксиоматики привели к сознательному отказу от попыток содержательного (интуитивного) построения аксиоматических теорий. Если исходные термины определяются лишь имплицитно, т. е. не указываются те элементы внеязыковой реальности, которые они обозначают, то тогда определенная аксиоматическая система описывает не какую-то конкретную предметную область, а некоторый класс таких областей. При построении самой аксиоматической системы приходится абстрагирование от тех предметных областей, которые в ней могут быть представлены. Исходные термины системы и вместе с ними все остальные термины, так как они определяются на базе исходных, рассматриваются в аксиоматической системе лишь с точки зрения их взаимозависимостей и безотносительно к тому, что в них выражается. В результате происходит отделение процесса выяснения того, какие явления действительности могут выражаться в данной аксиоматической теории. Первый осуществляется чисто формально, без какой бы то ни было ссылки на содержательные моменты.

Развитие формальных аксиоматических систем привело к выяснению требований, предъявляемых к аксиоматике. В работах математиков и логиков конца XIX — начала XX вв. были сформулированы эти требования (непротиворечивости, полноты, независимости и т. д.) и выработаны методы, позволяющие установить, удовлетворяет ли им определенная система. В частности, для доказательства непротиворечивости аксиоматической теории, т. е. невозможности доказательства в ней предложения p и его отрицания \bar{p} , использовался метод моделей, позволяющий после установления определенных взаимоотношений между данной теорией и теорией, выступающей в качестве модели, заключить от доказанной ранее непротиворечивости теории-модели к непротиворечивости исследуемой теории. Метод моделей использовался также для доказательства других свойств аксиоматических формальных систем. В этом период был сделан вывод о том, что предметом аксиоматической теории является любая ее интерпретация или модель (см. [16; 123]).

Резюмируя вышеотмеченные особенности воззрений на аксио-

матику, специфичные для второго периода развития представлений об аксиоматическом методе, можно сказать, что во второй половине XIX в. на смену содержательному (интуитивному) пониманию аксиоматической системы пришло ее формальное рассмотрение, характеризующееся: 1) точным перечислением исходных терминов и предложений; 2) пониманием системы аксиом как совокупности имплицитных определений исходных терминов; 3) строгим введением на основании правил определения всех остальных (не-исходных) терминов в систему; 4) отделением процесса построения аксиоматической системы, сводящегося к чисто формальному анализу, от процесса ее интерпретации; 5) пониманием того, что предметом аксиоматически построенной теории являются любые ее интерпретации; 6) четким формулированием требований непротиворечивости, полноты, разрешимости и независимости и доказательством их выполнимости в определенных аксиоматических системах с помощью метода моделей.

В дальнейшем в ходе развития формальной аксиоматики возникли определенные трудности. Они были связаны прежде всего с использованием метода моделей для доказательства непротиворечивости систем, независимости их аксиом и т. д. Доказывая, например, непротиворечивость аксиоматической системы геометрии, обращались к арифметической модели; при доказательстве непротиворечивости арифметики использовали теорию множеств и т. д. В конечном итоге оказалось, что теория множеств представляет собой обширное поле, из которого черпаются модели для аксиоматических систем многих разделов математики. Вместе с тем выяснилось, что сама теория множеств не свободна от трудностей. В частности, были вскрыты так называемые парадоксы теории множеств (см. [18; 39—42], [57; 73—78], [51; 23—37]), серьезные возражения были выдвинуты против использования в теории множеств понятия актуальной бесконечности и т. д. Все это поколебало интуитивную уверенность в строгости теории множеств.

Для преодоления указанных трудностей Д. Гильберт выдвинул в начале XX в. концепцию метаматематики или теории доказательства. Эта концепция представляла собой важный шаг в развитии проблематики оснований математики и в то же время столь существенно изменила содержание, вкладываемое в аксиоматический метод, что открыла новый, третий этап развития представлений об аксиоматическом методе¹.

Замысел Гильберта состоял в том, чтобы формализовать и представить в аксиоматической форме исследуемую область науки и затем найти такие математические методы, которые не вызывали бы сомнений с теоретико-познавательной точки зре-

¹ «Идея Гильберта явилась переломным моментом в вопросах оснований математики и началом нового этапа, в развитии аксиоматического метода», — пишет П. С. Новиков [17; 20].

ния и были бы достаточны для «прямого», т. е. не использующего метода моделей, доказательства строгости построенной системы, ее непротиворечивости и т. д. По мнению Гильберта, не вызывают сомнений и не приводят к ошибкам только «содержательные логические выводы», примененные «к действительным вещам или событиям», т. е. к объектам, которые «должны быть обозримы полностью во всех частях» [23в].

При исследовании свойств аксиоматических теорий можно избежать метода моделей, если вывести все возможные следствия из некоторой системы аксиом и относительно всех предложений теории установить, что ни одно из них не противоречит никакому другому. При этом для строгого выведения всех следствий из некоторой системы аксиом используются методы математической логики.

Тенденция к формальному построению аксиоматических систем, наметившаяся с середины XIX в., достигла в программе Гильберта своего кульминационного пункта. Исследуемая научная теория превращается в определенный формализм, т. е. формальное исчисление (по четко фиксированным правилам) с символами искусственного языка. Это достигается путем: 1) символизации языка данной теории, т. е. замены знаков и выражений естественных языков, часто не имеющих точного значения и очень громоздких, символами специально построенного искусственного языка (с точным значением и очень удобными для оперирования), и 2) формализации, т. е. построения исследуемого искусственного языка в виде формального исчисления, при котором абстрагируются от внеязыкового значения входящих в этот искусственный язык знаков и выражений и эти последние организуются в соответствии с принципами аксиоматического построения.

Представление исследуемой научной теории в виде формализма несло с собой, с одной стороны, четкое разделение формализованного искусственного языка и той содержательной области, которая может быть в нем отражена, а с другой стороны, значительно более дифференцированное — по сравнению со второй половиной XIX в. — представление о структуре процесса аксиоматизации и способах его реализации.

Относительно первого момента необходимо отметить следующее. Формализация теории в вышеприведенном определении этого процесса приводит к тому, что исследуемая теория более не представляет собой организованную совокупность осмысленных фраз, а является «системой бессодержательных предметов, аналогичных позициям в шахматной игре, над которыми проделываются механические манипуляции, аналогичные шахматным ходам» [18; 61]. Формализованная таким образом теория получила название предметной теории, а та теория, формальным отражением которой является предметная, и н т у т и в н о й, или

содержательной. Применительно к математике стали различать содержательную (интуитивную) математику и формальную (формализованную) математику.

Дифференциация представления о структуре аксиоматической теории, связанная с программой Гильберта, выразилась в требованиях символизации и формализации исследуемого языка и в различении двух составных частей таким образом построенного языка: логического исчисления, т. е. той части языка, которую составляют принципы, законы и правила логики, применимые в нем, и аксиоматического исчисления, представляющего собой аксиоматическую систему рассматриваемой научной области¹.

При построении определенного формализованного языка в качестве входящего в него логического исчисления берется тот или иной раздел математической логики в соответствующей символике, а в качестве входящего в него аксиоматического исчисления — та или иная научная дисциплина, выраженная символическим образом, т. е. без использования выражений разговорного языка, двусмысленность которых может привести к потере строгости.

В качестве иллюстрации отличий аксиоматизации, проводимой в ходе второго этапа развития представлений об аксиоматическом методе, и аксиоматизации на третьем этапе приведем следующий пример.

Д. Пеано сформулировал в 1891 г. систему аксиом для натуральных (целых положительных) чисел. Эта система выглядит следующим образом:

А₁. 0 есть натуральное число.

А₂. Если n — натуральное число, то $n + 1$ — натуральное число.

А₃. Если m — натуральное число и n — натуральное число, то $m + 1 = n + 1$ в том и только в том случае, если $m = n$.

А₄. Если n — натуральное число, то $n + 1 \neq 0$.

А₅. Пусть F есть некоторое множество натуральных чисел, причем F обладает следующими свойствами: (1) 0 есть элемент F , и (2) если n — элемент F , то $n + 1$ — элемент F ; тогда F есть натуральный ряд чисел.

Сформулированная в таком виде аксиоматика натуральных чисел Пеано представляет собой типичный пример аксиоматической системы догильбертовского периода. Хотя она и строится для определенной содержательной области (натурального ряда чисел), но может быть, однако, применена для описания других областей действительности, которые удовлетворяют ее аксиомам. В силу этого аксиоматика натуральных чисел Пеано носит формальный

¹ О различении логического и аксиоматического исчислений см. [16; 125—126], [37; 147—148].

характер. Для анализа ее свойств (непротиворечивости, независимости и т. д.) применяется метод моделей. Вместе с тем язык, в котором выражена аксиоматика Пеано, весьма далек от строгой формализации: нет символизации, отсутствует строгая фиксация логических средств, используемых в этой системе, и т. д.

Система аксиом натуральных чисел, представленная в виде строго формализованного языка, будет выглядеть следующим образом.

В качестве логической части этого языка выступает исчисление высказываний и исчисление предикатов.

При построении аксиоматической части формализованной аксиоматики натуральных чисел в качестве исходных знаков принимаются: a — индивидуальная постоянная; x, y — индивидуальные переменные; Z — одноместный предикат; s — одноместный функтор.

Аксиомами выступают:

$$A_1. Z(a).$$

$$A_2. Z(x) \supset Z(s(x)).$$

$$A_3. Z(x) \cdot Z(y) \cdot s(x) = s(y) \supset x = y.$$

$$A_4. Z(x) \supset s(x) \neq a.$$

$$A_5. (F') [F'(a) \cdot (x) (F(x) \supset F'(s(x)) \supset (y) (Z(y) \supset F(y))].$$

Легко увидеть общие и отличительные черты только что приведенного примера формализованной аксиоматической системы и формальных аксиоматик типа пеановской аксиоматической системы натуральных чисел. И те и другие строятся не для конкретной содержательной области, а применимы ко всем своим моделям. В самих аксиомах никакой ссылки на какую-то конкретную область не делается. Вместе с тем формализованную аксиоматику выгодно отличает от формальной завершённый процесс формализации и символизации, четкая фиксация как собственно аксиоматических средств, так и логических законов, используемых в данном случае. Сводятся до минимума возможности ошибок из-за неясности значения терминов или вследствие пропуска тех или иных «шагов» в выводе. В силу этого переход к построению формализованных аксиоматических систем явился важным шагом в уточнении структуры аксиоматического метода.

Программа Гильберта по основаниям математики не сводилась только к одной идее представления научной теории в формализованном виде. Другой важной частью его концепции являлось обоснование необходимости построения новой науки — метаматематики (или применительно к математике — метаматематики), имеющей своим предметом анализ формализованных систем. Эта сторона теории Гильберта также оказала важное влияние на изменение представлений об аксиоматическом методе.

Мысль о построении метаматематики органически вытекала из стремления Гильберта элиминировать все трудности, встающие

в исследованиях по обоснованиям математики при использовании отдельных положений и методов рассуждения, свойственных теории множеств. Для решения этой задачи Гильберт считал необходимым выяснить «круг понятий и принципов, которые не содержат сомнительных сторон теоретико-множественного мышления» [17; 22] и которые могут быть применены к анализу формализованных систем. Результатом этого исследования выступил так называемый ф и н и т и з м Гильберта. В число финитных методов не входил закон исключенного третьего, понятие «существование» употреблялось в смысле «возможности построения» и т. д. (подробнее см. [17; 22—28], [18; 61—63]). В рамках метаматематики, которая, по мнению Гильберта, относится к области содержательного математического мышления и ограничивается только финитными методами, возможен анализ формализованных аксиоматических систем и, в частности, решение относительно них проблем непротиворечивости, разрешимости, независимости и т. д.

Историческое развитие метаматематики в смысле Гильберта не подтвердило всех его предположений. Важнейшим шагом в установлении этого явилась доказанная в 1931 г. К. Гёделем [39] теорема о принципиальной неполноте достаточно развитых формальных систем типа «Principia Mathematica» Рассела и Уайтхеда и связанное с ней следствие о возможности решения вопроса о непротиворечивости формальной системы ее же собственными средствами. Этот факт означал существование ограничений формализмов. Впоследствии, кроме установленных Гёделем ограничений формальных систем, были вскрыты многие другие (подробный их анализ дан в [57]). Однако исследования, ведущиеся в направлении построения аксиоматических систем отдельных разделов математики и базирующиеся на гильбертовских принципах, привели к весьма плодотворному соединению аксиоматического метода с общей теорией формальных систем, в результате чего на этом пути стало возможно собственно математическое исследование и получение важных результатов [36] [16]. В связи с этим содержащееся в произведениях Гильберта и его последователей истолкование аксиоматического метода, охарактеризованное нами как третий период развития воззрений на аксиоматику, стало господствующим в XX в.

Резюмируя особенности современного понимания аксиоматического метода, необходимо отметить, что дополнительно к установленным во второй период развития представлений об аксиоматическом методе свойствам аксиоматик (см. стр. 221—222) исследователи XX в. выдвинули требование рассмотрения аксиоматической системы как формализованного языка, построенного из объектов особого рода (графических значков) путем формальных манипуляций с ними. Такое истолкование потребовало отделения и четкой фиксации логического и специально-аксиоматического исчисления. Сами формализованные аксиоматические системы стали

предметом анализа особой науки — метатеории. В этот период учение об аксиоматическом методе сомкнулось с теорией формальных систем.

§ 2. Структура аксиоматически построенного формализованного языка. Синтаксический и семантический аспекты его анализа

Соответственно определению аксиоматического метода, приведенному в начале первого параграфа, для аксиоматического построения какого-либо раздела науки необходимо наличие четко фиксированных аксиом и перечисление правил и законов логики, с помощью которых возможно получить из аксиом все остальные предложения анализируемой области науки. Выше рассмотренное развитие представлений об аксиоматическом методе показало, что имевшие место попытки содержательного формулирования аксиом в исходном пункте теории обычно оказывались неудовлетворительными с логической точки зрения. Тенденция прогрессирующей формализации, проходящая через историю развития представлений об аксиоматическом методе, постепенно привела к тому, что традиционное учение об аксиоматике, включавшее в себя выбор аксиом, формулирование правил вывода и процесс выведения из аксиом других предложений теории, постепенно сомкнулось с учением о формальных системах, развитым в математической логике и основаниях математики. В результате этого современное представление об аксиоматическом методе не ограничивается перечислением аксиом, правил логики и полученными из аксиом теоремами, а включает в себя последовательные рассмотрение всех компонентов аксиоматически построенной теории (начиная с элементарных далее не разложимых ее элементов), анализ отношений и связей между элементами такой теории и выяснение ее свойств.

Такое исследование проводится в рамках метаматематики, иногда называемой металогикой или общей метанаукой [40]. Метаматематическое изучение аксиоматической системы является одним из возможных способов ее исследования. При этом совершаются следующие абстракции. Аксиоматизированная научная теория рассматривается как система формальных предложений, связанных между собой посредством особых формально действующих правил. Совершается абстрагирование как от того, что эта система и каждое формальное предложение в отдельности являются результатами мыслительной деятельности, так и от отношения человека к этой системе, т. е. от факта принятия (признания) или непринятия (непризнания) тем или иным индивидом отдельных предложений или всей системы в целом. Иными словами, из широко распространенного в настоящее время разделения семи-

отики (общей теории знаков) на синтаксис (изучение отношения знаков и предложений друг к другу), семантику (изучение отношения языковых выражений к той реальности, которая в них выражена) и прагматику (изучение отношения человека к системам знаков) метаматематика принимает во внимание лишь два первых подхода (синтаксический и семантический) и полностью абстрагируется от прагматического. Сохранившееся в результате этого определенное содержание научной теории обозначается в метаматематике как «формальная система», которая затем и изучается математическими методами. В дальнейшем мы — не претендуя на математическую строгость — изложим основные результаты метаматематического исследования аксиоматически построенных формальных систем.

Структура аксиоматически построенного формального языка. Имея задачу аксиоматически построить определенный язык (обозначим его через $Я_{AC}$), необходимо начать с элементарных его компонентов, т. е. с о з н а к о в этого языка. Часть из них является исходными в данном языке, другие (производные) вводятся на основе первых. Путем соединения знаков $Я_{AC}$ можно получить множество последовательностей знаков, из которых на основе четко сформулированного критерия выбирается некоторый класс последовательностей, называемых предложениями. Аналогично знакам $Я_{AC}$ предложения этого языка также можно разделить на два класса: элементарные предложения и неэлементарные предложения, образующиеся на основе первых.

Кроме знаков и предложений $Я_{AC}$, для четкого фиксирования аксиоматически построенного языка необходимо еще указать о п е р а ц и й, применимых к разным элементам языка, и п р а в и л о б р а з о в а н и я, позволяющих из элементов одного класса данного языка образовать с помощью соответствующих операций элементы другого класса. Так как правила образования указывают способы получения из элементов одного класса $Я_{AC}$ элементов другого класса и, вообще говоря, могут быть (а для достаточно сложных языков обязательно являются) не тождественны правилам, позволяющим совершать переход от одних элементов к другим в пределах одного класса (например, от предложений к предложениям), то необходимо еще указать на п р а в и л а п р е о б р а з о в а н и я, допустимые в рассматриваемом языке. Перечисленные элементы дают возможность строго построить аксиоматизированный язык, т. е. выбрать из совокупности определенных соответствующим образом предложений а к с и о м ы и получить из них — на основе логических правил — т е о р е м ы, т. е. доказанные предложения рассматриваемого языка.

Таким образом, для конструирования аксиоматизированного языка $Я_{AC}$ необходимо указать:

1. Исходные знаки $Я_{AC}$.
2. Операции над исходными знаками $Я_{AC}$.
3. Правила образования $я_1$ — указывают, как из исходных знаков $Я_{AC}$ можно на основе операций над исходными знаками образовать новые (производные) знаки $Я_{AC}$.
4. Операции над знаками $Я_{AC}$.
5. Правила образования $я_2$ — указывают, как из знаков $Я_{AC}$ можно на основе операций над знаками образовать элементарные предложения $Я_{AC}$.
6. Операции над элементарными предложениями $Я_{AC}$.
7. Правила образования $я_3$ — указывают, как из элементарных предложений можно на основе операций над элементарными предложениями образовать сложные (неэлементарные) предложения $Я_{AC}$.
8. Аксиомы $Я_{AC}$ — класс предложений, которые принимаются без доказательства и кладутся в основу аксиоматического построения.
9. Правила преобразования — указывают, как можно получить, исходя из аксиом, другие предложения $Я_{AC}$.
10. Теоремы $Я_{AC}$ — доказанные предложения $Я_{AC}$.

При аксиоматизации в исследуемом языке выделяются следующие основные категории — исходные знаки, производные знаки, элементарные предложения, неэлементарные предложения, аксиомы и теоремы. Первые две группы (исходные и производные знаки) исключают друг друга и в своей совокупности образуют все множество знаков, допустимых в некоторой системе. То же самое имеет место по отношению к элементарным и неэлементарным предложениям, аксиомам и теоремам. Что же касается соотношения двух делений предложений — на элементарные и неэлементарные, на аксиомы и теоремы, то оно может быть весьма различным. Принципиально допустимо как полное совпадение этих двух делений, так и их существенное отличие (аксиомы могут выбираться из элементарных и неэлементарных или только из неэлементарных предложений). Наконец, в некоторых случаях деление предложений на элементарные и неэлементарные может вообще отсутствовать, будучи полностью заменено противопоставлением аксиом и теорем. В зависимости от того, какой из указанных случаев имеет место, определяется необходимость наличия всех перечисленных элементов аксиоматического построения или достаточность только некоторых из них. Так, для многих формальных систем, в которых часть знаков одновременно является предложениями, не проводится различие между элементарными и неэлементарными предложениями и т. д., в результате чего процесс аксиоматизации значительно «укорочен». В этих случаях уменьшается число групп операций над элементами $Я_{AC}$ и число групп правил образования.

Синтаксическое рассмотрение аксиоматизированного языка.

Исследование аксиоматически построенного языка в рамках метаматематики возможно в двух планах — синтаксическом и семантическом. Синтаксический анализ Я_{АС} есть исследование элементов этого языка и его структуры безотносительно к тому, что могут выражать или представлять элементы Я_{АС} Я_{АС} в целом. Результат такого исследования выражается в синтаксическом понятии аксиоматической системы. Это понятие носит чисто морфологический характер, т. е. знаки и выражения языка, входящие в синтаксически построенную аксиоматическую систему, рассматриваются только с точки зрения их морфологических особенностей (чувственно данной формы). На основании этого синтаксическое понятие аксиоматической системы определяется как множество знаков и выражений некоторого языка, рассматриваемых лишь как объекты особого рода (графические значки) и упорядоченных соответственно требованиям 1—10.

Остановимся кратко на основных этапах построения синтаксического понятия аксиоматической системы, которое мы в дальнейшем будем обозначать через АС_{син}. Процесс построения АС_{син}, как и процесс ее исследования, выражается в некотором метаязыке, предложения которого нечто утверждают о АС_{син} или ее элементах. Сами элементы АС_{син}, т. е. знаки и предложения синтаксически построенной аксиоматической системы, никакого внеязыкового значения не имеют.

Процесс конструирования синтаксического понятия аксиоматической системы начинается с перечисления исходных знаков АС_{син}. К исходным знакам АС_{син} применяются некоторые операции, с помощью которых образуются новые производные знаки системы. Правила получения новых знаков АС_{син} формулируются в метаязыке в виде правил образования₁. В отличие от перечисления исходных знаков и операций над исходными знаками, которое совершается в рамках рассматриваемого языка, формулирование правил образования₁, как и всех остальных правил образования и преобразования, допустимых в рассматриваемой системе, может быть совершено только в рамках некоторого метаязыка, так как в этих правилах должны быть описаны содержательным образом некоторые действия, которые можно совершать над элементами исследуемого языка.

Необходимость обращения при конструировании синтаксического понятия аксиоматической системы к метаязыковым средствам касается только используемых в этой системе правил образования и преобразования. Все остальные элементы АС_{син} — исходные знаки и операции над ними, вводимые в систему новые знаки, операции над знаками АС_{син}, элементарные и сложные

предложения, операции над элементарными предложениями, аксиомы и теоремы — все эти элементы $AC_{\text{син}}$ в принципе могут быть сформулированы в исследуемом языке без какого-либо использования метаязыковых средств. Однако в целях удобства часто и при формулировании только что указанных элементов синтаксического понятия аксиоматической системы обращаются к помощи метаязыка.

При этом следует четко различать метаязыковое описание тех или иных элементов $AC_{\text{син}}$ и формулирование этих же элементов в рассматриваемом языке.

После перечисления аксиом начинается процесс собственно аксиоматического построения. Все предшествующие этапы служили лишь цели строгого образования тех комбинаций знаков, которые выступают в роли аксиом. Возможность получения той или иной теоремы в некоторой системе зависит от допустимых в ней аксиом и правил преобразования (последние часто называются правилами вывода в данной системе). Это позволяет утверждать, что понятие синтаксической аксиоматической системы формулируется относительно допустимых в ней аксиом и правил вывода [40; 209]. Из этого, в частности, вытекает, что процесс выведения не является абсолютным, а имеет значение только в рамках рассматриваемой аксиоматической системы.

Наряду с аксиомами и правилами вывода в построении аксиоматической системы важная роль принадлежит о п р е д е л е н и я м (правилам определений). При синтаксическом построении аксиоматической системы формулируются специальные синтаксические определения (правила определения). Их основная функция заключается во введении сокращений, т. е. замене сложных комбинаций знаков более простым выражением, включающим или состоящим целиком из нового знака. Путем такого определения новый знак вводится в данную систему. Определения отличаются от правил определения тем, что первые формулируются в рассматриваемом языке, в то время как вторые — в метаязыке. По своей функции правила определения совпадают с правилами образования.

Большой интерес представляет проблема взаимоотношений между аксиомами и определениями аксиоматической системы и ее правилами определения и правилами вывода. Легко заметить относительность различения аксиом и определений, правил определения и правил вывода. Фактически каждое определение, служащее цели сокращения и вводящее новый знак в систему, может рассматриваться как аксиома данной системы. Например, если при аксиоматическом построении исчисления высказываний в качестве исходных логических знаков принимаются «—» и « \vee », то знак импликации « \supset » может быть введен как сокращение для выражения « $p \supset q =_{\text{опр}} p \vee q$ ». Данное выражение можно рассматривать как аксиому системы.

Подобная относительность имеет место и при сопоставлении правил определения и правил вывода.

Наряду с отмеченной относительностью различения аксиом и определений, правил определения и правил вывода, имеют место их определенные содержательные особенности, позволяющие при проведении аксиоматического построения той или иной научной дисциплины выделять класс аксиом, класс определений (или правил определения) и класс правил вывода. Функциональная роль аксиом заключается в том, что на основе специально отобранного сравнительно небольшого класса предложений данной теории с помощью правил вывода можно получить все остальные предложения этой теории. В связи с этим выдвигаются и специальные содержательные требования к отбору аксиом — выделенные предложения, во-первых, должны быть достаточны для получения всех остальных предложений теории, во-вторых, они не должны в принципе определяться друг через друга и, наконец, в-третьих, это должны быть такие предложения, которые широко использовались бы в получении теорем. Область использования определенных при аксиоматическом построении значительно уже, и прежде всего на этом содержательном основании производится разделение на аксиомы и определения.

Аналогичные содержательные соображения дают возможность выделить класс правил вывода и класс правил определения. Если основной задачей правил определения является установление требований, с помощью которых в формальную систему можно ввести новые знаки, то в правилах вывода речь идет о преобразованиях выражений, допустимых в рассматриваемой системе, причем обычно преобразуемые выражения состоят из знаков, ранее введенных в эту систему. Совершенно ясно, что область приложения правил вывода значительно шире области приложения правил определения.

Аксиоматическая система должна удовлетворять ряд требований, изучение которых началось уже со второй половины XIX в., а к настоящему времени эти требования проанализированы в рамках метаматематики с необходимой математической строгостью. Прежде чем перейти к описанию основных свойств синтаксического понятия аксиоматической системы, мы должны определить ряд необходимых для дальнейшего изложения понятий.

В правилах вывода следует различать предшествующее предложение и последующее предложение. Например, в правиле

$$\frac{A}{A \supset B}$$

B

предложения, стоящие над горизонтальной чертой, являются предшествующими, а предложение, находящееся под горизонтальной чертой, — последующим.

Опираясь на различие предшествующих и последующих предложений, можно определить в выводе как последовательность предложений, каждое из которых — или аксиома или последующее предложение правила вывода, причем предшествующее предложение (предшествующие предложения) этого правила вывода имеет (-ют) место в данной последовательности. Отсюда вытекает, что предложение называется выводимым, если существует вывод, в котором оно образует конечное предложение. Все теоремы аксиоматической системы являются выводимыми предложениями.

В достаточно развитых системах, в которых имеет место оператор отрицания, определенный класс предложений получает название опровергаемых. Предложение называется опровергаемым, если его отрицание выводимо в данном формальном языке. Выводимые и опровергаемые предложения образуют класс разрешимых предложений в данной АС_{син}. Неразрешимыми предложениями называются предложения, сформулированные в терминах данного языка, т. е. являющиеся допустимыми выражениями в данной АС_{син}, но которые, однако, невыводимы и неопровергаемы в рассматриваемом языке. Неразрешимое предложение p , сформулированное в терминах данного языка АС_{син}, является независимым предложением по отношению к АС_{син}.

Введенных понятий достаточно для формулирования основных синтаксических свойств аксиоматизированных формальных систем. Таковыми являются следующие свойства¹.

1А. Синтаксическая непротиворечивость. Формальная система синтаксически непротиворечива, если в ней не являются одновременно выводимыми предложение и его отрицание.

Примером синтаксически непротиворечивой системы может служить исчисление высказываний в математической логике.

Наряду с требованием синтаксической непротиворечивости формальной системы можно сформулировать более сильное требование — синтаксической ω -непротиворечивости, из которого следует требование 1А. Ω -непротиворечивость была исследована впервые К. Гёделем [39] и А. Тарским [49]. Содержательно это требование можно описать следующим образом. Существуют такие формальные системы, в которых можно вывести, например, для произвольно выбранного арифметического предиката P бесконечную последовательность предложений, которые соответствуют следующим арифметическим высказываниям:

«ни одно целое число не обладает свойством P »;

«1 обладает свойством P »;

«2 обладает свойством P » и т. д.

¹ При изложении свойств синтаксически построенной аксиоматической системы мы главным образом опираемся на работу Ладриера [57, 35—65].

Совершенно очевидно, что среди этих высказываний некоторые являются ложными. Формальные системы, в которых нельзя вывести предложения, соответствующие только что приведенным высказываниям, называются ω -непротиворечивыми.

IV. Синтаксическая ω -непротиворечивость. Формальная система синтаксически ω -непротиворечива, если в ней не выводимы ни для какой переменной x и формулы $A(x)$ все следующие предложения:

$$A(0), A(1), A(2), \dots \overline{\forall x A(x)}.$$

Если A — любое выводимое предложение $AC_{\text{сильн}}$, не содержащее свободных переменных, то из формулирования требования ω -непротиворечивости получается формулирование требования простой непротиворечивости формальной системы.

II. Синтаксическая полнота. Следует различать два требования синтаксической полноты — полнота в сильном смысле и полнота в слабом смысле.

IIА. Формальная система синтаксически полна в сильном смысле, если все предложения, принадлежащие этой системе, выводимы или опровергаемы в ней.

IIВ. Формальная система синтаксически полна в слабом смысле, если после прибавления к ее аксиомам предложения, не выводимого в этой системе, она становится противоречивой.

Синтаксически полным в слабом смысле является исчисление высказываний.

III. Синтаксическая разрешимость. Формальная система синтаксически разрешима, если существует эффективный процесс, позволяющий решить для любого предложения $AC_{\text{сильн}}$, выводимо оно в данной системе или нет.

Синтаксическая разрешимость доказана для некоторых частных случаев исчисления предикатов первого порядка. Свойство разрешимости весьма существенно для формальных систем, особенно в плане их технического приложения. Поэтому в этой области за последние годы получено много важных результатов (работы Аккермана, Бемана, Жегалкина, Кальмара, Квайна, Сколема, Шютте и др.).

IV. Независимость аксиом $AC_{\text{сильн}}$. Система аксиом формального языка является независимой, если каждая аксиома не выводима из остальных.

Независимой системой аксиом является, например, система аксиом исчисления высказываний, используемая в книге П. С. Новикова «Элементы математической логики» [17; 75 и 115—125].

V. Простота аксиом $AC_{\text{сильн}}$. Система аксиом формального языка должна состоять, по возможности, из простых аксиом.

Совершенно естественно; что понятие простоты аксиомы является относительным. Причем простоту аксиом можно понимать двояко: 1) как простоту отдельных аксиом и 2) как простоту системы аксиом, каждая из которых не обязательно должна являться простой.

Перечисленные свойства формальных языков (или требования, предъявляемые к таким языкам) не все одинаково существенны. Наиболее существенным из указанных требований является условие непротиворечивости (или более сильное условие ω -непротиворечивости) формальной системы. Его нарушение приводит к разрушению аксиоматизируемого языка. Требование полноты имеет не менее важное значение: аксиоматизируя некоторый язык, мы должны быть уверены, что на основе выбранной системы аксиом выводимы все принадлежащие этому языку предложения. Однако и неполная теория дает важные сведения об изучаемых объектах [16; 125]. Меньшее значение имеют требования разрешимости и независимости. Однако и их нельзя рассматривать как какие-то специально технические принципы. Разрешимая система дает возможность легко «обозревать» входящие в эту систему предложения. Доказательство независимости какой-либо аксиомы, входящей в определенную систему, позволяет заменить эту аксиому ее отрицанием и на этой основе построить новую аксиоматическую формальную систему. Наименее существенным является требование простоты аксиом. Простая система аксиом может требовать более сложный процесс выведения, чем другая — более сложная система аксиом. Как и в случае требования простоты при экспликации понятий [50; 15], простота системы аксиом принимается в расчет только тогда, когда имеются две равные в других отношениях системы аксиом, из которых одна оказывается более простой.

Семантическое рассмотрение аксиоматизированного языка. Кроме синтаксического анализа аксиоматизированного языка, в рамках метаматематики возможен и второй подход к аксиоматическим системам — семантический. Синтаксически построенная аксиоматическая система, состоящая из определенным образом построенной совокупности неинтерпретированных знаков и выражений, не является собственно теорией. Для того, чтобы стать таковой, синтаксическая аксиоматическая система должна получить ту или иную интерпретацию. Проблема интерпретаций формальных систем включает в себя достаточно обширный круг вопросов. Часть из них, решаемая с помощью математических методов, составляет предмет семантического исследования. Иными словами, семантический анализ \mathcal{L}_{AC} является исследованием элементов этого языка и его структуры в зависимости от того, что могут выражать или представлять из внеязыковой действительности элементы \mathcal{L}_{AC} и

Я_{АС} в целом. Результат такого исследования выражается в семантическом понятии аксиоматической системы, которое мы в дальнейшем будем обозначать через АС_{сем}.

Семантическое рассмотрение аксиоматизированного языка или построение семантической аксиоматизированной системы невозможно без учета синтаксических свойств анализируемого языка (системы). Нарушение или неучитывание синтаксических требований приводит к потере точности и в силу этого к практической непригодности создаваемой системы. В силу этого, строя семантическую систему, мы должны добиваться как выполнения последовательного осуществления этапов аксиоматического построения, так и соблюдения основных требований, предъявляемых к синтаксически построенной аксиоматической системе.

Вместе с тем семантический анализ аксиоматически построенного языка включает ряд новых, специфических для такого подхода функций. Поскольку нас теперь не удовлетворяет рассмотрение лишь морфологических свойств искусственных языков, а интересует прежде всего то, что из внеязыковой действительности выражают элементы языка, постольку нам необходимы особые правила, указывающие, что из внеязыковой действительности представляют элементы, входящие в данную систему, и какие комбинации этих элементов можно назвать имеющими смысл и являющимися истинными, т. е. соответствующими положению дел в действительности. Иными словами, нам необходимы особые правила обозначения и правила истины.

Правила обозначения АС_{сем} указывают для всех языковых элементов рассматриваемой системы, какие стороны той или иной области действительности выражаются в них. Функция правил истинности АС_{сем} заключается в том, чтобы указать для обладающих смыслом выражений АС_{сем} те условия, при выполнении которых выражения системы становятся истинными. Таким образом, с помощью правил обозначения и истинности для АС_{сем} задается область, которая исследуется путем построения аксиоматической системы.

Было бы неправильно представлять процесс конструирования семантических систем как сводящийся к двум совершенно разным этапам: 1) собственно синтаксическому и 2) специфически семантическому, причем последний «надстраивается» над первым. В действительности процесс протекает гораздо сложнее. Акцентирование внимания на означающей функции знаков, входящих в искусственные языки, приводит к тому, что каждый этап аксиоматического построения так сказать «пронизан» учетом семантических особенностей используемых языковых знаков и выражений. Это приводит нередко к определенному изменению последовательности этапов аксиоматизации, к возможности определения ряда важных понятий аксиоматической системы (таких,

как «высказывание», «предложение» и т. д.) с учетом их содержательной стороны, а также к изменению функциональной нагрузки, которую несут на себе отдельные элементы аксиоматического построения. Последнее обстоятельство наиболее ярко проявляется на примере определений, используемых в $АС_{сем}$.

При построении $АС_{сем}$ значительно большую роль по сравнению с синтаксическими определениями играют семантические определения, которые указывают внеязыковое значение используемых в $АС_{сем}$ знаков и предложений. Их структура существенно отличается от строения синтаксических определений: приписывая знаку или предложению то или иное внеязыковое значение, мы неизбежно должны выйти за рамки плоскости знаковых образований и рассматривать одновременно как синтаксическую, так и семантическую плоскости.

Понятие семантической аксиоматической системы должно удовлетворять ряд условий, которые отличаются от условий, предъявляемых к синтаксическому понятию аксиоматической системы. Для описания свойств семантически построенного аксиоматического языка необходимо ввести ряд понятий, цель которых — уточнить взаимоотношения формальных языков и тех предметных областей, которые они могут представлять.

Важнейшим из этих понятий является понятие интерпретации формальной системы. Под интерпретацией $АС_{сем}$ будем понимать установление определенного соответствия между формальным языком и определенной предметной областью (в том числе и системой высказываний), которая может быть выражена в этом языке.

Другое важное понятие, необходимое нам в дальнейшем, — понятие модели. В литературе оно применяется в разных значениях [26]. В данном случае мы будем использовать это понятие в следующем смысле: модель есть множество элементов M , находящихся в таком соответствии с элементами формальной системы $Я_{АС}$, что: 1) предложениям системы $Я_{АС}$ соответствуют высказывания, образованные из элементов множества M ; 2) можно определить, независимо от системы $Я_{АС}$, является данное высказывание истинным или ложным; 3) предложениям, выводимым в $Я_{АС}$, соответствуют истинные высказывания в M [57; 44].

Две модели M_1 и M_2 являются изоморфными, если между их элементами существует взаимно-однозначное соответствие (каждому элементу M_1 соответствует один и только один элемент M_2 , и наоборот), причем если высказывание, образованное из элементов M_1 , истинно, то соответствующее ему высказывание, образованное из элементов M_2 , также истинно, и наоборот.

Введем еще следующие понятия. Полем интерпретации называется такое множество областей, которое дает возможность поставить в соответствие любому предложению $АС_{сем}$ вы-

сказывание, сформулированное из элементов, принадлежащих этим областям. Предложение называется значимым относительно поля интерпретации, если оно истинно в этом поле. Предложение называется значимым, если оно значимо относительно каждого возможного поля интерпретации системы. Формальная система реализуема, если она имеет по крайней мере одну модель.

Введенных понятий достаточно для формулирования основных свойств аксиоматических систем, рассматриваемых в семантическом плане. При описании семантических свойств аксиоматических систем мы опираемся на [57; 57—62].

I'. Семантическая непротиворечивость. Формальная система семантически непротиворечива, если она реализуема.

II'. Семантическая полнота.

II_A'. Абсолютная семантическая полнота. Формальная система семантически полна в абсолютном смысле, если каждое значимое предложение этой системы выводимо, и наоборот, иными словами, если каждое предложение, значимое относительно любой модели этой системы, выводимо.

II_B'. Семантическая полнота относительно определенной интерпретации. Формальная система семантически полна относительно определенной интерпретации, если каждое предложение, соответствующее истинному высказыванию в этой интерпретации, выводимо в этой системе.

III'. Семантическая разрешимость. Формальная система семантически разрешима, если может быть указан эффективный процесс, позволяющий решить для каждого предложения системы — значимо оно или нет.

IV'. Категоричность $AC_{\text{сем}}$. Это свойство формальных систем относится лишь к семантическому аспекту Y_{AC} ; аналогичное ему свойство в синтаксическом плане отсутствует.

IV_A'. Абсолютная категоричность $AC_{\text{сем}}$. Формальная система категорична в абсолютном смысле, если все ее модели изоморфны между собой.

IV_B'. Относительная категоричность $AC_{\text{сем}}$. Формальная система категорична относительно некоторого класса объектов K , которые ей принадлежат, если все модели этой системы, в которых класс K получает одну и ту же интерпретацию, изоморфны.

Сформулированные свойства I'—IV' представляют собой основные свойства аксиоматических систем, рассматриваемых в семантическом плане. Вместе с остальным материалом, содержащимся в § 2, они дают представление о методах построения и исследования аксиоматизированных языков в рамках метаматематики. Од-

нако конструирование аксиоматических языков не является самоцелью. Оно необходимо прежде всего для того, чтобы с помощью строго построенного языка можно было выразить некоторую научную дисциплину (или совокупность таковых). Вопросы о том, какие научные дисциплины (или какие их разделы) могут быть представлены в аксиоматическом виде и каким путем можно осуществить такую аксиоматизацию, являются одними из важнейших вопросов теории аксиоматического метода. Рассмотрение этих вопросов должно опираться на развернутое представление структуры аксиоматического метода, должно учитывать синтаксические и семантические свойства аксиоматизированных языков. Но к одному этому вопросу об аксиоматизации научных теорий не сводится. Решение вопроса об аксиоматизации специальных научных дисциплин требует более широкого методологического (теоретико-познавательного) подхода. В рамках такого подхода необходимо рассматривать как конкретные способы аксиоматизации знания, так и некоторые общие теоретико-познавательные проблемы аксиоматического метода. В двух последующих параграфах мы остановимся на этих двух вопросах.

§ 3. Аксиоматизация математики и нематематических наук

Вплоть до середины XIX в. были предприняты лишь отдельные попытки аксиоматического построения научных дисциплин. Это объясняется, с одной стороны, недостаточной развитостью науки, а с другой, — отсутствием математического аппарата, дающего возможность осуществить процесс аксиоматизации. Вместе с тем серьезным тормозом широкого развития исследований по аксиоматизации научного знания являлось и то понимание аксиоматического метода, которое было распространено до середины XIX в. (не был еще осуществлен переход к построению формальных аксиоматических систем). Осознание аксиоматического метода как специфического, формального способа построения научного знания сразу же вызвало многочисленные попытки представить в аксиоматической форме те или иные научные дисциплины. Процессу аксиоматизации были подвергнуты прежде всего математические дисциплины, а из них — геометрия.

Фактически первая попытка строгого аксиоматического изложения евклидовой геометрии принадлежит М. Пашу [38] (см. также [24; 19—21] и [41; гл. IV, § 11]). Аксиоматизация сравнительно узкого раздела геометрии была предпринята Д. Пеано; его важнейшая заслуга заключается в том, что при изложении анализируемой области он достиг высокой логической стройности. В один год с появлением работы Д. Гильберта «Основания геометрии» (1899) было опубликовано и исследование одного из учеников Пеано М. Пиери «Элементарная геометрия как гипотетико-

дедуктивная система». Осуществляя поставленную Пеано задачу строго аксиоматического построения науки на основе специально разработанной логической символики, Пиери предложил аксиоматику евклидовой геометрии, опирающуюся на минимум основных понятий — «точка» и «движение». В связи с таким ограничением исходных понятий система Пиери оказалась крайне громоздкой и тяжеловесной.

Как мы уже отмечали, Д. Гильберту принадлежит первая систематическая попытка современной аксиоматизации евклидовой геометрии. Его аксиоматика является предельно абстрактной. Характерны в этом отношении первые строки «Оснований геометрии»: «Мы мыслим три различные системы вещей: вещи первой системы мы называем *точками* и обозначаем A, B, C, \dots ; вещи второй системы мы называем *прямыми* и обозначаем a, b, c, \dots ; вещи третьей системы мы называем *плоскостями* и обозначаем $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ » [23; 56].

Точки, прямые и плоскости в системе Гильберта находятся в определенных соотношениях, которые обозначаются словами: «лежат», «между», «конгруэнтный», «параллельный», «непрерывный». «Точное и для математических целей полное описание этих соотношений достигается *аксиомами геометрии*» [23; 56]. Последние делятся Гильбертом на пять групп: I — аксиомы соединения (принадлежности), которые устанавливают отношения принадлежности между точками, прямыми и плоскостями; II — аксиомы порядка, устанавливающие путем использования отношения «между» порядок точек на прямой, плоскости и в пространстве; III — аксиомы конгруэнтности, которые определяют понятие конгруэнтности и тем самым понятие движения; IV — аксиома о параллельных, или аксиома Евклида, гласящая: «Пусть a — произвольная прямая, а A — точка, лежащая вне ее; в таком случае в плоскости, определяемой прямой a и точкой A , существует не более одной прямой, проходящей через точку A и не пересекающей прямую a » [23; 86], и, наконец, V — аксиомы непрерывности. Гильбертова система аксиом достаточна для выведения всех теорем евклидовой геометрии (она, следовательно, полна).

В «Основаниях геометрии» Гильберту удалось на базе формального понимания аксиоматического метода создать аксиоматику, которая, с одной стороны, соответствует важнейшим требованиям, предъявляемым в настоящее время к аксиоматически построенным дисциплинам, а с другой стороны, выражает содержание геометрии Евклида в простых и в то же время в столь изящных формах, что эта работа во многих отношениях и по сей день остается образцом аксиоматического построения научного знания.

Вместе с тем в аксиоматической системе Гильберта отсутствует ряд важных моментов, необходимых с точки зрения понимания аксиоматического метода как специальным образом формализованного языка. К этим моментам относятся, прежде всего, отсутст-

вие — наряду с аксиоматическим исчислением — логического исчисления и отсутствие символизации. Послегильбертовские работы по основаниям геометрии шли главным образом в направлении устранения этих недостатков и по пути построения аксиоматических систем, охватывающих возможно большие разделы геометрии.

Современные попытки аксиоматизации геометрии носят формализованный характер. В качестве примера подобного построения аксиоматических теорий приведем фрагмент из системы, изложенной в [37; 164—167]. Назовем эту систему ЯАСГ.

Логическим исчислением ЯАСГ служит исчисление высказываний и исчисление предикатов.

В основе аксиоматического исчисления ЯАСГ находятся:

- 1) Индивидуальные переменные трех классов — I: « x », « y », « z », « v », « w »; II: « t », « u »; III: « r », « s ».
- 2) Три исходных знака, являющихся предикатами первой ступени: « A », « In », « T ».

В ЯАСГ допустимы образования следующего вида:

A. Предикат « A » относится одновременно к двум индивидуальным переменным, одна из которых принадлежит к классу I, а вторая — к классу II (следовательно, в ЯАСГ допустимы выражения вида « Axu », « Avt », « Awu » и т. д.).

B. Предикат « In » относится одновременно к двум индивидуальным переменным, одна из которых принадлежит к классу I, а вторая — к классу III (следовательно, в ЯАСГ допустимы выражения вида « $In(x, r)$ », « $In(z, s)$ » и т. д.).

C. Предикат « T » относится одновременно к четырем индивидуальным переменным класса I (следовательно, в ЯАСГ допустимы выражения вида « $Txyvw$ », « $Txzyw$ » и т. д.).

Рассматриваемая система аксиом геометрии состоит из 20 аксиом и 5 определений. Мы приведем только часть из них:

$$A_1. \quad x \neq y \supset (\exists u) (Axi \cdot Ayu).$$

$$A_2. \quad x \neq y \cdot Axi \cdot Ayu \cdot Axt \cdot Ayt \supset u = t.$$

$$A_3. \quad (\exists x) (\exists y) (Axi \cdot Ayu \cdot x \neq y).$$

$$D_1. \quad Coll_3(x, y, z) = O_{\text{пр}}(\exists u) (Axi \cdot Ayu \cdot Azu).$$

$$D_2. \quad Coll_4(x, y, z, w) O_{\text{пр}}(\exists u) (Axi \cdot Ayu \cdot Azu \cdot Awu).$$

$$A_4. \quad (\exists x) (\exists y) (\exists z) (\sim Coll_3(x, y, z)).$$

$$A_5. \quad \sim Coll_3(x, y, z) \supset (\exists r) (In(x, r) \cdot In(y, r) \cdot In(z, r)).$$

$$A_6. \quad (\exists x) In(x, r).$$

Приведенных аксиом вполне достаточно для выявления характера современной аксиоматизации геометрии. Формулирование остальных аксиом ЯАСГ и весь последующий процесс выведения из них теорем осуществляется чисто формально, в виде построения

некоторого формализованного языка (ЯАСГ). Относительно ЯАСГ доказано, что он выполняет все основные требования, предъявляемые к аксиоматически построенным теориям. Сам ЯАСГ однако, не является какой бы то ни было научной теорией. Он — всего лишь некоторый искусственный язык, форма, отделенная от содержания. Знаки и выражения ЯАСГ начинают играть роль элементов знания только в том случае, если им приписан смысл, указано их значение. Это, в частности, может быть сделано следующим образом.

Мы условливаемся, что индивидуальные переменные класса I относятся к точкам, класса II — к прямым, класса III — к плоскостям; выражение «*Ахи*» означает: «Точка *x* лежит на прямой *и*», а выражение «*In(x, r)*»: «Точка *x* лежит на плоскости *r*»¹. В этом случае приведенные аксиомы читаются так:

A₁. Для двух различных точек существует, по крайней мере, одна прямая, на которой лежат эти точки.

A₂. Для двух различных точек существует не более одной прямой, на которой лежат эти точки.

A₃. На любой прямой существуют, по крайней мере, две различные точки.

Определения $D_1—D_2$ вводят название «*Coll₃*» (или «*Coll₄*») — для трех (или четырех) точек, лежащих на одной прямой. Термины «*Coll₃*» (и «*Coll₄*») могут быть выражены в обычном разговорном языке (например, выражением «лежащие на одной прямой»).

A₄. Существуют, по крайней мере, три точки, не лежащие на одной прямой.

A₅. Для любых трех точек, не лежащих на одной прямой, существует плоскость, в которой они лежат.

A₆. Для любой плоскости всегда существует лежащая в ней точка.

В результате проведенной интерпретации выясняется, что аксиомы 1—6 представляют собой часть аксиом первой группы аксиоматики Д. Гильберта, выраженных в формализованном языке. Посредством интерпретации формализованная аксиоматика выражает определенное знание о некоторой предметной области и является поэтому научной теорией.

Построение формализованных аксиоматических систем открывает большие возможности для удобного систематического обозрения различных разделов геометрии. Путем определенных изменений в логической или аксиоматической (или одновременно в той и другой) частях формализованной системы элементарной геометрии можно получить аксиоматические системы других разделов современной геометрии. Работами А. Тарского и его учеников установлены метаматематические методы анализа подобных систем [42; 16—96].

¹ Поскольку предикат «*T*» не использовался в аксиомах 1—6, постольку мы можем оставить его без интерпретации.

Для современного состояния исследований по аксиоматизации геометрии характерно большое разнообразие возможных точек зрения. Наряду с исследованиями по аксиоматизации элементарной геометрии, среди которых можно выделить попытки построения аксиоматических систем с возможно меньшим числом исходных отношений, например аксиоматизацию евклидовой планиметрии с одним исходным отношением $R(a, b, c)$, означающим: «тройка точек a, b, c образует при b прямой угол» [42; 8—15], в настоящее время широкое распространение получили исследования по аксиоматическому построению гиперболической, абсолютной, эллиптической, метрической дифференциальной и аффинной дифференциальной геометрий, а также попытки построения различных разделов геометрии с точки зрения топологии и теории структур. Некоторые результаты работ в этом направлении представлены на Международном симпозиуме по аксиоматическому методу, который состоялся в Калифорнийском университете в конце декабря 1957— начале января 1958 г. [42; 97—203].

С конца XIX и особенно в XX в. аксиоматизации подвергаются не только геометрия, но и другие математические дисциплины.

Первую аксиоматическую теорию действительных чисел построил Д. Гильберт в 1900 г. [23а]. Принципы построения этой системы аналогичны принципам гильбертовской аксиоматизации геометрии. Для нее характерно соединение формального и содержательного подходов. Дальнейшее развитие (главным образом под влиянием работ самого Гильберта) привело к разделению формального и содержательного подходов и к попыткам построения аксиоматической системы действительных чисел в рамках определенного формализованного языка. В частности, подобная система предложена А. Тарским [8]. Следует отметить, что как в системе Гильберта, так и в системе Тарского аксиомы не являются независимыми.

Существующие в настоящее время аксиоматические теории множеств либо базируются на аксиоматике Цермело — Френкеля [43] [44] [47], либо исходят из аксиоматических теорий, развитых Нейманом [45] и Бернайсом [46]. В основу аксиоматизации теории множеств обычно кладутся отношения принадлежности элемента множеству и отношения включения одного множества в другое. Несмотря на сравнительно широкое развитие исследований в области аксиоматизации теории множеств в настоящее время отсутствует общепринятая аксиоматическая система теории множеств, и большинство математиков считает существующие попытки аксиоматизации этой дисциплины несовершенными. Главная трудность, встающая в этой связи, касается аксиомы о существовании множества, содержащего все подмножества произвольно заданного множества.

В XX в. широкое развитие получили исследования по аксиоматизации математической логики. Для исчисления

высказываний первую аксиоматическую систему построил еще в XIX в. Г. Фреге [52]. Фреге взял в качестве исходных операций импликацию и отрицание. В основу построенной в начале XX в. Расселом и Уайтхедом [53] аксиоматической системы исчисления высказываний были положены операции отрицания и дизъюнкции. Большую работу в направлении аксиоматизации исчисления высказываний проделал Д. Гильберт. Ему принадлежит несколько аксиоматик исчисления высказываний [23 г; 367—368] [22]. Наиболее часто используемая аксиоматика исчисления высказываний, идущая от Гильберта, состоит из четырех аксиом:

- $A_1. X \vee X \supset X$
 $A_2. X \supset X \vee Y$
 $A_3. X \vee Y \supset Y \vee X$
 $A_4. (X \supset Y) \supset (Z \vee X \supset Z \vee Y)$

и двух правил вывода — правила подстановки и правила заключения (*modus ponens*).

Построены также аксиоматические системы многозначных, модальных логик, исчисления классов и ряда других разделов математической логики.

В XX в., наряду с геометрией, теорией чисел, теорией множеств и математической логикой, аксиоматизации подвергнуты также и другие разделы математики (например, топология, теория вероятностей и др.). Причем математиков в настоящее время интересует не только и не столько эффективная аксиоматизация отдельных ее областей, сколько построение общей теории моделей для аксиоматических систем [3; 6]. В этом направлении проводятся исследования А. Тарским, А. Мостовским и др. Теория аксиоматического метода здесь смыкается с проблематикой абстрактных алгебр.

Вне области математики аксиоматический метод находит также широкое применение. В области физики первой серьезной попыткой использования аксиоматического метода для построения научного знания явились, как мы уже отмечали, «Математические начала натуральной философии» И. Ньютона. «Ньютон дает в систематической форме выведение специальных эмпирических законов небесной и земной механики. С точки зрения содержания труд Ньютона имеет много ошибок, но всеобщая цель, основополагающая форма и метод образования теорий остаются такими же по сегодняшнему дню» [54; 8]. Аксиоматизация физики, предпринятая Ньютоном, носила в значительной степени содержательный характер и по принципам своего построения напоминала аксиоматическую геометрию Евклида.

В связи с переходом к формальному пониманию аксиоматического метода возникли формальные аксиоматические теории отдельных отраслей физики. Так были построены аксиоматические

теории различных разделов механики, классической термодинамики и др. Следует отметить, что формальность при построении аксиоматик определенных разделов физики выступает менее рельефно, чем в случае аксиоматизации математических дисциплин. При аксиоматическом построении того или иного раздела физики в конечном счете всегда имеют в виду одну определенную интерпретацию, т. е. ту область, которая подвергается аксиоматизации. Аксиоматизация в области физики касается прежде всего более строгого построения физических теорий, чем их чисто формального изложения.

К настоящему времени аксиоматическое построение осуществлено для ряда разделов классической механики (механики частиц, механики твердых тел и т. д.), для релятивистской кинематики и космологии, для определенных частей квантовой механики и т. д. (см. [42]).

Наряду с физикой широкие исследования по аксиоматическому представлению естественнонаучного знания проводятся в биологии. Начало этим исследованиям было положено работами Н. Раппельского и особенно Д. Вуджера [56] [56a]. В настоящее время исследования по аксиоматизации биологических дисциплин приобрели широкий размах. Здесь, впрочем как и по отношению к физике, можно наметить две линии развития. С одной стороны, проводятся исследования по аксиоматизации определенных биологических дисциплин. Например, советским ученым Ю. В. Петровым построены аксиоматические теории учения о направлениях изменения живых систем [27] [28]. С другой стороны, аксиоматизация подвергается язык биологических дисциплин. Именно в этом направлении идут работы Вуджера.

В связи с использованием аксиоматического метода для описания естественнонаучного знания встает ряд важных проблем. Прежде всего, ученым, проводящим аксиоматизацию того или иного раздела биологии или физики, приходится уделять особое внимание интерпретации построенной теории. Движение в сфере абстрактных элементов теории оказывается оправданным лишь в том случае, если определенные результаты этой теории получают непосредственную биологическую или физическую интерпретацию. При этом встают вопросы о том, сколько и каких исходных элементов необходимо непосредственно интерпретировать на исследуемую естественнонаучную область, какие элементы теории могут оставаться неинтерпретированными, каково вообще соотношение эмпирического и теоретического уровней знания. Только анализ этого круга проблем может дать окончательное решение вопроса о роли и месте аксиоматизации естественнонаучных дисциплин.

Важной проблемой, встающей в связи с аксиоматизацией естественнонаучного знания, является определение критерия выбора исходных понятий конструируемой аксиоматической системы. Если при аксиоматизации какого-либо раздела математики вопрос

об исходных понятиях системы касается лишь возможности выведения из выбранных исходных понятий всех остальных понятий и предложений аксиоматизируемой теории, то в случае построения аксиоматических теорий естественных наук особый акцент необходимо делать на возможности эмпирической фиксации исходных понятий данной теории. В частности, в связи с этим можно различать две группы аксиоматизаций механики: к первой из них принадлежат теории с кинематическими исходными понятиями (понятиями «места», «скорости», «ускорения»), а ко второй — теории с динамическими исходными понятиями (понятиями «массы», «импульса», «силы» и т. д.). Несмотря на то, что теории второй группы значительно проще по своей структуре, чем теории первой группы, их построение наталкивается на теоретико-познавательные трудности нахождения эмпирических эквивалентов для исходных динамических понятий. Во избежание подобных трудностей нередко пытаются аксиоматизировать механику только на основе кинематических понятий [42; 289—290].

Рассматривая вопрос об аксиоматизации физических теорий, ряд авторов считает, что в основе построения аксиоматических физических теорий должны лежать специфическим образом интерпретированные теоретико-множественные понятия. В этом случае процесс аксиоматизации состоит из четырех этапов. Американский логик и физик П. Суппес описывает их следующим образом. Во-первых, необходимо перечислить те теории, которые «предшествуют» аксиоматизируемой области (например, при аксиоматизации механики твердых тел в качестве «предшествующих» теорий принимаются основные разделы математики и механика частиц). Во-вторых, требуется перечисление исходных понятий аксиоматизируемой теории и их теоретико-множественная интерпретация. В-третьих, перечисляются аксиомы теории, которые дают возможность вывести все положения рассматриваемой области. Наконец, в-четвертых, требуется эмпирическая интерпретация аксиоматически построенной теории [55].

П. Суппес не делает специального ударения на логической части аксиоматически построенной физической теории, считая, по видимому, логику, используемую в физической теории, дисциплиной, «предшествующей» анализируемой теории. Ряд французских ученых (Ж.-Л. Детуш, П. Детуш-Феврие и др.) при рассмотрении проблемы структуры физической теории акцентирует свое внимание на логических принципах физических теорий. В частности, Детуш считает, что в состав физической теории входят высказывания следующих видов: 1) высказывания о результатах опытов, наблюдений; 2) высказывания, дающие определенные предвидения; 3) высказывания об абстрактных элементах, входящие в теорию и имеющие «вспомогательное» значение для элементов, обладающих физическим значением, и, наконец, 4) высказывания, устанавливающие соотношения между различными элементами

теории [59; 131]. В аксиоматической теории элементы разных видов связаны между собой определенным образом. Описывая некоторую предметную область, можно построить несколько аксиоматических теорий, отличающихся друг от друга разным набором исходных принципов. Эти теории могут быть полностью или частично адекватными анализируемой предметной области. В науке постоянно встает задача объединения частных теорий. В том случае, если среди множества истинных предложений двух частных теорий нет противоречащих друг другу, задача объединения теорий решается путем суммирования исходных принципов первой и второй теории и вычеркивания лишних. Если же в одной из частных теорий содержится хотя бы одно истинное предложение, отрицание которого доказано в другой частной теории, то простая процедура объединения исходных принципов двух теорий не может быть применена в этом случае. По мнению Детуша, методом, позволяющим объединить две частные теории в этом случае, является модификация логики, используемой в рассматриваемых теориях. Речь идет об изменении правил определения и правил вывода. Это изменение, по Детушу, состоит в «ослаблении» применяемой логики, т. е. в отказе использовать в некоторой теоретической области ряд логических принципов (обычно закона исключенного третьего) [59; 132—140]. Систематическое исследование логических основ физических теорий проведено в работах П. Детуш-Феврие [60].

В этих работах затронут важный вопрос о логике, используемой в той или иной физической теории. Четкое представление логических принципов физики — необходимый элемент решения проблемы аксиоматизации физических теорий. Эти вопросы пока еще весьма далеки от окончательного разрешения. Работы же указанных авторов, не свободные от ложных философских утверждений¹, в лучшем случае могут рассматриваться как первые шаги в исследовании указанной проблемы.

В исследованиях по аксиоматизации физических теорий широкое распространение в тридцатые — сороковые годы получили попытки представления в аксиоматической форме не предметного содержания физических теорий, а языка физики. Эти попытки тесно связаны с направлениями логицизма и формализма в обосновании математики и их теоретическим осознанием в философии логического позитивизма (Р. Карнап, Г. Рейхенбах и др.). Если сама тенденция строгого построения языка физики не встречает каких-либо возражений, то та ее реализация, которая предложена в работах неопозитивистов, не выдерживает никакой критики. Стремление построить логику науки, базирующуюся на непосредственно данных чувственных переживаниях и сведения всего

¹ Обстоятельная критика идеалистических положений Детуш-Феврие дана в марксистской философской литературе.

остального знания к этой чувственной основе по принципам математической логики обнаружило свою полную несостоятельность в ходе эволюции самого неопозитивизма¹. Это, в частности, означает, что язык физики не может быть рационально реконструирован на основе выдвинутых неопозитивистами принципов. Необходимо указать также на то, что попытка аксиоматизировать язык физики без явного учета предметного содержания анализируемых теорий создает слишком узкие рамки для выражения содержания физического знания.

Вопрос о применимости аксиоматического метода в нематематических науках тесно связан с вопросом о возможности использования в этих дисциплинах математических методов вообще. Если в какой-либо дисциплине начинают широко использоваться математические методы, то совершенно неизбежно наступает момент в развитии этой дисциплины, когда актуальной становится проблема ее аксиоматизации. Так было с определенными разделами физики и биологии. Можно с уверенностью сказать, что, например, для биологических теорий, рассматривающих живой организм как «открытую систему», постоянно обменивающуюся с внешней средой веществом и энергией, и выражающих закономерности функционирования «открытых систем» с помощью математических методов [21], в ближайшее время будет поставлен вопрос об их аксиоматизации. Подобный вопрос уже поставлен по отношению к определенным разделам лингвистики, математической экономики, медицины, социологии и некоторых других наук.

§ 4. Границы применимости аксиоматического метода

Успехи по аксиоматизации научных дисциплин породили мнение о неограниченной применимости аксиоматического метода в науке. Аксиоматический метод иногда рассматривается как метод построения научного знания вообще. Обычно этот тезис обосновывается следующим образом: наука есть рассуждение, рассуждение есть математика, следовательно, наука есть математика, причем математика отождествляется с аксиоматически построенным исчислением [29; 112]. Ошибочность этой аргументации легко обнаружить: если еще в каких-то пределах мы можем отождествить науку с рассуждением, то ложность посылки «рассуждение есть математика» не вызывает никаких сомнений. На самом же деле процесс аксиоматизации имеет свои пределы, свои границы, за рамки которых аксиоматически построенные дисциплины выйти не в состоянии.

¹ Этот вопрос подробно рассмотрен в опубликованной в настоящем сборнике статье В. С. Швырева «Неопозитивистская концепция эмпирического значения и логический анализ научного знания».

Анализ границ применимости аксиоматического метода может проводиться в двух планах: метаматематическом и теоретико-познавательном. В плане метаматематики выясняются пределы процесса получения из некоторых предложений, взятых в качестве аксиом, других предложений, а также возможности иного (не-аксиоматического) способа организации языковых выражений. В теоретико-познавательном плане анализ затрагивает прежде всего вопросы о возможностях выражения в аксиоматической форме содержания научного знания, о способах мышления, соответствующих аксиоматическому способу построения научных дисциплин, и т. д.

Остановимся сначала на метаматематическом анализе границ применимости аксиоматического метода. В этом плане чрезвычайно важную роль сыграла уже упоминавшаяся нами теорема К. Гёделя о принципиальной неполноте достаточно развитых формальных систем, согласно которой в формальной системе типа «Principia Mathematica» можно сформулировать такое выражение, которое, являясь предложением данной системы, недоказуемо в ней, как недоказуемо в ней и его отрицание. Таким образом, сам процесс развертывания аксиоматически конструируемой системы не дает возможности получать в ходе этого процесса все предложения, которые могут быть сформулированы в терминах данной системы. Отсюда следует крах иллюзий о создании «всеобщей аксиоматической системы». Оказывается невозможным построение аксиоматической системы не только для всей математики, но и для ее отдельных разделов, например арифметики.

Результат, полученный Гёделем, привел к существенному переосмыслению роли и возможностей аксиоматического построения знания. Попытки обоснования математики путем построения неинтерпретированного языка, формализующего всю обычную математику, в настоящее время считаются бесперспективными (см. [3; 26—27]). Исследования по аксиоматизации математики касаются главным образом лишь определенных ее разделов. Именно в таком направлении проводятся работы по аксиоматизации геометрии, теории чисел, топологии, математической логики, теории вероятностей и т. д.

Принципиальная невозможность востроения всеобщей аксиоматической системы математики ни в коем случае не означает бесплодность исследований по аксиоматизации ее отдельных разделов. Мы останавливались на преимуществах, которые несет с собой аксиоматическое представление научной дисциплины. И даже в том случае, когда существует много возможных путей аксиоматизации и отсутствует критерий выбора более перспективного (не говоря уже об оптимальном) способа — таково положение, например, с проблемой аксиоматизации геометрии в настоящее время, — исследования по аксиоматическому выражению

определенных разделов математики отнюдь не становятся суточно фрагментарными и частными.

Чрезвычайно характерным для современных представлений о роли аксиоматизации в математике является точка зрения, защищаемая группой французских математиков, выступающих под псевдонимом Н. Бурбаки. По мнению Н. Бурбаки, задача упорядочения языка математики и уточнения его синтаксиса является очень полезным делом, но она составляет лишь «одну из сторон аксиоматического метода, которую следует назвать *логическим формализмом* (или, как еще говорят, «логистикой»). Но — и мы настаиваем на этом — *и это только одна сторона* и притом наименее интересная» [30; 101—102]. Суть аксиоматического метода, по Н. Бурбаки, состоит в упорядочении элементов анализируемых предметных областей.

Фактически здесь Н. Бурбаки переходит уже к теоретико-познавательному анализу аксиоматического метода. Прежде чем рассматривать эту сторону вопроса, мы кратко остановимся еще на одной проблеме, связанной с исследованием аксиоматического метода в метаматематическом плане. Речь идет о возможности иной, нежели аксиоматическая, формы построения математического знания.

Аксиоматический метод исходит из возможности определения всех понятий некоторой системы из исходных неопределяемых в данной системе понятий путем применения правил определения и доказательства всех предложений теорий из аксиом, т. е. недоказуемых в данной системе предложений, на основе особых правил вывода. Развитие исследований по основаниям математики в XX в. — прежде всего в работах Гильберта, Брауера, Гейтинга, Клини, Мостовского, Лоренцева, Петер, Маркова, Колмогорова, Шанина и др. — поставило сначала под сомнение всеобщность свойственной аксиоматическому методу процедуры построения математического знания, а затем доказало возможность построения математики на иных основаниях. Результатом этих исследований явилось то, что в настоящее время носит название «конструктивной (оперативной) логики и математики», «конструктивного (оперативного, генетического) способа построения научных теорий». Общую характеристику генетического (конструктивного) способа построения теорий можно найти в помещенной в данном сборнике статье В. А. Смирнова «Генетический способ построения научной теории». В интересующем же нас плане мы отметим лишь одну сторону конструктивного метода.

В противоположность аксиоматическому методу конструктивное построение научной теории исходит из принципиальной возможности вводить новые понятия и доказывать предложения теории, не базирясь при этом на неопределяемых исходных понятиях и недоказуемых исходных предложениях. Основой такого

понимания является теоретическое осмысление структуры и индуктивного (рекурсивного) определения. В отличие от эксплицитного определения, дающего однозначное установление понятий на основе не определяемых в данной системе понятий, индуктивное определение представляет собой некоторую систему утверждений, которая, во-первых, достаточна для установления смысла определяемого понятия и, во-вторых, не сводит определяемое понятие к другим понятиям. Например, индуктивное определение отношения порядка, символизируемое путем $<$, для исходных чисел $|$, $||$, $|||$, ... дается системой утверждений (1) — (2):

$$(1) \quad m < n |$$

$$(2) \quad m < n \rightarrow m < n |.$$

Утверждения (1) — (2) устанавливают, когда можно утверждать, что m предшествует n , причем это установление не ссылается на какие-то исходные отношения или понятия.

Рассматривая индуктивное определение (1) — (2) не как определение отношения $<$, а как определение класса высказываний $m < n$, мы приходим к пониманию индуктивного определения как особого исчисления, специфичного для конструктивизма и не сводящегося к исходным недоказуемым предложениям [58; 169—177]. Следовательно, генетический (конструктивный) способ построения научной теории отличен от аксиоматического в принципиально важных моментах.

Итак, проводимый в рамках метаматематики анализ возможностей аксиоматического метода приводит нас к следующим выводам. Во-первых, из теоремы Гёделя непосредственно вытекает невозможность представления всей математики в единой аксиоматической системе. Во-вторых, наряду с аксиоматическим способом построения научных дисциплин возможен и широко применяется в современной математике иной способ построения теорий — конструктивный (генетический).

Отмеченные ограниченности аксиоматического метода нельзя рассматривать как основания для «изгнания» этого метода из науки. Знание ограничений возможностей аксиоматизации является аргументом лишь против попыток представления ее единственно возможным методом построения научного знания. С учетом указанных ограничений аксиоматический метод является важным инструментом развития и построения науки вообще, математических дисциплин в особенности.

Перейдем к теоретико-познавательному рассмотрению вопроса о границах применимости аксиоматического метода. Широкое развитие метаматематики, приводящей к математически строгим результатам, несколько уменьшило в последние 20—30 лет внимание к гносеологическому осмыслению аксиоматического метода. Тем не менее, даже среди зарубежных логиков интерес к этим

проблемам никогда не исчезал. Буквально в последние два-три года появилось несколько работ, специально посвященных теоретико-познавательному рассмотрению аксиоматического метода.

Первой из них является работа польского логика К. Айдукевича «Аксиоматические системы с методологической точки зрения» [40]. Айдукевич считает, что аксиоматические системы являются объектом изучения двух наук — метаматематики, т. е. определенного раздела математической логики, и традиционной методологии науки, т. е. особой главы логики, тесно связанной с философской теорией познания [40; 205]. В метаматематическом плане аксиоматическая система представляет собой, по Айдукевичу, систему высказываний, рассматриваемых вне отношения к ним человека. Результаты исследования в этом направлении выражаются в понятиях синтаксической и семантической аксиоматических систем и анализе взаимоотношений между их элементами. Методология науки, с точки зрения Айдукевича, исследует роль человека, использующего высказывания, отражающие реальность [40; 205]; она рассматривает поведение человека, оценивая его и формулируя относительно него определенные нормы [40; 205—207].

Методология науки, таким образом, сводится Айдукевичем к прагматике. В силу этого рассматриваемое в методологии понятие аксиоматической системы в прагматическом смысле для личности X определяется как множество высказываний, которое, во-первых, является аксиоматической системой в синтаксическом смысле по отношению к некоторым правилам вывода, во-вторых, эти правила вывода всегда приводят от истинных высказываний к истинным высказываниям, в-третьих, личность X , строящая данную систему, настолько осознает эти правила, что, признавая истинными некоторые высказывания, она признает истинными их преобразования согласно указанным правилам вывода, и, в-четвертых, эта личность строит и развивает рассматриваемую систему путем формулирования аксиом и выведения следствий из них [40; 210].

В соответствии с приведенным определением прагматического понятия аксиоматической системы для Айдукевича важнейшим в методологическом плане является анализ аксиоматических систем с точки зрения того, какие элементы такой системы и когда принимаются некоторой личностью. В результате выясняется, что в зависимости от того, принимает (утверждает) ли некоторая личность аксиомы и теоремы аксиоматической системы или относится к ним нейтрально, аксиоматические системы делятся на утверждаемые (принимаемые, ассертивные) и нейтральные. Первые, в свою очередь, делятся на ассертивно-дедуктивные (сначала утверждаются аксиомы) и ассертивно-редуктивные (сначала утверждаются теоремы) [40; 210—211]. Весь методологический анализ аксиоматических систем проводится Айдукевичем в рамках введенных таким образом понятий.

Положительно оценивая общую направленность работы Айдукевича на теоретико-познавательное исследование аксиоматических систем, мы, однако, считаем, что очерченные им рамки методологии науки (применительно к аксиоматическим системам) являются предельно узкими. Нельзя, конечно, отрицать возможность исследования форм отношения человека к определенным высказываниям. На этом пути можно прийти к некоторым результатам относительно специфики строения математических и естественных наук. Но поведение человека является лишь внешней характеристикой разных форм его деятельности (прежде всего, мыслительной). На основании одного анализа поведения вскрыть закономерности научного мышления, безусловно, невозможно. Поскольку именно последняя проблема является специфической для методологии науки, постольку ограничение ее задач исследованием одной прагматики выступает как недопустимое сужение рассматриваемого вопроса.

Значительно более широкий теоретико-познавательный аспект аксиоматических систем исследует в своих работах известный современный психолог и логик Жан Пиаже (см. например [61] [62] [63]). Оценка аксиоматического метода дается им в рамках «генетической эпистемологии» — теоретико-познавательной концепции, основанной на генетическом и операциональном принципах. Интеллект, с точки зрения Пиаже, есть множество операций, т. е. интериоризованных внешних предметных действий, обладающих системным и обратимым характером. В то время как задача психологии состоит в том, чтобы выяснить становление и формы реальных операций и действий мышления, логика, представленная в аксиоматическом виде, должна дать формальную теорию операций мышления. Выступая против антипсихологизма, широко распространенного в современной логике, Пиаже усматривает основную задачу логики в установлении схем, которые соответствуют формам равновесия реальных операций мышления [62; 130, 135] (см. также [21a]).

Аксиоматический метод, являющийся, по мнению Пиаже, специфическим методом организации логического и математического знания, представляет собой лишь одну из возможных форм построения научных теорий. В своих исследованиях Пиаже подробно показывает, как можно рассматривать логику с иной, а именно — оперативной точки зрения.

Пиаже утверждает примат генетического (оперативного) метода над аксиоматическим, понимая под этим, во-первых, что исследуемые генетическим способом операции мышления являются с психологической точки зрения более фундаментальной реальностью, нежели аксиоматические системы [61; 25—26], и, во-вторых, что аксиоматическое рассмотрение недостаточно для разрешения эпистемологических проблем и что для этого требуется оперативный подход [61; 42].

Теоретико-познавательный анализ аксиоматики, проводимый Пиаже, содержит, бесспорно, ряд правильных положений. К ним относятся, прежде всего, оперативное и генетическое понимание процесса мышления, стремление выяснить оперативные структуры, лежащие в основе аксиоматизированной логики, и вытекающее из этого понимание аксиоматического метода лишь как одной из форм (а не единственной) построения знания. Пиаже, на наш взгляд, правильно отмечает и некоторые ограниченности аксиоматического метода, в частности недостаточность его для решения теоретико-познавательных проблем. Вместе с тем анализ аксиоматического метода, предпринятый Пиаже, нас не может полностью удовлетворить. Для Пиаже фактически оказывается несущественным различие между формой и содержанием знания, во всяком случае эта сторона дела выпадает из его рассмотрения. Между тем именно эти категории играют чрезвычайно важную роль при теоретико-познавательном анализе аксиоматического метода. Это происходит не только потому, что при любом исследовании знания анализу взаимоотношений между его формой и содержанием принадлежит ведущая роль, но прежде всего потому, что в ходе эволюции, которую претерпело понимание аксиоматического метода, произошло резкое отделение формального аспекта знания от его содержательной стороны.

При определении понятий форма и содержание научного знания мы исходим из того значения этих категорий, которое использовал Карл Маркс при анализе стоимости. Маркс, рассматривая меновую стоимость, устанавливает, что, например, один квартал пшеницы может обмениваться на x сапожной ваксы, или на y шелка, или на z золота и т. д. Отсюда следует вывод, «во-первых, что различные меновые стоимости одного и того же товара выражают нечто одинаковое и, во-вторых, что меновая стоимость вообще может быть лишь способом выражения, лишь «формой проявления» какого-то отличного от нее содержания» [1; 43].

Таким образом, стоимость и меновая стоимость находятся в отношении содержания и формы. Непосредственно дано лишь меновое отношение, но в нем проявляется содержание — стоимость, а само меновое отношение выступает как «необходимый способ выражения стоимости», «необходимая форма ее проявления» [1; 45].

Установив подобную зависимость между меновой стоимостью и стоимостью, Маркс в дальнейшем при анализе экономической структуры капиталистического общества неоднократно обращается к этой зависимости, указывает пути анализа содержания и формы, разрабатывает специальные методы исследований — «движение от формы к содержанию» и «движение от содержания к форме» и т. д.¹ Для теоретического воспроизведения столь сложного пред-

¹ Подробный анализ этого вопроса имеется в диссертации А. А. Зиновьева [25].

мета исследования, каким является экономика капитализма, категории «форма» и «содержание» оказываются одними из важнейших. С их помощью Марксу удается установить как определенные зависимости объективной структуры исследуемого предмета, так и выяснить принципы описания в мышлении анализируемого предмета.

Определенные таким образом категории «форма» и «содержание» можно использовать при анализе научного знания, которое представляет собой, как и исследованная Марксом экономическая структура капиталистического общества, сложный объект с множеством взаимозависимостей между его элементами.

Научное знание есть результат мыслительной деятельности. Процесс мышления и его результаты выражаются в языке. В силу этого в структуру научного знания входят в качестве одного из его компонентов языковые выражения. Знаки языка сами по себе не устанавливают никакой зависимости между элементами объективной действительности, они лишь выражают эту зависимость. И в этом смысле знаки языка есть форма выражения определенного содержания, в данном случае содержания мышления. Наглядно эту зависимость можно выразить так:

объективное содержание связь значения знаковая форма

Эта схема¹ фиксирует строение знания с интересующей нас стороны, т. е. со стороны соотношения его формы и содержания.

Процесс мышления представляет собой особую специфическую деятельность человека, вырастающую из и на основе актов трудовой деятельности и дающую возможность познавать (адекватно отображать) окружающую человека действительность. По мере усложнения специфической мыслительной деятельности происходит изменение как предметов, подпадающих под анализ, так и элементов мыслительного акта, т. е. типа и структуры объективного содержания, связи значения и строения знаковой формы. В связи с этим анализ мыслительной деятельности предполагает исследование, по крайней мере, трех типов действий, совершаемых человеком, а именно: 1) действий с объектами или со знаками, выступающими в роли заместителей объектов (посредством этих действий выделяются специфические особенности исследуемого объективного содержания); 2) действий, устанавливающих связь значения между элементами объективного содержания и элементами знаковой формы, и, наконец, 3) чисто формальных действий, осуществляемых в пределах знаковой формы. Только совместный анализ указанных типов действий дает возможность вскрыть структуру мыслительной деятельности [13] [13а].

Таким образом, исследование научного знания предполагает осуществление двух существенно различных «движений» — в пла-

¹ Подробный анализ ее см. в работах Г. П. Щедровицкого [13], [13а], [14].

не содержания знания и в плане его формы. С методологической точки зрения исследования такого рода являются чрезвычайно сложными, и они становятся возможными лишь при условии разработки методологии анализа структурных (системных) предметов разного типа [25] [14] [21]. Хотя исторически эта задача была поставлена давно (во всяком случае, на заре нового времени она осознавалась как в ряде областей науки, так и в философии), действительно актуальной она стала лишь начиная с середины XIX в. в связи с прогрессирующим усложнением подвергаемых исследованию предметов. Важнейшая заслуга в ее теоретическом осознании принадлежит К. Марксу, который проанализировал систему экономических отношений капиталистического общества и не только построил теорию экономики капитализма, но и сформулировал основные методологические принципы исследований подобного рода (метод восхождения от абстрактного к конкретному, приемы анализа «простых» и «сложных» зависимостей системы, методы анализа закона «в чистом виде» и его модификаций, пути исследования «одновременно данных» и «разновременных элементов» системы и т. д.).

Детальное развитие проблем методологии системного исследования, освоение и конкретное применение этих методов в специальных науках — сложный и длительный процесс, который еще в значительной степени должен быть пройден. В конце XIX и в XX в. в науках, имеющих дело с достаточно сложными предметами исследования (к их числу относится и процесс мышления), в подавляющем большинстве случаев методы системного анализа не использовались. Что касается исследования процесса мышления, то такой направленности анализа «способствовали» некоторые особенности рассматриваемого предмета.

Внешне мышление выступает перед исследователем в виде определенного набора связанных друг с другом предложений и их элементов. Простейший анализ убеждает в том, что «смысл» языковых выражений, во всяком случае в какой-то своей части, определяется местом, которое занимает исследуемое выражение в данном контексте, и теми связями, которые существуют между ним и другими элементами рассматриваемого текста. Конечно, никакой анализ языкового мышления не может ограничиться рассмотрением только его знаковой формы, но отмеченное выше обстоятельство делает возможным обойтись — в каких-то пределах — без специального анализа содержательной стороны языковых выражений. Если же учесть, что попытки анализа природы внеязыкового значения сразу же натолкнулись на чрезвычайные трудности (прежде всего в связи с определением «общего» в значении языковых выражений) и что исследуемые «отрезки» языкового мышления, как правило, хорошо понятны, то легко получает объяснение тот путь, по которому исторически пошло исследование языкового мышления.

Начиная с Аристотеля, в логике анализировали языковое мышление только в плане его знаковой формы. Такой путь исследования теоретически обосновывался принципом параллелизма формы и содержания мышления. Исследование языкового мышления только в плане его знаковой формы опиралось, с одной стороны, на понимание (без специального анализа) значения элементов языка, а с другой стороны, базировалось на предположении, во-первых, что каждому элементу знаковой формы соответствует строго определенный субстанциальный элемент содержания, и, во-вторых, что способ связи элементов содержания в какие-либо комплексы в точности соответствует способу связи элементов знаковой формы (два последних момента выражают существо принципа параллелизма формы и содержания мышления) [14].

Указанный принцип предопределяет характер анализа процесса мышления в формальной, в том числе и математической логике. Одновременно он определяет и специфику методологических средств, построенных на базе формальной логики. В силу этого принцип параллелизма формы и содержания мышления обычно выступает в качестве основы конструирования аксиоматических систем и теоретического осмысления строения аксиоматического метода.

Ход исторического развития представлений об аксиоматическом методе привел к пониманию аксиоматики как определенным образом организованного языка. В таком понимании находит свое выражение ограничение анализа языкового мышления исследованием только его знаковой формой. Подобное исследование, рассматривающее прежде всего взаимоотношения между элементами знаковой формы, охватывает и определенные стороны отношений между содержаниями анализируемых выражений. Это фиксируется, в частности, в семантическом понятии аксиоматической системы, которое наряду с синтаксическим понятием аксиоматической системы характеризует специфику современного понимания аксиоматического метода. При этом главенствующая роль все же принадлежит — и это осознается и обосновывается теоретически — синтаксическому анализу.

Задача семантического исследования аксиоматических систем состоит, по существу, в реконструировании области содержания, элементы которой и отношения между ними полностью изоморфны элементам и отношениям знаковой формы. Фактически это реконструирование является не чем иным, как дублированием элементов формы и их отношений, иначе говоря, строение плоскости содержания при данном направлении исследования языкового мышления есть лишь воспроизведение строения плоскости знаковой формы. Отсутствует специальный анализ природы значения (содержания) языковых выражений. Общее понимание смысла языкового текста — исходный и конечный пункты анализа содержа-

тельной стороны знаковой формы при таком направлении исследований.

Прямым следствием изложенного понимания аксиоматического метода является вывод о том, что совокупность всевозможных комбинаций элементов знаковой формы полностью предопределяет возможность выражения научного знания в аксиоматической форме. Иными словами, если содержание знания, выраженного в аксиоматических системах, является лишь дублированием элементов формы и их взаимоотношений, то совокупность допустимых комбинаций элементов формы выделяет из плоскости содержания лишь некоторую весьма ограниченную область, изоморфную строению плоскости формы. Аксиоматическая организация плоскости формы знания существенно ограничивает как допустимые комбинации элементов знаковой формы, так и изоморфные им сочетания элементов содержания знания. Это обстоятельство свидетельствует о *принципиальной ограниченности аксиоматического способа построения научного знания. Поскольку при аксиоматизации не проводится специальное исследование природы значения используемых языковых выражений и их взаимоотношений в содержательной плоскости знания, постольку при таком исследовании вскрываются лишь частные стороны содержания знания (только некоторые его аспекты, а не сущность).*

Применительно к процессам аксиоматического построения конкретных научных дисциплин это означает, в частности, следующее. Аксиоматизация математического знания, представляющего собой одну из простейших форм человеческого знания, в которой роль эмпирического фактора сведена до минимума, может быть осуществлена в очень широких пределах. Этому способствует, в частности, и то обстоятельство, что опирающееся на принцип параллелизма формы и содержания мышления исследование содержания математического знания охватывает его в значительно более широких пределах, чем в случае аксиоматизации нематематических дисциплин. В силу этого аксиоматический метод выступает в настоящее время как один из наиболее распространенных методов построения математического знания. Тот факт, что этот метод не является единственным даже в области математики, доказывается широким развитием исследований по конструктивному (генетическому) построению математического знания.

В области нематематических наук сфера применимости аксиоматического метода значительно уже. Это определяется, конечно, не тем, что построенные в настоящее время аксиоматические теории отдельных разделов физики, биологии, ряда общественных наук и т. д. являются еще, по общему признанию, весьма несовершенными. Причина ограниченных возможностей использования аксиоматики при построении нематематических наук состоит в ином: прежде всего в том, что лежащий в основе современных

представлений об аксиоматическом методе принцип параллелизма формы и содержания мышления в данном случае дает возможность «охватить» лишь весьма незначительные области содержания знания. Существенная роль эмпирических компонентов в нематематическом знании столь значительно усложняет взаимоотношения между элементами содержания и его общую структуру, что оно почти полностью остается нераскрытым в случае реконструирования содержания знания путем простого дублирования строения знаковой формы. В силу этого аксиоматический метод выступает в случае нематематического знания как частный, весьма ограниченный метод и играет подсобную роль.

В связи с этим неизбежно возникает следующий вопрос: как можно объяснить, с этой точки зрения, переживаемый современной наукой процесс интенсивной математизации и аксиоматизации знания? Математизация и аксиоматизация знания приносят точность употребления понятий и строгость рассуждения, которую ранее эмпирические по своему происхождению науки не имели. Отсюда вытекает определенное прогрессивное значение аксиоматического построения нематематических наук. Это — неоспоримый факт. Но осуществляя и анализируя этот процесс, ни в коем случае нельзя упускать из виду принципиальные ограниченности аксиоматического метода. Поэтому все попытки усовершенствования аксиоматических теорий нематематического знания — в определенных рамках весьма плодотворные, имеющие нередко большую практическую пользу — в состоянии решить лишь некоторые частные задачи и по своему существу должны рассматриваться лишь как подготовительные ступени для такой организации научного знания, которая адекватно выражала бы его специфические особенности, т. е. прежде всего давала бы возможность действительного воспроизведения содержательной стороны знания.

Вполне понятно, что изложенное теоретико-познавательное истолкование аксиоматического метода носит еще чрезвычайно общий характер и требует детализации и конкретизации. Необходимо, в частности, специальное исследование аксиоматического метода с точки зрения допустимых в его рамках специфических путей анализа содержательных элементов знания (при проведении такого анализа большое внимание должно быть уделено исследованию первых попыток аксиоматизации знания, носящих содержательный характер). Требуется также выяснить специфику формального содержания, которым обладают элементы знаковой формы при их аксиоматической организации. Развитие исследований в этом направлении даст возможность построить детальное теоретико-познавательное истолкование аксиоматического метода и на этой основе внести необходимые уточнения как в его внутреннюю структуру, так и в решение вопроса о его возможностях и границах.

1. К. Маркс. Капитал, т. I. М., Госполитиздат, 1949.
2. А. С. Ахманов. Логическое учение Аристотеля. «Ученые записки МОПИ», т. XXIV. М., 1953.
3. А. Мостовский. Современное состояние исследований по основаниям математики. «Успехи математических наук», 1954, т. IX, вып. 3(61).
4. П. К. Рашевский. Геометрия и ее аксиоматика. «Математическое просвещение», № 5, 1960.
5. В. Ф. Каган. Основания геометрии, т. II. Одесса, 1907.
6. В. Бляшке. Греческая наглядная геометрия. «Математическое просвещение», № 2, 1957.
7. М. Я. Выгодский. «Начала» Евклида. «Историко-математическое исследование», вып. I. М., 1948.
8. А. Тарский. Введение в логику и методологию дедуктивных наук. М., ИЛ, 1948.
9. В. Ф. Каган. Основания геометрии, т. I. М.—Л., 1949.
10. В. Молодши. Был ли Евклид последователем Платона? «Историко-математические исследования», вып. II. М., 1949.
11. Л. Е. Майстров. О статье М. Я. Выгодского: «Начала Евклида». «Историко-математические исследования», вып. II. М., 1949.
12. С. А. Яновская. Из истории аксиоматики. «Историко-математические исследования», вып. XI. М., 1958.
13. Г. П. Щедровицкий. «Языковое мышление» и его анализ. «Вопросы языкознания», 1957, № 1.
- 13а. Г. П. Щедровицкий. О строении атрибутивного знания. Сообщения I—V. «Доклады АПН РСФСР», 1958, №№ 1, 4; 1959, №№ 1, 2, 4.
14. Г. П. Щедровицкий, Н. Г. Алексеев. Принципы параллелизма формы и содержания мышления» и его значение для традиционных логических и психологических исследований. Сообщения I—II. «Доклады АПН РСФСР», 1960, №№ 2, 4.
15. Д. Д. Мордухай-Болтовский. Комментарии к «Началам Евклида». «Начала Евклида». Книги I—VI. М.—Л., 1948.
16. А. С. Есенин-Вольпин. Об аксиоматическом методе. «Вопросы философии», 1959, № 7.
17. П. С. Новиков. Элементы математической логики. М., Физматгиз, 1959.
18. С. К. Клини. Введение в метаматематику. М., ИЛ, 1957.
19. А. Гейтинг. Обзор исследований по основаниям математики. М.—Л., 1936.
20. Я. Лукасевич. Аристотелевская силлогистика с точки зрения современной формальной логики. М., ИЛ, 1959.
21. В. А. Лекторский, В. Н. Садовский. О принципах исследования систем. «Вопросы философии», 1960, № 8.
- 21а. В. А. Лекторский, В. Н. Садовский. Основные идеи «генетической эпистемологии» Жана Пиаже. «Вопросы психологии», 1961, № 4.
22. Д. Гильберт, В. Аккерман. Основы теоретической логики. М., ИЛ, 1947.
23. Д. Гильберт. Основания геометрии. М.—Л., Гостехиздат, 1948.
- 23а. Д. Гильберт. О понятии числа. В [23; 315—321].
- 23б. Д. Гильберт. Об обосновании логики и арифметики. В [23; 322—337].
- 23в. Д. Гильберт. О бесконечном. В [23; 338—364].
- 23г. Д. Гильберт. Обоснования математики. В [23; 365—388].
24. П. К. Рашевский. «Основания геометрии» Гильберта и их место в историческом развитии вопроса. В [23; 7—52].
25. А. А. Зиновьев. Метод восхождения от абстрактного к конкретному на материале «Капитала» К. Маркса. Диссертация. М., МГУ, 1954.

26. А. А. Зиновьев, И. И. Ревзин. Логическая модель как средство научного познания. «Вопросы философии», 1960, № 1.
27. Ю. В. Петров. Аксиоматический метод в некоторых теориях эволюционной морфологии. «Вопросы философии», 1959, № 7.
28. Ю. П. Петров. Значение аксиоматического метода в учении о направлениях изменений живых систем. «Применение логики в науке и технике». М., Изд-во АН СССР, 1960.
29. М. Стоун. Математика и будущее науки. «Математическое просвещение», № 4, 1959.
30. Н. Бурбаки. Архитектура математики. «Математическое просвещение», № 5, 1960.
31. H. Scholz. Die Axiomatik der Alten. «Blätter für Deutsche Philosophie», 4, 1930, H. 3/4, S. 259—278.
32. E. W. Beth. The prehistory of research into foundations. «British Journal for the Philosophy of Science», vol. III, № 9, 1952, pp. 58—87.
33. E. W. Beth. Les fondements logiques des mathématiques. 2 ed., Paris, Louvain, 1955.
34. I. M. Bochenski. Formale Logik. München/Freiburg, 1956.
35. H. G. Apostle. Methodological Superiority of Aristotle over Euclid. «Philosophy of Science», 25, 1958, № 2, pp. 131—134.
36. J. Porte. La méthode formelle en mathématique. «La Méthode dans les sciences modernes». Numero hors serie de «Travail et Methodes». Paris, 1958.
37. R. Carnap. Einführung in die symbolische Logik mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendungen. Wien, 1954.
38. M. Pasch. Vorlesungen über neuere Geometrie. 2 Auflage. Berlin, 1926.
39. K. Gödel. Über unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme. «Monatshefte für Mathematik und Physik», Bd. 38, 1934, S. 173—198.
40. K. Ajdukiewicz. The Axiomatic Systems from the Methodological Point of View. «Studia logica», t. IX, 1960, pp. 205—216.
41. O. Becker. Grundlagen der Mathematik in geschichtlicher Entwicklung. Freiburg/München, Karl Alber, 1954.
42. The Axiomatic Method with special Reference to Geometry and Physics. Proceedings of an International Symposium held at the University of California, Berkeley, December 26, 1957—January 4, 1958. Ed. by L. Henkin, P. Suppes and A. Tarski. Amsterdam, North-Nolland, 1959.
43. F. Zermelo. Untersuchungen über die Grundlagen der Mengenlehre. «Mathematische Annalen», Bd. 65, 1908, S. 261—281.
44. A. Fraenkel. Untersuchungen über die Grundlagen der Mengenlehre. «Mathematische Zeitschrift», Bd. 22, 1925, S. 250—273.
45. J. von Neumann. Die Axiomatisierung der Mengenlehre. «Mathematische Zeitschrift», Bd. 27, 1928.
46. P. Bernays. A system of axiomatic set theory. «Journal of Symbolic Logic», 2, 1937.
47. A. Fraenkel, Y. Bar-Hillel. Foundations of set theory. Amsterdam, 1958.
48. H. B. Curry, R. Feys. Combinatory Logic, vol. I. Amsterdam, 1958.
49. A. Tarski. Einige Betrachtungen über die Begriffe der ω -Widerspruchsfreiheit und der ω -Vollständigkeit. «Monatshefte für Mathematik und Physik», Bd. 40, 1933, S. 97—112.
50. R. Carnap. Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit. Wien, 1959.
51. W. Stegmüller. Das Wahrheitsproblem und die Idee der Semantik. Wien, 1957.
52. G. Frege. Begriffsschrift. Halle, 1879.
53. B. Russell, A. Whitehead. Principia Mathematica, vol. I. Cambridge, 1910.
54. H. Feigl. Das hypothetisch-konstruktive Denken. Zur Methodologie der

- Naturwissenschaften. «Deutsche Universitätszeitung», 1956, N 23/24, S. 8—13.
55. P. Suppes. Some remarks on problems and methods in the philosophy of science. «Philosophy of science», vol. 21, № 3, july 1954, pp. 242—248
 56. J. H. Woodger. The axiomatic method in biology. Cambridge, 1937.
 - 56a. J. H. Woodger. Biology and language. Cambridge, 1952.
 57. J. Ladrière. Les limitations internes des formalismes. Louvain, E. Nauwelaerts; Paris, Gauthier — Villars, 1957.
 58. Constructivity in Mathematics. Proceeding of the Colloquium held at Amsterdam, 1957. Ed. by A. Heyting. Amsterdam, 1959.
 59. J.-L. Destouches. Principes fondamentaux de physique theorique, vol I. Paris, Hermann, 1942.
 60. P. Destouches - Fevrier. La structure des theories physiques. Paris, Presses Universitaires de France, 1951.
 61. J. Piaget. Méthode axiomatique et méthode operationnelle. «Synthese», vol. X, 1957, N 1, pp. 23—43.
 62. J. Piaget. Les activites mentales en rapport avec les expression symboliques logiques et mathématiques. «Synthese», vol. X, 1957, N 2, pp. 127—145.
 63. J. Piaget. Introduction à l'épistémologie génétique, vol. I—III. Paris, 1950.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ НАУЧНОЙ ТЕОРИИ

I

Наука в наши дни достигла такого уровня, что уже не может обходиться простейшими средствами познания. На помощь приходит сложный технический аппарат исследования. Но применение его предполагает, что и он сам становится предметом исследования. Впервые эта задача была поставлена в математике¹. В процессе развития проблем обоснования математики выделилась самостоятельная дисциплина, изучающая математические теории. Она носит название метаматематики (в широком смысле) или теории математических доказательств. Все с большей и большей настойчивостью выдвигается идея создания дисциплин, изучающих и иные области науки: метахимия, метабиология и т. д. [19]. Заложены основы некоторых из них.

Важнейшей частью метаматематики является раздел, изучающий научные теории. Эту дисциплину вполне естественно назвать метатеорией. Ясно, что она не тождественна метанауке (иногда такое отождествление проводится), так же как наука не тождественна научной теории.

Как правило, метатеория строится не для одной содержательной теории — хотя возможна такая метатеория, — а охватывает определенный класс теорий. Создать единую метатеорию, рассматривающую все возможные типы теорий — оставляя вопрос о принципиальной возможности открытым, — на данном этапе нельзя. Выход один — разбить известные теории на ряд классов и дать метатеорию для каждого класса. Очевидно, что при отсутствии единой метатеории разбиение будет содержательным и не будет претендовать на полноту.

Каковы же мыслимые основания для подобного разбиения?

¹ Мы имеем в виду не общую постановку задачи. В принципе о необходимости метанауки говорили еще И. Г. Фихте (согласно Фихте, философия есть «наука о науке вообще» [20]), Больцано, Э. Гуссерль [6].

Первое, что можно предложить, это классификация по научным дисциплинам. Мы можем разделить теории на математические, физические, химические, лингвистические и т. д. и соответственно строить теорию математических теорий, теорию физических теорий и т. п. Такое разделение общепризнано [19] и имеет определенный практический смысл, так как позволяет особенно четко согласовать задачи метатеоретика с задачами теоретика данной области. Но в теоретическом плане подобная классификация не выдерживает критики, так как она основана не на различии между теориями, а на различии предметных областей теорий. Подобная классификация была бы оправданной, если бы специфическому предмету теории соответствовал особый тип теории. Из общих соображений скорее напрашивается иной вывод, а именно — структура теорий разных областей может оказаться одной и той же. Но, повторяем, подобная классификация все же имеет практическое значение, так как каждую область знания интересует прежде всего теория знания данной области.

Второй принцип разбиения, который необходимо иметь в виду, — это уровень строгости теории. Теория в своем становлении проходит ряд этапов, начиная с комплекса общих схематических идей и предпосылок и кончая логически безупречным построением, элиминирующим все интуитивное. При всей важности такого подхода здесь царит полная неопределенность. На практике ученый не доводит свою теорию до идеала логики. При знании средств и путей перехода от «нестрогой» к «строгой» теории эта незавершенность найдет свое оправдание.

Реальный путь познания — движение от нестрогой к строгой теории, путь же изучения метатеоретика обратный — от строгой к нестрогой теории.

Наконец, мы должны обратить внимание и на такое основание, как логический тип теории, т. е. на принципы построения и логические средства научных теорий. Иногда отождествляют всякую строго построенную научную теорию с аксиоматической системой. На наш взгляд, такое отождествление неправомерно, так как исторически известны иные — не менее строгие — способы построения научных теорий. Так, ряд крупных логиков и математиков различают два метода построения математических теорий: аксиоматический и генетический. Об этом прямо говорят Д. Гильберт в «Основаниях математики» [25], С. Клини во «Введении в метаматематику» [14]; подобное же подразделение признают многие представители конструктивного направления в математике.

Обращаясь к истории развития науки и философии, мы находим формы теорий, отличные от ныне господствующих. Окончательно ли устарели принципы построения некоторых из них или они могут быть приняты после соответствующих модификаций и уточнений — все это требует самого тщательного обсуждения.

Предмет нашего рассмотрения — генетический метод. Но прежде чем давать его описание, выясним — во избежание недоразумений — за какими научными построениями мы оставляем термин «аксиоматическая теория (система)». Тем более что терминология на этот счет не устоялась. Так, П. С. Новиков под аксиоматической системой имеет в виду исчисление, формализм [15], Клини говорит о материальной и формальной аксиоматических системах [11]. Характеристика аксиоматического метода нам нужна и для подхода к анализу генетического метода, так как развитие аксиоматического метода и необходимость его обоснования непосредственно приводят к идее генетического метода.

II

Под аксиоматической теорией понимают научную систему, все положения которой выводятся чисто логически из некоторого множества положений, принимаемых в данной системе без доказательства и называемых аксиомами, и все понятия сводятся к некоторому фиксированному классу понятий, называемых неопределяемыми.

Теория будет определена, если указана система аксиом и совокупность логических средств, применяемых в данной теории. Для аксиоматической теории такими логическими средствами будут правила вывода. Производные понятия в аксиоматической теории суть лишь сокращения для комбинации основных. Допустимость самих комбинаций определяется аксиомами и правилами вывода. Другими словами, определения в аксиоматических теориях носят номинальный характер. (Вариант, когда аксиоматическая система строится на основе так называемых реальных определений, сводится к аксиоматической системе с номинальными определениями и соответствующими аксиомами существования).

Аксиоматический метод прошел длительную эволюцию. В ряде случаев этапы, им пройденные, не являются лишь историческими ступенями, а соответствующим образом уточненные представляют различные виды или уровни аксиоматического метода. Можно вычленил [9] три таких этапа: содержательной, формальной и формализованной аксиоматик¹.

Под содержательной аксиоматической теорией понимают теорию относительно некоторой системы объектов, известной до формулировки теории; аксиомы и выводимые из них теоремы говорят нечто об объектах изучаемой системы и могут расцениваться как истинные или ложные. Задача аксиоматической теории состоит в том, чтобы найти такую систему аксиом, чтобы все значи-

¹ Такая терминология несколько условна. В ряде случаев имеются отклонения. Так, П. С. Новиков [15] формализованную систему называет аксиоматической, неформализованную — содержательной.

мые относительно этой системы объектов общие положения вывелись чисто логически из принятой системы аксиом. В качестве примера содержательной аксиоматической системы можно привести термодинамику. Метод содержательной аксиоматики был единственной формой аксиоматического метода до последней четверти прошлого столетия.

Новым этапом и соответственно новым уровнем является формальная аксиоматика, систематически проведенная в «Основаниях геометрии» Д. Гильбертом [5]. При формальной аксиоматике абстрагируются от конкретного содержания понятий, входящих в систему аксиом, и от природы предметной области. В основу формальной аксиоматики кладется система аксиом, затем из этих аксиом получают следствия, которые образуют теорию относительно любой системы объектов, удовлетворяющей положенным в основу аксиомам. В формальной аксиоматике явно выступает ее экзистенциальный характер, так как в ней «имеют дело с постоянной системой вещей, разграниченная прямо область субъектов которой образována для всех предикатов, из которых составляются высказывания теории» [25; 2]. Другими словами, аксиоматически-экзистенциальный подход основывается на такой сильной идеализации, как идеализация актуальной бесконечности. Переход к формальной аксиоматике делает необходимым доказательство ее непротиворечивости. Если бы теория была противоречивой, то в ней можно было бы доказать любое положение и она потеряла бы всякую значимость как средство отображения действительности. Каким же образом можно доказать непротиворечивость формальной системы?

Ссылка на соответствующую формальной системе содержательную аксиоматику, т. е. ссылка на определенный фрагмент действительности, ничего не дает. Дело в том, что всякая аксиоматическая система (в том числе и содержательная) есть некоторая упрощенная идеализация, лишь приблизительно соответствующая действительности. Переходя от содержательной аксиоматики к формальной и доказывая непротиворечивость последней, имеют цель доказать внутреннюю пригодность этой идеализации. Ссылка же для доказательства пригодности какой-либо идеализации на саму эту идеализацию явно представляет круг. Сказанное означает, что непротиворечивость нельзя доказать методом моделей. Как раз, напротив, показав, что данная система аксиом выполнима, т. е. имеется система объектов, удовлетворяющая ей, тем самым доказывают ее непротиворечивость. Но все дело в том, что модель должна быть абстрактной (т. е. взята с точностью до изоморфизма) и каким-то образом точно определена.

В случае конечной предметной области вопрос о выполнимости в ней данной системы аксиом может быть решен путем перепробования всех возможностей. Однако имеются системы аксиом, выполнимые только для бесконечной области. Гильберт [25] приводит

следующую систему аксиом, выполняемую только на бесконечной предметной области:

$$\begin{aligned} & (x) \overline{R(x, x)} \\ (x) (y) (z) (R(x, y) \& R(y, z) \rightarrow R(x, z)) \\ & (x) (E y) R(x, y) \end{aligned}$$

Чтобы оправдать такого рода систему аксиом, необходимо указать бесконечную область, для которой она выполняется, но убедиться в существовании бесконечной области можно только через значимость системы аксиом, характеризующих ее. Получается круг. Этот круг можно раздвинуть, т. е. указать модель для данной системы аксиом, определив эту модель через выполнимость некоторой другой системы аксиом. Таким образом удается свести непротиворечивость одной теории к непротиворечивости другой. Так, если система объектов определена через выполнимость системы аксиом A_1 и таким образом определенная система S удовлетворяет системе аксиом A_2 , то A_2 будет непротиворечивой, если непротиворечива A_1 . Непротиворечивость одной теории сводится к непротиворечивости другой — круг раздвигается, но не разрывается.

Чтобы выйти из этого круга, Д. Гильберт предложил доказывать непротиворечивость в отрицательном смысле, т. е. аксиоматическая система непротиворечива, если в этой системе не может быть выведено предложение A и его отрицание.

Для достижения этой цели, согласно программе Гильберта, надо представить аксиоматическую систему в исчислении, трансформировав правила логики в правила оперирования символами, в правила исчисления. После этого вопрос о непротиворечивости аксиоматической системы сводится к доказательству невозможности получения в исчислении формулы определенного вида. Само исчисление, которое является формализацией аксиоматической теории, рассматривают как аксиоматическую систему 3-го уровня. Иногда под аксиоматической системой в строгом смысле слова имеют в виду только исчисление, только формализм [15]¹. Мы будем называть аксиоматическую систему на этом уровне формализованной теорией, аксиоматическим исчислением.

Исчисление, взятое само по себе, не является системой знания, процессы оперирования формулами — логическими процессами. Но поскольку исчисление имеет своей задачей отобразить систему знания, а правила исчисления — логику, то пользуются параллельной терминологией. Так, говорят о доказуемых и выводимых формулах исчисления. Но здесь речь идет не о доказуемости или выводимости в собственно логическом смысле, а о том, может ли данная формула быть получена из таких-то и таких-то формул по определенным правилам. Аналогично говорят о непротиворечиво-

¹ А под аксиоматизацией — представление в исчислении.

сти, полноте исчисления безотносительно к возможным интерпретациям. О подобной непротиворечивости, полноте и т. д. мы будем говорить как о синтаксических, а о свойствах исчисления в его отношении к действительным или возможным интерпретациям — как о семантических. Между синтаксическими и семантическими аспектами имеется определенная связь. Так, семантическая полнота вытекает из синтаксической полноты. Из семантической непротиворечивости можно сделать вывод о синтаксической непротиворечивости.

Д. Гильберт в своей программе обращает последнее утверждение. По Гильберту, оправдать теорию — значит доказать ее непротиворечивость. Для доказательства непротиворечивости теории Гильберт считает достаточным доказательство непротиворечивости формализма этой теории. Чтобы обосновать математику, мы должны рассмотреть формализм математики сам по себе, просто как игру формулами (хотя это не есть просто игра). Исчисления, которые являются формализацией математики, являются, по Д. Гильберту, предметом метаматематики (теории доказательств). Задача метаматематики — обосновать математические теории, обосновать аксиоматический метод. Поэтому метаматематика использует не метод аксиоматически-экзистенциального вывода, а метод, свободный от предпосылок собственно аксиоматического метода. «Если мы приступаем к задаче такого доказательства невозможности, то нам должно быть ясно то, что это не может быть введено снова с методом аксиоматически-экзистенциального вывода. Мы можем скорее употреблять только такие способы вывода, которые свободны от идеализированных предпосылок существования» [25; 19].

Генетический метод является методом, в рамках которого изучается формализм. Д. Гильберт считает, что в рамках генетического метода вполне возможно решить вопрос о непротиворечивости исчислений¹, но он недостаточен для прямого обоснования математики.

Задача обоснования теоретико-множественной системы мышления (на которой основывается аксиоматический метод второго уровня) решается Гильбертом путем формализма (аксиоматической системы третьего уровня) в рамках генетической (рекурсивной) системы мышления. Для Гильберта и формалистов последняя система мышления является слишком слабой, чтобы доставлять интерпретации даже

¹ Известно, что в рамках финитизма Гильберта невозможно решить проблему непротиворечивости арифметики (результат Гёделя), для этого финитизм Гильберта должен быть расширен (Генцен). Нас не интересует здесь оценка программы Гильберта; единственно, что мы хотим показать, это то, что обоснование аксиоматического метода приводит к идее метода генетического.

для простых аксиоматических исчислений. Для них генетический метод является лишь средством обоснования аксиоматического метода.

Для конструктивного направления в математике генетический (конструктивный) метод имеет самостоятельное значение. Между генетическим методом Гильберта и генетическим методом конструктивистов имеется различие. Гильберт и формалистическое направление в математике ограничиваются для своих метаматематических доказательств так называемыми «финитными» средствами; конструктивное направление допускают такие методы, которые не могут быть признаны с формалистической точки зрения. Конечно, вне сферы теории доказательств формалистическое направление признает богатство логических средств, некоторые из которых отвергаются конструктивистами.

Из изложенного можно сделать вывод, что задачи обоснования математики и, в частности, задачи обоснования аксиоматического метода (в смысле второго уровня) приводят к идее метода генетического.

Генетический метод, по-видимому, имеет значимость не только в области проблем обоснования математики. И, вероятно, не только в области математики. В пользу этих заявлений мы постараемся представить аргументы после характеристики генетического метода.

III

В чем же характерные особенности генетического метода, относительно к частным ограничениям? В чем его отличие от аксиоматического метода? Это отличие мы видим, во-первых, в способе введения объектов теории и, во-вторых, в логической технике этих теорий.

При аксиоматическом методе¹ область предметов, относительно которой строится теория, не берется за нечто исходное; за исходное берут некоторую систему высказываний, описывающих некоторую область объектов, и систему логических действий над высказываниями теории.

При генетическом подходе отправляются как от исходного от некоторых налично данных объектов и некоторой системы допустимых действий над объектами. В генетической теории процесс рассуждения представлен в «форме мысленного эксперимента о предметах, которые взяты как конкретно наличные» [25; 20].

Говоря об объектах генетической теории, говорят не о тех конкретных объектах, которые воспроизведены, а об абстрактных объектах, представителями которых являются первые. Так, утвер-

¹ Имеется в виду метод формальной аксиоматики, аксиоматический метод второго уровня.

ждая, что буква «а» дважды встречается в слове «мама», мы имеем в виду абстрактную букву «а». В вышеописанном слове «мама» первая буква «а» и вторая буква «а» разные материальные вещи. Но о них мы говорим как об одной и той же абстрактной вещи, находящейся на разных местах. Мы не останавливаемся подробно на различении абстрактных и конкретных объектов и, в частности, на различении абстрактных и конкретных букв, слов и т. д.¹

Элементарные действия над объектами теории считаются также данными и всегда осуществимыми. Мы абстрагируемся от реальных возможностей осуществления операций. Поэтому в генетической теории рассуждают не только о тех объектах, которые действительно построены, точнее представители которых построены, но и о тех, которые могут быть построены из уже построенных посредством допустимых действий. Если даны исходные объекты и метод построения какого-то объекта, то о последнем рассуждают как о чем-то уже данном. Объекты теории задаются через указание исходных объектов и процедур получения из данных объектов новых.

Этот способ задания объектов уточняется так называемым индуктивным определением. Под индуктивным определением [11] [21] имеют в виду следующее:

1) указываются исходные объекты, являющиеся объектами теории;

2) утверждается, что результаты применения таких-то и таких-то операций к объектам теории есть также объекты теории;

3) утверждается, что объекты, полученные в результате осуществления пунктов 1 и 2, — единственные объекты теории.

Пункты 1 и 2 называют прямыми, пункт 3 — косвенным. Прямые подразделяют на базисные (типа I) и индукционные (типа 2).

Простым примером индуктивного определения служит определение натурального числа:

1) 1 — есть число;

2) если a есть число, то $a1$ — число;

3) ничто другое не есть число.

Из этого примера видно, что числом является любая последовательность друг за другом написанных палочек. Операция, на которую опирается определение числа, — это приписывание палочки, или операция следования.

Другим примером индуктивного определения является определение слова в алфавите $A = \{a, в\}$:

1₁) a — слово в алфавите A ;

1₂) $в$ — слово в алфавите A ;

¹ По поводу абстрактных и конкретных объектов и абстракции отождествления мы отсылаем к подробному изложению этого вопроса в «Теории алгорифмов» А. А. Маркова [12].

- 2₁) если K — слово в алфавите A , то Ka — слово в алфавите A ;
- 2₂) если K — слово в алфавите A , то Ke — слово в алфавите A .
- 3) ничто другое не есть слово в алфавите A .

Обычно различают фундаментальные и нефундаментальные индуктивные определения [14] [24].

Фундаментальные индуктивные определения вводят область изучаемых объектов, нефундаментальные — выделяют из всего класса объектов некоторый подкласс, т. е. нефундаментальное определение вводит некоторый предикат. Различие между фундаментальными и нефундаментальными индуктивными определениями чисто функционально. Тем не менее в каждой конкретной теории оно существенно.

Итак, посредством фундаментальных индуктивных определений вводятся объекты теории. В генетической теории начинают рассмотрение с объектов и затем приходят к некоторым утверждениям о них. Каким образом это совершается?

Чтобы не было никаких недоразумений, еще раз подчеркиваем, что надо строго различать исчисление, которое является объектом теории, и теорию этого исчисления. Нас не должно смущать, что исчисление, в свою очередь, может быть формализмом другой теории. Объектом нашего рассмотрения являются просто значки и их последовательности. Поэтому надо быть осторожным и не путать значки, последовательности значков как объекты изучения и значки и их последовательности, являющиеся именами первых и записью утверждений теории об этом исчислении.

Генетически построенная теория относительно некоторого конкретного исчисления (пространства конструктивных объектов) является содержательной теорией, т. е. ее положения истинны. Исходя из конечного списка исходных объектов и основных допустимых действий, можно средствами теории строить новые объекты (или мыслить как осуществимые) и вводить производные действия и последовательности действий (алгоритмы), сводимые к последовательному выполнению основных. Но задача теории — дать некоторые истинные утверждения об объектах. Нефундаментальные индуктивные определения вводят предикаты генетической теории. Так, при рассмотрении исчисления высказываний вводят двуместный предикат «выводимо» (« \vdash »), одноместный предикат «доказуемая формула»; в арифметическом исчислении двуместный предикат « $=$ »; относительно слов — предикат «слово A входит в слово B » и т. д.

Но чтобы установить истинность положений теории, мы и здесь нуждаемся в решении вопроса об истинности исходных положений внетеоретическими средствами. Какие же утверждения кладутся в основу генетической теории? Мы стараемся свести их до минимума, но они все же должны быть (как базисные пункты индуктивных определений исходных предикатов) — из вышесказанного это вытекает с очевидностью. Относительно знаковых объек-

тов такими утверждениями должны быть утверждения о равенстве и неравенстве исходных знаков.

Утверждения о равенстве и неравенстве слов (или иных конструкций), о вхождении одного слова в другое (или подобное отношение), наконец, утверждения о возможности объектов с такими-то и такими-то свойствами, общие утверждения — все они являются выводными и обосновываются списком истинных утверждений о равенстве и неравенстве исходных объектов и применяемыми конструкциями.

В качестве примера генетической теории построим фрагмент теории цифр:

1. Исходный объект: 1 .

2. Допустимая исходная операция: к каждому объекту может быть присоединена справа 1 .

3. Объекты теории вводим с помощью фундаментального индуктивного определения:

а) 1 — объект теории.

б) Если a — объект теории, то $a1$ — объект теории.

в) Других объектов изучения, кроме упомянутых в пп. а, б, нет.

4. Единственный исходный предикат « $=$ » вводим посредством нефундаментального индуктивного определения.

а) $1 = 1$.

б) Если $a = b$, то $a1 = b1$.

в) Равенство имеет место только в силу пп. а, б.

В число допустимых логических средств входят основанные на индуктивных определениях схемы рекурсии и доказательства методом математической индукции.

Посредством рекурсивных определений вводим производные действия $a + b$, $a - b$, a^b и т. д.

$$1) \quad \begin{aligned} a + 1 &= a1 \\ a + b1 &= (a + b)1 \end{aligned}$$

$$2) \quad \begin{aligned} a \cdot 1 &= a \\ a \cdot b1 &= (a \cdot b) + a \end{aligned}$$

$$3) \quad \begin{aligned} a^1 &= a \\ a^{b1} &= a^b \cdot a \end{aligned}$$

$$4) \quad \begin{aligned} a \div 1 &= a \\ a \div b1 &= (a \div b) \div 1 \end{aligned}$$

В качестве средств доказательства принимаются схемы рекурсии, подстановки в принятые положения вместо какого-либо вхождения ему равного, и метод математической индукции.

В качестве примера приведем доказательство некоторых положений:

$$I. \quad a = a$$

Доказательство:

Базис: $1, 1 = 1$ (1 пункт определения « $=$ »).

Индукционный шаг: 2. $a = a|-a1 = a1$ (2 пункт определения «=» с заменой b на a)

3. На основании 1 и 2: $a = a$

II. $a + b = a + b$

Доказательство:

1. Базис: $a + 1 = a + 1$.

1. $a = a$ (Теорема 1).

2. $a1 = a1$ (Из 1 на основании п. 2 определения «=»)

3. $a + 1 = a + 1$ (Подстановка в 2 на основании пункта 1 определения «+»)

2. Индукционный шаг: $a + b = a + b|-a + b1 = a + b1$.

1. $a + b = a + b$ (Предпосылка)

2. $(a + b)1 = (a + b)1$ (Из 1 на основании п. 2 определения «=»)

3. $a + b1 = a + b1$ (Из 2 на основании п. 2 определения «+»)

3. Согласно принципу математической индукции из пп. 1 и 2 имеем:

$$a + b = a + b$$

III. Докажем $(a + b) + c = a + (b + c)$ индукцией по c .

1. Базис: $(a + b) + 1 = a + (b + 1)$.

1. $a + b = a + b$ (Теорема II)

2. $(a + b)1 = (a + b)1$ (П. 2 определения «=»)

3. $(a + b) + 1 = (a + b)1$ (П. 1 определения «+»)

4. $(a + b) + 1 = (a + (b + 1))$ (П. 2 определения «+»)

2. Индукционный шаг:

$$(a + b) + c = a + (b + c)|-(a + b) + c1 = a + (b + c1)$$

1. $(a + b) + c = a + (b + c)$ (Предпосылка)

2. $((a + b) + c)1 = (a + (b + c))1$ (П. 2 определения «=»)

3. $(a + b) + c1 = a + (b + c)1$ (Подстановка на основании п. 1 определения «+»)

4. $(a + b) + c1 = a + (b + c1)$ (Подстановка на основании п. 1 определения «+»)

3. Из 1 и 2 доказано

$$(a + b) + c = a + (b + c).$$

Аналогично можно доказать, что $a + b = b + a$ (предварительно доказав, что $a + 1 = 1 + a$) и другие предложения элементарной арифметики. Приведенный пример демонстрирует технику рассуждения в генетической теории: способы введения объектов и основных предикатов и функций (индуктивные определения), определение производных функций и предикатов (рекурсивные определения), доказательство предложений теории методом математической индукции.

До сих пор мы говорили о генетической теории, построенной относительно чисел. Относительно буквенных исчислений также строятся генетические теории. Следует отметить, что сфера генетического метода значительно шире. Пространство любой природы конструктивных объектов можно рассматривать с помощью генетического метода. Любое пространство конструктивных объектов можно отобразить на пространство слов или натуральный ряд. Поэтому способы рассуждения о числах и буквах могут переноситься и на объекты, нумерацией которых они являются.

IV

Генетически развертываемая теория может быть, так же как и аксиоматическая теория, формализована и представлена в исчислении. Техника мышления, необходимая для развития аксиоматических систем, формулируется классическим исчислением предикатов. Техника мышления генетических систем может быть, на наш взгляд, формализована двояким образом: непосредственно в формализме рекурсивных функций (алгоритмов) или в конструктивном аксиоматическом исчислении.

Чтобы перейти от исчисления к теории, необходимы семантические правила. Семантические правила, превращающие исчисление в аксиоматическую теорию, очевидно отличны от семантических правил, превращающих исчисление в генетическую теорию.

Отсюда ясно, что имеются два вида семантики: теоретико-множественная (семантика аксиоматических теорий) и конструктивная (семантика генетических теорий).

До сих пор развитые системы семантики носят ярко выраженный теоретико-множественный характер. Достаточно указать на семантику Карнапа, где такие понятия, как истина, *L*-истина, так называемые правила областей опираются на понятие описания состояния, т. е. на явно выраженную теоретико-множественную установку.

В построении конструктивной семантики сделаны только первые шаги, но определенные результаты в ее создании уже достигнуты. Мы имеем в виду работы Колмогорова [27], Сколема [33], Клини [28], Нельсона [29], Шанина [24] [22].

Речь прежде всего идет о конструктивном истолковании суждений. На базе работы Колмогорова [27], который рассматривал конструктивную логику как логику задач, Клини были предложены конструктивные принципы истолкования высказываний [28]. Эти принципы изложены Клини в [14; § 82] и Шаниным в [24; § 5]¹.

¹ В работе [22] Шанин подвергает критике принципы конструктивного истолкования суждений, предложенные Клини, и предлагает определенную их модернизацию. Согласно Шанину, не каждому суждению сопоставляется конструктивная задача, а только некоторым. Критика теории Клини идет

Клини вводит понятие конструктивной истинности или реализуемости. Предложения рассматриваются как неполные сообщения, которые при конструктивной (в терминологии Клини — интуиционистской) интерпретации должны быть выполнены. Восполнение осуществляется путем задания общего эффективного метода или некоторого объекта. Так, выполнением формулы $(x)A(x)$ будет общий метод, который для любого x даст информацию, являющуюся выполнением $A(x)$. Другие логические операторы также восполняются. Элементарная формула конструктивно истинна (рекурсивно реализуема), если соответствующая предикату характеристическая функция равна 0 (т. е. формула конструктивно истинна).

Ясно, что в этих условиях можно определить конструктивную истинность путем индукции по числу вхождений логических постоянных.

Система, построенная на подобном определении конструктивной истинности и при таком понимании логических операторов¹, оказывается по своему уровню однопорядковой с теоретико-множественной системой. Именно в том смысле, что ни та, ни другая не являются исчислениями, ни в той ни в другой допустимые предложения не добываются путем формализованного вывода.

Как известно, теоретико-множественная логика предикатов формализуется в классическом исчислении предикатов, а системы аксиом, построенные в ее рамках, — в формальном исчислении, развиваемом в исчислении предикатов.

Законно поставить вопрос, существует ли аксиоматическое формальное исчисление, адекватно отражающее генетическую систему, т. е. можно ли ее аксиоматизировать (т. е. представить в аксиоматической системе 3-го уровня — аксиоматическом исчислении)?

Такой системой не может быть классическое исчисление предикатов, так как при конструктивной (естественной) интерпретации среди доказуемых формул оказываются конструктивно-ложные (например $\forall x(A(x) \vee \neg A(x))$) и классическое исчисление предикатов оказывается противоречивым относительно свойства конструктивной истинности.

Если же рассматривать в качестве формализации генетической системы аксиоматически построенное конструктивное исчисление предикатов [11], [21], то убедимся, что это исчисление будет

по следующей линии. По Клини, каждое суждение A (1) разъясняется посредством суждения: «Существует натуральное число e , такое, что e реализует A » (2). По Шанину, последнее суждение (2) также нуждается в конструктивном истолковании и т. д. На наш взгляд, Шанин не учитывает того факта, что суждение (2) принадлежит не языку, на котором формулируется теория, а метаязыку.

¹ Подобную систему на данном семантическом уровне мы предпочитаем называть генетической, оставляя термин «конструктивная» для аксиоматического исчисления, в котором формализуется генетическая система.

непротиворечивым относительно конструктивной истинности (т. е. всякая доказуемая формула будет истинной в конструктивной интерпретации). Но это исчисление не будет полным относительно конструктивной истинности.

Действительно, всякая формула, доказуемая в конструктивном исчислении предикатов, будет доказуема и в классическом, следовательно, в силу полноты узкого исчисления предикатов относительно общезначимости, — общезначимой. Но имеются конструктивно-истинные не общезначимые формулы (например, $\neg \forall x (A(x) \vee \neg A(x))$), следовательно, не доказуемые классически и отсюда не доказуемые в конструктивном исчислении предикатов, т. е. конструктивное исчисление предикатов неполно относительно конструктивной истинности.

Не окажется ли полным относительно конструктивной истинности усиленное каким-либо образом конструктивное исчисление, например путем добавления к конструктивному исчислению формулы $\neg \forall x (A(x) \vee \neg A(x))$ в качестве аксиомы? Полученная система будет непротиворечивой [11] относительно конструктивной истинности, но будет ли она полной?

Существует ли вообще аксиоматическое исчисление, полностью формализующее генетическую систему мышления?

Согласно общим установкам конструктивизма, такого аксиоматического исчисления быть не может, так как, согласно их взглядам, система мышления не является закрытой. Но одной убежденности недостаточно, необходимо найти точное положительное или отрицательное решение этого вопроса. По крайней мере, система финитизма, — а эту систему мышления мы рассматриваем как частный случай генетической, — может быть представлена в формализме арифметики, но опять-таки арифметика не полна.

Задача формализации генетической системы мышления может решаться и на другом пути. Не обязательно искать исчисление, адекватно представляющее рассматриваемую систему мышления в форме аксиоматического исчисления, т. е. исчисления, где правила вывода представляют умозаключения (переход от одного высказывания к другому), а доказуемые формулы — законы логики. Можно пытаться найти исчисление, которое является непосредственно формализацией техники рекурсии (алгоритмических процессов). Такие исчисления мы имеем в виде формализма рекурсивных функций, стандартных алгоритмов, функций, вычислимых по Тьюрингу, и других уточнений. Все они оказываются эквивалентными. Согласно принципу стандартизации (тезис Чёрча), всякий эффективный процесс может быть представлен функцией (алгоритмом) стандартного типа.

Но такой путь уточнения генетического метода построения научных теорий приводит нас к необходимости расширить область логического и сделать предметом изучения логики такие элементы, как действия, аналогично тому, как это имело место с отношения-

ми), и такие формы мысли, как предписания и системы предписаний (алгоритмы). В этой связи ясно, что система общерекурсивных функций (или эквивалентные им уточнения, как нормальные алгоритмы Маркова, машины Тьюринга и т. д.) являются логическими формализмами, т. е. формализмами, представляющими логический процесс в широком смысле. В таком случае под логическим мы понимаем не только доказательство (обоснование одних высказываний посредством других), но и процесс сведения одних «стратегем действия» (К. Маркс) к другим.

Ни одна теория не может быть развита без тех или иных действий, от данного к чему-то иному можно перейти только совершив определенное действие. Но в аксиоматической системе такими допустимыми действиями являются только логические умозаключения, т. е. действия над высказываниями; в генетической теории допускаются действия над объектами теории.

Логическими средствами генетической теории являются процессы индуктивного определения и процессы, формализуемые в теории рекурсивных функций. Возникает вопрос: нужно ли вводить в качестве логического аппарата генетической теории исчисление высказываний и предикатов (разумеется, конструктивные), т. е. систему действий над высказываниями, или же исчисления высказываний и предикатов могут быть получены на базе допустимых способов индуктивного определения и формализма общерекурсивных функций (алгоритмов)? На этот вопрос мы даем отрицательный ответ: в качестве логических средств для развития генетической теории достаточно индуктивных определений и процессов, формализуемых в теории рекурсивных функций, т. е. процессы, формулируемые конструктивным исчислением предикатов, являются производными и их можно элиминировать. Доказывая непротиворечивость конструктивного исчисления предикатов относительно конструктивной истинности (т. е. что всякая доказуемая формула конструктивного исчисления предикатов конструктивно истинная), тем самым положительно решают данную задачу. Представляет интерес доказательство этого же положения не ссылкой на интерпретацию, а в рамках формализма рекурсивных функций. Полезно было бы также развить конструктивное исчисление предикатов на базе более прозрачных для целей логики формализмов, например на базе нормальных алгоритмов А. А. Маркова.

V

В настоящее время намечается тенденция рассматривать генетическую (конструктивную) систему мышления не только как систему, пригодную для проведения в ее рамках рассуждений о формализмах, но и как систему, из которой могут быть почерпнуты

непосредственные интерпретации¹. Генетическая система мышления играет бесспорную роль как в самой математике (в конструктивном направлении), так и в вопросах ее обоснования.

Генетический (конструктивный) метод построения научной теории не является лишь вспомогательным средством для обоснования аксиоматического. Он имеет самостоятельное значение в области математики. Какова его роль вне сферы математики? Этот вопрос остается открытым и ждет своего исследования. Мы высказываем уверенность в его значимости и вне математики, особенно в связи с развитием вычислительной техники и успехов программирования.

Если мы обратимся к истории, то увидим, что так же как и аксиоматический, генетический метод имеет далекую родословную. В частности, мы считаем, что метод «Начал» Евклида и дедуктивный метод Декарта ближе к генетической форме дедуктивного метода, чем к аксиоматической.

Обращаясь к античному миру,— а в нем умозраительный, дедуктивный метод² был господствующим,— мы обнаруживаем не одну, а три концепции дедуктивного метода, три теории доказательства: платоновскую, аристотелевскую и евклидову. Первые две можно рассматривать как прототипы современного аксиоматического метода. Но концепция, проводимая в «Началах» Евклида, скорее является прототипом генетического метода, чем аксиоматического, хотя впоследствии «Начала» толковались в духе аксиоматического метода. Тот факт, что «Начала» Евклида не являются прототипом осуществления аксиоматического метода, осознается рядом логиков и математиков. «Неверно, что «Начала» Евклида,— пишет С. А. Яновская,— являются примером проведения дедуктивного метода³. Например, в них нет системы аксиом геометрии: сформулированные там аксиомы относятся почти все к логическому понятию тождества, а постулаты устанавливают, какие задачи Евклид считает решенными» [23; 365].

Концепция, проводимая в «Началах»,— это не совершенная попытка осуществить идеал аксиоматического метода в современном его понимании, а попытка конструктивного (генетического) построения геометрии.

Не отождествляет метод Евклида с собственно аксиоматическим и Д. Гильберт. В «Основаниях математики» он пишет: «Метод углубленной аксиоматики, особенно экзистенциальных выводов,— вовсе не есть первоначальный способ математики. Геоме-

¹ Как это имеет место относительно теоретико-множественной системы мышления.

² Мы не отождествляем дедуктивный метод с аксиоматическим. Для вас всякая строго построенная теория будет дедуктивной, но не всякая дедуктивная теория будет аксиоматической.

³ Под дедуктивным методом С. А. Яновская имеет в виду то, что мы называем аксиоматическим методом.

трия, правда, с самого начала строится аксиоматически. Но аксиоматика Евклида содержательна и вообще наглядна. Здесь не абстрагируются от наглядного значения фигур. Далее, аксиомы также не имеют экзистенциальной формы. Евклид не предполагает, что точки так же, как прямые, образуют постоянные области индивидуумов. Он устанавливает поэтому не аксиомы существования, но постулаты конструкции» [25; 20].

Для Евклида изучаемые геометрические объекты не имеют идеального существования. Он не приписывал геометрическим объектам идеального существования, как это делал Платон.

Евклид исходит из элементарных объектов (точки, отрезки) и определенных операций, посредством которых образуются из первичных элементов объекты теории. Постулаты и выражают возможность осуществления определенных операций.

«Начала» Евклида не являются аксиоматической системой. Геометрия в построении Евклида не отправляется от геометрических аксиом. Формулируются лишь логико-арифметические аксиомы, но отнюдь не геометрические. Геометрические основоположения — не аксиомы, а постулаты¹. Постулаты устанавливают, что принимаемая операция допустима и дает результат.

Для метода «Начал» Евклида характерно следующее:

- 1) в основу положены аксиомы логико-арифметического характера и геометрические постулаты, утверждающие возможность осуществить те или иные операции;
- 2) теоретические положения — теоремы — говорят о соотношении элементов в построенной фигуре;
- 3) математические объекты не считаются существующими до их построения.

Отсюда ясно, что речь не идет о соотношении этих объектов, а также о преобразовании одних объектов в другие, а только о построении объектов из данных элементов и о соотношении в самом результате построения.

Эту концепцию Евклид не проводит последовательно. Для доказательства равенства треугольников по двум сторонам и углу между ними он вынужден прибегнуть к наложению, т. е. к операции, переводящей одну фигуру в другую. Но в общем такой подход чужд духу «Начал».

Известна полемика о философских и методологических взглядах Евклида. Так, М. Я. Выгодский [2] считает его сторонником Платона. Оппоненты Выгодского сближают Евклида с Аристотелем². Мы рискуем выдвинуть гипотезу о близости метода Евклида к методу Демокрита.

¹ По поводу трактовки постулатов (соответственно проблем) существуют разноречивые мнения. Обзор этих взглядов дает Д. Д. Мордухай-Болтовский в комментариях к «Началам» [14].

² А. О. Маковельский сближает Евклида с пифагорейцами: «Господствовавшее в древности направление в математике, представленное пифагорей-

Концепцию, проводимую в «Началах» Евклида, на наш взгляд, можно сблизить с концепцией Демокрита о методе познания, по крайней мере, с той концепцией, которую излагает и с которой идеализирует Платон в «Тээтете». Приведем это место: «...первые элементы, из которых составлены и мы и все прочее, недоступны определению. Каждое само по себе сущее можно только назвать, но высказать о нем ничего другого нельзя: ни то, что оно существует, ни то, что не существует. Ибо в том случае им приписывалось бы бытие или небытие. Но ничего не следует прилагать к элементу, если кто-либо хочет высказаться только о нем одном... Но невозможно выразить ни один из первых элементов с помощью определения. Их можно назвать только по имени, ибо кроме имени у них ничего нет. Сложенные же из этих элементов вещи представляют комплекс элементов, которому соответствует комплекс имен их, составляющих речь, ибо из сложения имен составляется существо речи. Таким образом, элементы не определены и не познаваемы, но чувственно постигаемы. Между тем как совокупность (комплекс) их познаваема, выразима с помощью речи и доступна истинному мнению» [17; 147—148].

А. О. Маковельский, характеризуя методологию Демокрита, считает:

«Первая особенность научного метода Демокрита заключается в требовании исходить от единичного.

Вторая особенность научного метода Демокрита заключается в поисках последних, самых простых, далее неразложимых элементов каждого предмета и явления и в понимании всего сложного как простой суммы составляющих его элементов.

Третьей особенностью научной методологии Демокрита является повсюду проводимое им различие того, что существует «по истине» от того, что имеет лишь условное существование...» [13; 79, 80].

Другими словами, по Демокриту: 1) сложное понимается как соединение элементов; 2) не может быть утверждения о самих элементах, а лишь о соотношении элементов; 3) наконец, под существующим «по истине» Демокрит понимает некоторое образование из первичных элементов.

Маковельский утверждает, что этот единый универсальный метод Демокрит применяет ко всем областям научного знания. Он пишет: «Демокрит построил стройную систему математики. Можно сказать, что идея системы математики впервые была осознана и высказана Демокритом» [13, 83].

Таким образом, мы видим в «Началах» Евклида попытку провести генетический метод и усматриваем более тесную связь

цами и Евклидом, строило геометрию как логическую систему, отspringающуюся от определений и аксiом...» [13; 89].

концепции на метод математики, проводимую в «Началах», с методологией Демокрита, нежели Платона или Аристотеля.

Определенный интерес представляет анализ метода Декарта с позиций генетической системы мышления. На большой вес в методе Декарта алгоритмических процессов указывает С. А. Яновская [24]. С другой стороны, анализ метода Декарта может помочь в уяснении и оценке различных форм современного дедуктивного метода, поскольку именно метод Декарта является тем общим фундаментом, на основе которого и отталкиваясь от которого выросли современные формы дедуктивного метода.

Декарт критикует схоластическую логику, схоластический силлогизм за то, что:

1) силлогизм есть средство доказательства уже известного, а не средство открытия новых истин;

2) силлогизм основан не на изучении вещей, а на известных истинах и зачастую есть рассуждение о том, чего не знаешь.

Декарт, как и Бэкон, ратует за логику открытия, за логику, основанную на изучении вещей. Новый метод Бэкон и Декарт находят в науках. Бэкон обращается к экспериментальным наукам, Декарт — к теоретическим и прежде всего к математике.

Декарт считает дедуктивный метод математики универсальным методом познания. Арифметика и геометрия для него являются лишь приложением универсального метода, универсальной математики. «Я излагаю,— пишет Декарт,— новую другую науку, для которой упомянутые науки (т. е. арифметика и геометрия) являются скорее покровом, чем частью» [8; 97]. И далее: «К области математики относятся только те науки, в которых рассматриваются либо порядок, либо мера и совершенно несущественно, будут ли то числа, фигуры, звезды или что-нибудь другое, в чем отыскивается эта мера. Эти науки должны называться именем всеобщей математики» [8; 93—94].

Эта всеобщая математика и является универсальным методом познания. Обычная математика — арифметика и геометрия — лишь наиболее удачно применяет этот метод. Поэтому обычная математика наиболее удобна для открытия в ней нового метода.

Дедукция Декарта есть одновременно и выведение общих положений из других и конструкция одних вещей из других.

Декарт четко отличает предмет мысли и идею об этом предмете, т. е. вещь и идею этой вещи. Известное «*Cogito ergo sum*» направлено в основном на установление качественного, принципиального различия между духом и материей. В «Правилах» Декарт прямо говорит: «Я мыслю, следовательно, мой дух существует независимо от тела. Идеи имеются независимо от того, существуют ли вещи». Вещи, свойства, по Декарту, могут быть простыми и сложными. Говорить о вещи как о простой можно в двух аспектах: 1) вещь простая сама по себе, по отношению к ее реальному

существованию, например тело, обладающее фигурой и протяжением; 2) вещь простая по отношению к нашему интеллекту, например телесность, протяжение, фигура.

Декарт имеет дело с простой вещью во втором аспекте, именно, простой вещью он называет вещь, идея которой проста [8, 127].

Помимо простых вещей есть еще сложные вещи. «Свойства, называемые нами сложными, известны нам либо потому, что мы познаем их таковыми из опыта, либо потому, что составляем их сами» [8]. Анализ, т. е. разложение сложных вещей, полученных как сложные путем восприятия, на простые, предшествует их синтезу.

Сам синтез, составление из простых вещей сложных может быть осуществлен по Декарту тремя способами; 1) внушением, 2) догадками, 3) дедукцией. Первые два способа построения сложных вещей из простых недостоверны. Достоверным является лишь дедукция.

Из изложенного ясно, что дедукция понимается Декартом как построение, конструкция, воспроизведение сложных вещей из простых.

В основе дедукции лежит, по Декарту, интуиция. Сама интуиция двойка: интуиция вещи и интуиция истины [28; 446]. Интуиция истины есть интуиция простейших вещей в их необходимой связи. Интуитивно усматривается как вещь, так и отношение, связь между вещами.

На основе вскрытых связей и отношений между простыми вещами и конструируют, по Декарту, сложные вещи. Одновременно с конструкцией вещи осуществляется познание одной вещи через посредство другой.

Смысл декартовой дедукции в какой-то степени раскрывается его заявлением: «Каждая истина, которую я находил, была правилом, помогающим затем найти другие». Конечно, это заявление Декарта нельзя понимать так, что найденная истина становилась большей посылкой. Скорее его надо понимать в том смысле, что сам принцип перехода от найденной истины к неизвестной заключается в этой найденной.

Из всего этого видно, что 1) дедукция Декарта базируется на конструкции и 2) он использует приемы, позднее получившие название математической индукции.

Все это позволяет рассматривать метод Декарта как прототип генетической системы мышления.

В заключение мы можем сделать следующие выводы:

1. Оставаясь на семантическом уровне, мы помимо теоретико-множественной (аксиоматической) системы мышления имеем генетическую (конструктивную).

2. В основе генетической системы мышления лежат рекурсивные (алгоритмически развертывающиеся) процессы. Процессы умозаключения мы рассматриваем как один из видов логических

процессов, причем сами умозаключения обосновываются алгоритмическими процессами над объектами теории.

3. Теоретико-множественная система мышления и генетическая базируются на двух различных концепциях истины и соответственно на двух системах семантических правил, причем в некоторых пунктах различие доходит до противоположности (всегда истинность $\forall x(A(x) \vee \neg A(x))$ и рекурсивная истинность $\neg \forall x(A(x) \vee \neg A(x))$).

4. Генетическая система мышления может быть формализована двояко: в аксиоматическом исчислении и в формализме рекурсивных функций (алгоритмов, машин Тьюринга и т. д.).

До сих пор неизвестно аксиоматическое исчисление, полностью формализующее генетическую систему мышления. Формализм рекурсивных функций не имеет прозрачной логической природы. Задача обоснования конструктивного исчисления предикатов на базе теории алгоритмов (рекурсивных функций) не может считаться решенной до конца.

5. Гипотеза о близости методов Евклида и Декарта к генетическому методу нам кажется правдоподобной и заслуживающей внимания.

6. В настоящее время актуальны разработка генетического метода с общелогических позиций, а также анализ возможностей его применения вне проблем обоснования математики. Актуальность этих проблем диктуется во многом развитием вычислительной техники и ее применением.

7. Наконец, анализ генетического метода приводит вплотную к задачам создания конструктивной семантики и рассмотрения теории алгоритмов как части логики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристотель. Аналитики. М., Госполитиздат, 1952.
2. М. Я. Выгодский. «Начала» Евклида. Историко-математические исследования, вып. I. М.—Л., 1948.
3. Г. Вейль. О философии математики. М.—Л., 1934.
4. А. Гейтинг. Обзор исследований по основаниям математики. М.—Л., 1936.
5. Д. Гильберт. Основания геометрии. М.—Л., 1948.
6. Э. Гуссерль. Логические исследования, т. I. СПб., 1909.
7. Н. А. Любимов. Философия Декарта. Перевод рассуждения о методе, с пояснениями. СПб., 1886.
8. Р. Декарт. Избранные произведения. М., Госполитиздат, 1950.
9. А. С. Есенин-Вольпин. Об аксиоматическом методе. «Вопросы философии», 1959, № 7.
10. Евклид. Начала Евклида. Кн. I—VI. М.—Л., 1950.
11. С. Клини. Введение в метаматематику. М., ИЛ, 1957.
12. А. А. Марков. Теория алгоритмов. Труды математического института АН СССР, т. 42. М., 1954.
13. А. О. Маковельский. Древнегреческие атомисты. Баку, 1946.
14. Д. Д. Мордухай-Болтовский. Комментарии к «Началам» Евклида. В [10].

- 14а. В. Н. Молодший. Был ли Евклид последователем Платона? Историко-математические исследования, вып. II. М.—Л., 1949.
15. П. С. Новиков. Элементы математической логики. М., 1959.
16. Р. Петер. Рекурсивные функции. М., ИЛ, 1954.
17. Платон. Тэтет. М.—Л., 1936.
18. А. Тарский. Введение в логику и методологию дедуктивных наук. М., ИЛ, 1948.
19. В. А. Успенский. К проблеме построения машинного языка. Проблемы кибернетики, вып. 2. М., 1959.
20. И. Г. Фихте. Избранные сочинения, т. I. М., 1916.
21. Н. А. Шанин. О некоторых логических проблемах арифметики. Труды Математического института АН СССР, т. 43. М., 1955.
22. Н. А. Шанин. О конструктивном понимании математических суждений. Труды Математического института АН СССР, т. 52. М.—Л., 1958.
23. С. А. Яновская. Комментарий. В [18].
24. С. А. Яновская. Из истории аксиоматики. Историко-математические исследования, вып. X. М., 1958.
25. D. Hilbert und P. Bernays. Grundlagen der Mathematik, Bd. I. Berlin, 1934.
26. P. Lorenzen. Einführung in die operative Logik und Mathematik. Berlin—Göttingen—Heidelberg, 1955.
27. A. Kolmogoroff. Zur Deutung der intuitionistischen Logik. «Math. Zeit.», 35, N 1, 1932.
28. S. Kleene. On the interpretation of intuitionistic number theory. «Journ. Symb. Logic», 10, N 14, 1945.
29. D. Nelson. Recursive functions and intuitionistic number theory. «Trans. Amer. Math. Soc.», 61, N 2, 1947.
30. H. Scholz. Die Axiomatik der Alten. «Blätter für deutsche Philosophie», Bd. 4, H. 3—4, 1930.
31. R. Carnap. Einführung in die symbolische Logik. Wien, 1954.
32. R. Carnap. Logische Syntax der Sprache. Wien, 1934.

НЕОПОЗИТИВИСТСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ЭМПИРИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ И ЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ

Характерной особенностью неопозитивизма (логического позитивизма) является то, что осуществление его теоретико-познавательной программы, попытка выявления «непосредственно данного» содержания знания, «эмпирического значения» его элементов — понятий и утверждений — связывается им с применением метода логического анализа знания. Это, с одной стороны, дает определенную философскую, теоретико-познавательную направленность логическому анализу, а с другой стороны, превращает теорию познания неопозитивизма в «прикладную логику», занимающуюся установлением отношений между элементами знания при помощи схем современной формальной логики — математической или символической логики.

Логический позитивизм с самого начала своего существования, в период деятельности Венского кружка, объявил своей задачей всеохватывающий логический анализ знания, реконструкцию всего научного знания при помощи аппарата математической логики с целью обоснования позитивистского тезиса о «непосредственно данном» как единственном содержании действительного знания о мире. В советской и зарубежной марксистской литературе эта программа была раскритикована в первую очередь за ее исходные гносеологические установки.

В самом деле, неопозитивистская программа «анализа знания» была обречена на провал прежде всего в силу несостоятельности лежащей в ее основе субъективистской гносеологической концепции.

Есть, однако, и другая сторона дела, и на эту сторону дела при критике логического позитивизма обычно обращают недостаточно внимания. Речь идет о логическом методе анализа знания, который применяется неопозитивистами. Попытка логических позитивистов осуществить всеохватывающий логический анализ научного знания в его целостности дает материал, позволяющий

поставить и решить вопрос о применимости аппарата современной формальной логики для решения вышеуказанной задачи.

Подобный вопрос выходит, конечно, за рамки частно-логической проблематики, являясь вопросом о теоретико-познавательном существе самого формально-логического аппарата, о характере исходных понятий формальной логики, о сфере ее применимости, о роли, месте и значении формальной логики в исследовании знания.

Разбор неопозитивистских попыток осуществить свою теоретико-познавательную программу, основанную на концепции эмпирического значения, предпринимается нами в первую очередь, в плане выяснения возможностей современной формальной логики для анализа связей в системе научного знания. Мы постараемся показать, что несостоятельность неопозитивистских попыток всеохватывающей реконструкции системы научного знания, основанных на концепции «эмпирического значения», обуславливается не только исходными субъективистскими, позитивистскими гносеологическими установками, но и неправомерной универсализацией формально-логических методов, применением формальной логики для решения задачи универсального, всеохватывающего анализа знания, выходящей за рамки ее возможностей.

Кроме того, сама по себе неправомерная универсализация и абсолютизация формально-логического подхода в какой-то мере способствует в ряде случаев неверному решению гносеологических вопросов.

При этом мы отнюдь не собираемся отрицать успехов математической логики как современного этапа развития формальной логики. По сравнению с традиционной формальной логикой математическая логика, несомненно, представляет собой значительный шаг вперед как со стороны охватываемого ею логического содержания, так и со стороны строгости методов построения. Однако те большие достижения, которые она имеет, представляют собой прогресс лишь в рамках предмета формальной логики, очерчиваемого ее исходными абстракциями. Более того, следует заметить, что точность понятий и методов математической логики, применявшихся неопозитивистами для всеохватывающего логического анализа научного знания, сама по себе объективно способствовала обнаружению непригодности формальной логики для решения подобной задачи.

Логические позитивисты различают позитивную и негативную функцию своей программы логического анализа. Позитивная функция, по их утверждению, состоит в исследовании логического строения научного знания, в точном анализе познавательного значения понятий и утверждений науки с целью выявления их «эмпирического» или «непосредственно данного» содержания. В качестве же негативной функции логического анализа неопозитивисты рассматривают устранение «метафизики», т. е. филосо-

фии, поскольку положения последней, претендуя на роль знаний о действительности, не сводимы к «непосредственно данному». Последний аспект неопозитивистской концепции логического анализа достаточно основательно раскритикован в нашей философской литературе. В данной работе мы постараемся показать безосновательность претензий логического позитивизма на заслуги в области конкретного логического исследования науки. Речь идет именно о логическом позитивизме как философском течении, выдвинувшем определенную концепцию строения знания, и о бесперспективности попыток конкретного логического исследования с точки зрения этой концепции в целом. Это не исключает, что отдельные положения этой концепции, с определенными оговорками, устанавливающими какие-то пределы их приложимости, заключают в себе положительное содержание и могут быть основой для конкретного исследования.

Несостоятельна их абсолютизация, забвение границ абстракции.

Не следует умалять далее и значительных заслуг логиков-неопозитивистов, в первую очередь Карнапа и Рейхенбаха, в разработке математической логики (например, исследования Рейхенбаха по вероятностной логике), теории логики (концепция логического синтаксиса и логической семантики Карнапа), в исследовании проблем, связанных с применением математической логики к анализу знания.

Признавая их достижения в области как «чистой», так и «прикладной» математической логики, в разработке определенных логических «моделей» знания, мы должны сделать, однако, объектом критики абсолютизацию этих моделей, попытки придать им гносеологическую значимость, превышающую пределы их возможностей.

Такая критика тем более важна, что именно благодаря своим попыткам конкретного логического исследования науки логический позитивизм претендует на непосредственную связь с наукой. Можно без преувеличения сказать, что именно этому аспекту своей концепции логический позитивизм был обязан известной популярностью среди части буржуазных ученых. Таким образом, критический анализ неопозитивистской «логики науки», основанной на концепции эмпирического значения, в ее позитивной функции исследования научного знания имеет существеннейшее значение не только в плане оценок возможностей формальной логики, но и для критики самого по себе неопозитивизма, ибо без критического разбора способности неопозитивизма к осуществлению выдвинутой им положительной программы любая оценка этого философского направления окажется неполной.

I. О теоретических источниках неопозитивистской концепции логического анализа, направленного на выявление «эмпирического значения»

Неопозитивистская концепция логического анализа была заимствована участниками Венского кружка из «Логико-философского трактата» Витгенштейна, написанного с позиций логического атомизма.

Основатель логического атомизма Рассел и его последователь Витгенштейн пришли к этой философии от исследований в области оснований математики и философии математики. Это подчеркивает и сам Рассел, указывая, что «тот тип философии, который я желаю защищать и который я называю логическим атомизмом, сформировался у меня в ходе размышлений по философии математики...» [25; 178]. В основе расселовской концепции обоснования математики, получившей название логицизма, лежало убеждение, что математика должна быть построена как отрасль логики путем определения первичных понятий математики через исходные понятия логики и доказательства всех аксиом математики при помощи логических аксиом. При этом Рассел считал, что логикой, при помощи которой может быть решена эта задача, является отнюдь не традиционная формальная логика, а математическая логика в том виде, в каком она изложена в «Principia Mathematica»¹, капитальном труде Рассела (написанном совместно с Уайтхедом).

Переходя от философии математики к проблемам общей философии и теории познания, Рассел производит своего рода экстраполяцию своей логицистской концепции обоснования математики на всю совокупность знания о мире — язык математической логики, разработанной им в РМ, рассматривается им как структура языка, способного к наиболее точному выражению мысли не только в системе математического знания, но и знания вообще. «Рассел считает, что логика, из которой может быть выведена во всей ее сложности математика, должна быть адекватным скелетом языка, способного выразить все, что вообще может быть точно сказано» [29; 7].

В соответствии с этим тезисом задачей логического анализа знания оказывается *логическая реконструкция системы существующего знания в языке, структура которого определяется схемами математической логики*. Заметим, что Рассел не выдвигал задачи всеохватывающей логической реконструкции науки, которая впоследствии была сформулирована логическими позитивистами. Выработав свою концепцию «логически совершенного языка», он дал лишь идею такой реконструкции. Сам Рассел неоднократно под-

¹ В дальнейшем будем обозначать РМ.

черкивает, что он говорит о «логически совершенном языке», во-первых, лишь применительно к частным научным задачам, где особенно остро встает необходимость точной фиксации значения утверждений, и, во-вторых, не как о реальном языке, а как об идеале, к которому надо приближаться при конструировании искусственных языков для частных научных задач.

Необходимо подчеркнуть, что постановка задачи реконструкции системы существующего значения с самого начала предполагает ограничение целей логического исследования знания анализом организации «готового», данного, сформированного знания в полном отвлечении от процессов его получения, его выработки, его формирования. Если для всей логики и методологии науки нового времени, начиная с Бэкона и Декарта, характерно было выдвижение на передний план задачи поисков методов исследования, методов открытия нового знания, то в современной зарубежной «логике науки» позитивистского толка, начиная с Рассела и Витгенштейна, центр тяжести переносится на анализ связей и отношений внутри «готового» знания, на определение точного значения составляющих его элементов. Цель методологии и логики науки видят при этом не в том, чтобы искать наиболее успешные способы достижения нового знания, а в том, чтобы наиболее точно понимать и адекватно использовать накопленные уже наукой результаты.

Такое изменение принципиальных установок логики науки и методологии по сравнению с XVII—XVIII в. несомненно имеет свои корни в некоторых особенностях развития науки. В первую очередь оно обусловлено громадным усложнением научного знания, грандиозным развитием его математического аппарата, увеличением дистанции между «верхними» и «нижними» этажами науки, уменьшением роли наглядности в естественных науках, крахом привычных, казавшихся незыблемыми понятий, связанных с обыденным опытом, и т. д.

Отсюда ясно выраженное стремление, прежде всего, закрепить ся на достигнутых позициях, осознать пройденный наукой путь. В методологии науки все это находит свое выражение в четкой установке на упорядочение имеющегося знания, на приведение его в строгую систему, на анализ точного значения и смысла научных утверждений и понятий. Сама по себе такая установка, обусловленная определенными потребностями науки, не может, конечно, вызвать каких-либо нареканий. Однако, во-первых, эта установка не может охватить всей методологической проблематики — ее абсолютизация, имеющая место в современной позитивистской логике и методологии науки, ведет к тому, что со счетов совершенно сбрасывается проблематика процессов формирования и развития систем научно-теоретического знания; во-вторых, как мы постараемся показать в дальнейшем, само выявление структуры «готового» знания, анализ смысла утверждений и высказываний не

может осуществляться вне и независимо от исследования процессов развития системы знания, процессов познавательной деятельности.

Математическая логика РМ является экстенциональной логикой, логикой функций истинности — значение истинности каждого высказывания, которое может быть разбито на какие-то составляющие высказывания, однозначно определяется значением истинности этих составляющих, иными словами, каждое составное высказывание является функцией истинности его составляющих. Если знание о действительности должно быть реконструировано в языке, грамматикой которого является экстенциональная логика, то результат этой реконструкции представлял бы собой совокупность связанных между собой по значениям истинности высказываний. Для того чтобы строго определить при таком понимании логического строения знания «значение» того или иного высказывания, следует рассмотреть связи данного высказывания с другими высказываниями по их значениям истинности, т. е. показать, функцией истинности каких высказываний является данное высказывание.

Однако очевидно, что процесс сведения значения истинности одних высказываний к значению истинности других не может быть бесконечным — в системе экстенционально связанных высказываний должны существовать элементарные высказывания, являющиеся пределом сведения. Поскольку значение истинности элементарных высказываний не определяется на основе рассмотрения их логических связей, оно может быть задано только каким-то внелогическим способом. Если в «чистой» математической логике, разрабатывающей схемы отношений между высказываниями, можно отвлекаться от вопроса о том, что представляет собой этот нелогический способ, предполагая лишь данность истинности элементарных знаний, то логический анализ, претендующий на реконструкцию действительного знания, с необходимостью предполагает какое-то решение этого вопроса, хотя сам по себе этот вопрос выходит за рамки собственно логики и относится к области теории познания (по терминологии современной семиотики — это прагматический вопрос). Здесь, таким образом, мы сталкиваемся с тем пунктом, когда чисто логическое исследование действительного знания с необходимостью сочетается с определенной теоретико-познавательной проблематикой — применение определенного логического аппарата (в данном случае математической логики РМ) оказывается связанным с некоторой гносеологической, философской концепцией.

Традиционная идеалистическая философия знает три возможных способа ответа на вопрос о нелогическом определении истинности исходного знания. Во-первых, истинность исходного, не оправдываемого логическим путем знания может рассматриваться априори или схватываться интуитивно (априоризм, интуитивизм),

во-вторых, как принятая по соглашению (конвенционализм), в-третьих, как известная из «опыта», понимаемого субъективистски как чувственное восприятие индивида.

Из этих трех вариантов последний легче всего представить как точку зрения «здравого смысла», согласующуюся с практикой естественнонаучного исследования. Поэтому Рассел и принимает третью альтернативу, рассматривая в качестве источника знания об истинности или ложности элементарных высказываний опыт, взятый как чувственное восприятие. «В той мере, в какой физика или здравый смысл верифицируемы, они должны быть способны к интерпретации единственно посредством действительного чувственно данного (*sense — data*). Причина этого проста. Верификация¹ всегда заключается в появлении ожидаемых чувственных данных» [23; 363, цитируется по 16; 14].

Понимание истинности элементарных утверждений в системе экстенционально связываемых высказываний как эмпирической истинности является вторым основным тезисом логико-гносеологической концепции логического атомизма Рассела. Именно решение вопроса о характере истинности элементарных утверждений превращает *логическую* концепцию Рассела в *логико-гносеологическую* концепцию и позволяет говорить об определенной теоретико-познавательной интерпретации целей и задач логического анализа. Таким образом, хотя сама постановка теоретико-познавательного вопроса о характере исходного знания определяется особенностями логического аппарата (существование элементарных высказываний), тем не менее определенное решение этого вопроса придает соответствующую гносеологическую направленность логическому анализу, создает определенную теоретико-познавательную концепцию логического анализа.

Поскольку из рассмотренной выше логической концепции вытекает, что все знание в конечном счете сводится к совокупности

¹ Английское слово «*verification*» (буквально «установление истинности») может переводиться на русский язык как «проверка». Однако, если это слово употребляется как логический термин, то такой перевод неудачен, поскольку он не дает возможности различить в русском языке логические термины, образованные от глаголов «*to verify*» — «устанавливать истину» и «*to test*» — «проверять» — «*verifiability*» — буквально «возможность установления истинности» и «*testability*» — «возможность проверки». В логике эти два термина, например у Карнапа в его работе «Проверяемость и значение», имеют различный смысл. Перевод «*verification*» как «установление истинности» неудачен потому, что от него нельзя образовать прилагательное (по этой же причине неудачен перевод «*verification*» как «удостоверимость»). Перевод «*verification*» как «оправдание» не дает возможности отличить «*verification*» от другого логического термина — «*justification*», который также переводится как «оправдание» — например «*justification of induction*» — «оправдание индукции». Учитывая все это, наиболее целесообразно употреблять термин «верификация» (и, соответственно, обратный ему «фальсификация» — «*falsification*» от «*to falsify*» — «устанавливать ложность», «опровергать») как непереводаемый.

элементарных утверждений, то теоретико-познавательная интерпретация элементарных утверждений как эмпирически проверяемых путем чувственного восприятия приводит к утверждению, что все знание представляет собой совокупность высказываний о непосредственно данном и что познавательное значение всякого утверждения о мире, определяемое через познавательное значение совокупности элементарных высказываний, функцией истинности которых оно является, в конечном счете раскрывается через его эмпирические, чувственно данные условия истинности. Раскрыть познавательное значение высказывания, понять его, согласно этому взгляду, состоит в том, чтобы знать эмпирические условия его истинности, те «чувственно данные», которые верифицируют это высказывание, иными словами, знать способ его верификации. Витгенштейн следующим образом формулирует это положение: «Понять высказывание — означает знать, что имеется, если оно истинно». Таким образом, фактически уже в логико-гносеологической концепции логического атомизма содержится т. н. верификационный принцип значения, выраженный впоследствии лозунгом Шлика: «Значение предложения есть метод его верификации»¹.

Положение о том, что значение высказывания сводится к его эмпирическим условиям истинности, предполагает, что утверждение о мире, неспособное к эмпирической проверке, лишено познавательного значения. Как же быть тогда с положениями логики и математики, которые явно не могут быть представлены как высказывания о чувственно данном? Это — вопрос, всегда представлявший собой камень преткновения для эмпиризма. В «Логико-философском трактате» Витгенштейна на этот вопрос дается ответ, о котором впоследствии представители логического позитивизма стали говорить как о поворотном пункте в двухтысячелетнем споре эмпиризма и рационализма, как о «революции в философии науки» и т. д. Коротко говоря, ответ Витгенштейна сводится к следующему: положения логики и математики не являются знаниями о

¹ В настоящее время в связи с резким ослаблением влияния логического позитивизма, чему в немалой степени способствовал кризис его концепции логического анализа, среди ряда буржуазных философов (например, Чарльзурт, Эвскомб и др.) наблюдается тенденция как-то подчеркнуть отличие взглядов Витгенштейна, изложенных в «Логико-философском трактате», от взглядов Венского кружка. В частности, утверждается, что в «Трактате» вопрос о характере верификации элементарных предложений остается открытым и что атомарные предложения представляют собой для Витгенштейна лишь логическую необходимость в рамках его конструкции. Логические же позитивисты, по мнению этих авторов, исказили Витгенштейна, придав его учению об атомарных предложениях свой позитивистский смысл. Положение о чувственном восприятии как критерии истинности элементарных утверждений действительно не сформулировано явно в «Логико-философском трактате». Однако оно является единственно возможным в контексте принятой там концепции. Что же касается Рассела, то он открыто формулирует положение о чувственно данном (sense-data) как содержании атомарных предложений.

действительности, они ничего не говорят о мире, они бессодержательны, пусты. Это — лишь схемы, указывающие допустимые преобразования формы языковых выражений, но никоим образом не затрагивающие их смысла. Они безотносительны к какому-то конкретному положению дел в действительности, «истинны во всех возможных мирах», по выражению Лейбница.

Что касается положений логики, то они, по Витгенштейну, являются тавтологиями, составными высказываниями, истинными при любых значениях истинности составляющих (так называемые всегда истинные или тождественно истинные формулы исчисления высказываний в современной терминологии). Очевидно, что поскольку тавтология истинна при любом возможном положении дел в мире, то она не сообщает никакой информации о мире, она «пуста» по содержанию. Отсюда, в частности, истинность логических положений раскрывается исключительно из анализа их формы, безотносительно к какому-либо знанию фактов действительности. «6. 113. Специфическим признаком логических предложений является то, что их истинность видна из одних только символов и этот факт заключает в себе всю философию логики» [1; 84]. «6. 122... Предложение логики не только не должно опровергаться никаким возможным опытом, но оно также не может им подтверждаться» [1, 86]. Аналогичную природу, по Витгенштейну, имеют положения математики: «6. 2. Математика есть логический метод. Предложения математики являются уравнениями, а потому псевдопредложениями. 6. 22. Логику мира, которую предложения логики показывают в тавтологиях, математика показывает в уравнениях [1; 89].

Всей этой логико-гносеологической концепции Рассел и Витгенштейн предпосылают определенное «основание» в виде плюралистической «атомистической» онтологии. Постулирование этого основания собственно и позволяет говорить о философии логического атомизма. Рассел следующим образом характеризует основную черту онтологического учения логического атомизма: «Выдвигаемую мною философию можно назвать логическим атомизмом или абсолютным плюрализмом, ибо она утверждает, что имеется много отдельных вещей, и отрицает некоторое единство, составленное из этих вещей» [24; 11].

«Атомистическая метафизика» Рассела является, однако, не чем иным, как неправомерной онтологизацией его концепции логического строения знания. Как указывает один из современных комментаторов логического атомизма Урмсон, «Рассел пришел к мысли, что мир имеет структуру логики, грамматика которой была бы совершенна в отличие от грамматики вводящих в заблуждение естественных языков. Как логика имела индивидуальные переменные в своем словаре, так и мир содержит разнообразие единичностей (particulars), наименования которых были бы константами, замещающими в качестве внелогического словаря эти переменные;

так как логика требует только экстенциональных связей, связей функций истинности между элементарными высказываниями, то мир должен состоять из независимых, экстенционально связанных фактов... Мир состоит из бесконечно большого количества атомарных фактов, которым могут соответствовать истинные атомарные высказывания» [29; 7].

Таким образом, по Расселу, «логическим атомам», безразличным друг к другу логическим единичкам, элементарным или «атомарным» высказываниям, соответствуют такие же безразличные друг другу онтологические «атомы» — единичные «атомарные» факты.

Рассел, собственно, и сам признает, что его онтологическая доктрина обусловлена его логическим учением. «Я постараюсь сформулировать... определенный вид логической доктрины и на основе этого определенный тип метафизики» [25; 178] (курсив мой. — В. Ш.). Характерно в этом отношении, что природу факта — основного понятия своей онтологии — Рассел не может охарактеризовать иначе чем как условие истинности высказывания: «Когда я говорю о факте, ...я подразумеваю тип вещей, который делает высказывание истинным или ложным» [25; 182]. Атомарный факт, по Расселу, состоит в обладании единичной вещью (particular) чувственно воспринимаемой характеристикой или в отношении, имеющем место между двумя или более единичными вещами. Атомарный факт является, таким образом, условием истинности элементарных утверждений системы экстенционально связанных высказываний.

Постулируя, что мир имеет структуру математической логики, логические атомисты устанавливают однозначное соответствие между структурой мира и структурой логики. Тогда как в действительной разработке системы логического атомизма первичной в этом соотношении является структура экстенциональной логики, а атомистическая структура мира представляет собой лишь ее проекцию, при изложении системы логического атомизма это отношение переворачивается и логическая структура знания о мире выводится из свойств атомистической структуры мира. Именно так излагается отношение онтологии и логики логического атомизма в «Логико-философском трактате» Витгенштейна.

Теория однозначного соответствия идеального языка и действительности приводит Витгенштейна к концепции предложения как образа реальности. Разумеется, «образ» здесь понимается не так, как в диалектико-материалистической теории отражения. По Витгенштейну, предложение является образом в том смысле, что элементы предложения как символизирующего факта находятся в однозначном соответствии с элементами символизируемого факта действительности. Истинность или ложность образа состоит в соответствии или несоответствии его смысла действительности [1; 36]. Чтобы узнать, продолжает Витгенштейн, истинен или ложен образ, мы должны сравнить его с действительностью

стью — из образа самого по себе нельзя узнать, истинен он или ложен. Каким же образом, однако, установить постулируемое соответствие предложения факту, осуществить сравнение лингвистического факта — предложения с онтологическим фактом? Этот вопрос остается неразрешимым для витгенштейновской «теории корреспонденции» («корреспонденция» здесь — соответствие предложения факту).

II. «Концепция эмпирического значения» как теоретико-познавательная основа неопозитивистской «логики науки»

Постулирование логическими атомистами учения о действительности как о совокупности атомарных фактов в качестве «онтологического основания» логико-гносеологической концепции приводит к определенным неувязкам и противоречиям в доктрине логического атомизма в целом. Во-первых, согласно логико-гносеологической концепции Рассела—Витгенштейна познавательным значением, в конечном счете, обладают: 1) чувственно верифицируемые утверждения о мире; 2) положения логики и математики, выражающие правила преобразования символических форм. Как же быть тогда с собственно философскими, «метафизическими» утверждениями логических атомистов о мире как совокупности атомарных фактов, о структуре атомарного факта, об отношении символизируемого и символизирующего факта и пр.? Это — явное противоречие в учении логического атомизма, которое Витгенштейн в «Логико-философском трактате» стремится смягчить, рассматривая свою «метафизику» как своего рода лестницу, которая должна быть убрана после того, как будет достигнута высоты истинного познания природы философии. Во-вторых, как мы уже отмечали выше, постулируя существование атомарных фактов и соответствие этим фактам истинных атомарных предложений («теория корреспонденции»), логический атомизм оказывается перед неразрешимой трудностью объяснения акта сопоставления, сравнения фактов с предложениями, поскольку сама постановка вопроса оказывается заведомо неправомерной: установление соответствия знания предмету не может быть осуществлено посредством сравнения его языковой формы со структурой предмета.

Эти слабости учения логического атомизма вызвали резкую критику со стороны неопозитивистов Венского кружка, которые рассматривали их как досадные следствия «метафизической ограниченности» доктрины Рассела и Витгенштейна, выразившиеся, по их мнению, в постановке вопроса об атомистической природе действительности, о соответствии знаний атомарным фактам и т. д. В этой критике, конечно, проявился, прежде всего, философский субъективизм представителей Венского кружка, однако следует

учесть, что тот подход к проблеме соответствия знания действительности — сравнение «готовых» высказываний со стороны строения их знаковой формы со структурой выражаемого ими «готового» содержания, который имел место в логическом атомизме, — был абсолютно бесперспективен и способен был только дискредитировать саму проблему. Трудно поэтому возразить против такого, например, критического замечания в адрес теории корреспонденции, которое делает логический позитивист Гемпель: «Высказывания никогда не сравнимы с реальностью, с фактами. Никто из тех, кто поддерживает противопоставление реальности и высказываний, не в состоянии дать точного ответа о том, как может быть осуществлено сравнение между высказываниями и фактами и как мы можем удостовериться в структуре факта» [11; 51].

Действительно, сравнение предполагает реальное, чувственно данное существование сравниваемых предметов. Высказывание непосредственно дано через его знаковую форму. А выражаемое им содержание? Упростим проблему и будем говорить только о высказываниях о чувственно воспринимаемых явлениях. Тогда с некоторой натяжкой можно думать о содержании высказывания как о чувственно данном. Очевидно, однако, что чувственно данные явления по своей структуре не могут быть уподоблены предложениям. В белой стене, отражаемой в высказывании «эта стена — белая», невозможно найти ни субъекта, ни предиката.

В самой по себе действительности не может быть найдено какого-то чувственного прообраза связи элементов высказывания, выражающейся в структуре его знаковой формы.

Однако постановка вопроса о сравнении предложения с фактами в теории корреспонденции Витгенштейна не является просто нелепостью. Она обусловлена самим характером логического аппарата, с которым имеет дело Витгенштейн. Действительно, если знание рассматривается только как система «готовых» экстенционально связанных, изолированных высказываний, то решение проблемы соответствия знания действительности может мыслиться только в плане сравнения предложения с фактом. Поскольку этот путь заводит в тупик, то субъективистский отказ неопозитивистов от проблемы сопоставления знания с предметом является единственно возможным выходом из положения в рамках данной логической концепции.

«Гносеологическим источником» субъективизма неопозитивистов в данном вопросе является, таким образом, ограниченность логической концепции как Рассела — Витгенштейна, так и представителей Венского кружка. Это один из примеров того, как универсализация формально-логического подхода, попытки строить теорию знания, основанную исключительно на понятиях формальной логики, приводит к неверным, идеалистическим, в конечном счете, гносеологическим концепциям. Если пользоваться

представлениями о знании в целом, какие можно получить исходя из понятий формальной логики, то невозможно правильно решить вопрос о характере установления соответствия, например, между элементами знания и действительности.

В то же время, как мы убедились выше, логико-гносеологическая концепция логического атомизма возникает совершенно независимо от каких-либо онтологических предпосылок. Отказ от таких онтологических предпосылок в виде учения о действительности как совокупности атомарных фактов никак не отражается на существовании логико-гносеологической концепции, что и понятно, поскольку это учение является не чем иным, как незаконной онтологизацией. Поэтому, отбросив плюралистическую онтологию логического атомизма, неопозитивисты Венского кружка смогли заимствовать логико-гносеологическую концепцию Расселя — Витгенштейна в ее основных чертах: представление знания как системы экстенционально связанных высказываний, понимание истинности элементарных высказываний как эмпирической истинности, принципиальное противопоставление логической природы положений логики и математики как схем символических преобразований положениям остальных наук как эмпирическому знанию о действительности.

Отказ от атомистической онтологии повлек за собой, однако, изменение по форме целей и направленности логического анализа. Один из современных исследователей логического позитивизма Урмсон так говорит об этом: «Вместо выявления логической структуры мира путем показа того, как все факты являются усложненными наборами атомарных, элементарных или базисных фактов, мы имеем теперь выявление структуры языка науки как такового» [29; 120].

При этом на первый план как направляющее начало логического анализа выдвигается *принцип познавательного значения высказываний*: познавательным значением обладают, по мнению неопозитивистов, либо утверждения с эмпирически определяемыми условиями истинности, имеющие, таким образом, эмпирическое значение, истинность их в конечном счете определяется путем эмпирической проверки посредством чувственного восприятия, либо высказывания, имеющие формальное значение, истинность которых определяется исключительно логическим анализом их составляющих безотносительно к какому-либо положению дел в действительности — их истинность определяется, согласно неопозитивистам, чисто логическим путем. Таковы положения логики и математики.

Утверждения с эмпирическими условиями истинности противопоставлялись неопозитивистами утверждениям с формальным значением как *синтетические высказывания аналитическим*. Это различие послужило основой для проводимого впоследствии в логической семантике Карнапа противопоставления логически

истинных и фактически истинных предложений. Строгая дихотомия логической и фактической истинности (соответственно — аналитических и синтетических утверждений) явилась одним из краеугольных камней гносеологии неопозитивизма. Впоследствии мы увидим, что неопозитивисты не сумели строго провести эту дихотомию по отношению к естественнонаучному знанию¹.

Карнап следующим образом формулирует различие двух вышеуказанных типов утверждений: «Предложения, имеющие смысл, распадутся на следующие виды: во-первых, имеются предложения, которые истинны уже на основе своей формы («тавтологии» по Витгенштейну; они приблизительно соответствуют кантовским «аналитическим суждениям»); они ничего не высказывают о действительности. К этому виду принадлежат формулы логики и математики; они сами не являются высказываниями о действительности, но служат для трансформации таких высказываний. Во-вторых, имеются предложения, обратные им («контрадикции»); они противоречивы, следовательно ложны на основе своей формы. Для всех остальных предложений ответ о ложности или истинности заключен в протокольных предложениях; вследствие этого они суть (ложные или истинные) предложения опыта и принадлежат к эмпирическим наукам» [5; 236].

Логика и математика, таким образом, противопоставляются неопозитивистами остальным наукам как вспомогательный аппарат формальных преобразований, инвариантных смыслу утверждений, знанию о действительности, — как *формальная наука фактуальной науке*.

Положения, не обладающие ни эмпирическим, ни формальным значением, неопозитивисты объявляют лишенными смысла псевдовысказываниями. В их разряд заносятся философские утверждения о мире. Это «преодоление метафизики логическим анализом языка» (именно так называется одна из сравнительно ранних работ Карнапа) в действительности, конечно, является приемом борьбы современного идеализма против материализма. В данной работе, однако, мы не занимаемся специально рассмотрением субъективно-идеалистического существа неопозитивистского лозунга «преодоления философии», которое достаточно хорошо разъяснено в нашей философской литературе, ни критикой взглядов неопозитивистов на логическую природу логики и математики, что должно послужить темой отдельного исследования, а ограничимся разбором неопозитивистских попыток осуществления логического анализа знания, направленного на выявление так называемого эмпирического значения научных понятий и утверждений.

¹ Они фактически не сумели провести эту дихотомию и в отношении логико-математического знания, однако это представляет особую тему.

Гносеологическая несостоятельность неопозитивистской концепции «эмпирического значения» очевидна. Эта концепция сводит логическое, специфически мысленное содержание знания к чувственному знанию, к выражению в речи данных восприятия, лишая тем самым мышление его специфики как высшей формы отражения, она ограничивает проверку знания установлением факта существования некоторого чувственного восприятия, сменяет проблему познавательного значения как проблему отношения знания к действительности с проблемой отношения логического знания к чувственному знанию и тем самым подменяет одну проблему другой.

Но было бы неверно просто констатировать несостоятельность гносеологических основ неопозитивистской концепции логического анализа науки, их несоответствие принципам диалектического материализма и на этом поставить точку. В рамках неопозитивистской концепции логики науки в 30, 40, 50-х годах проводились многочисленные и разнообразные по тематике исследования по логическому анализу науки, сама концепция за это время претерпела значительные изменения. Необходим детальный анализ всего этого. В ходе попыток реализовать программу логического исследования науки с позиции указанной выше концепции был накоплен значительный материал. Этот материал, во-первых, позволяет более рельефно и убедительно показать несостоятельность неопозитивистской гносеологии применительно к конкретным логическим и методологическим проблемам науки; во-вторых, позволяет показать неправомочность неопозитивистских интерпретаций тех или иных логических моделей и определить действительные условия и границы их применимости; в-третьих, дает возможность более ясно представить ту реальную логическую проблематику науки, которая не укладывается в рамки формально-логических моделей и требует принципиально иных путей своей разработки.

В основе концепции «эмпирического значения» у представителей Венского кружка лежало убеждение, что познавательное значение утверждения о мире состоит в выражении некоторого непосредственно данного положения дел. «Значение высказывания, — утверждает Карнап, — состоит в выражении (мыслимого, не обязательно также актуального) положения дел. Если (утверждаемое) высказывание не выражает (мыслимого) положения дел, оно не имеет значения и, следовательно, только по видимости является утверждением» («положение дел» понимается Карнапом как нечто чувственно данное. — В. III.) [1; 27—29; цитируется по 16; 29].

Возможность эмпирической проверки, являющаяся показателем того, что утверждение имеет эмпирические условия истинности, стала рассматриваться при этом неопозитивистами в качестве критерия эмпирического значения. В связи с этим *неопозитивист-*

ская концепция познавательного значения утверждений получила также название «верификационной теории значения». Чтобы сделать вопрос достаточно ясным, мы полностью приведем пространственные формулировки виднейших представителей Венского кружка — Карнапа и Шлика, где позиция неопозитивизма изложена предельно четко. «Двумя основными проблемами теории познания являются вопрос о значении и вопрос о верификации. Первый вопрос состоит в том, при каких условиях предложение имеет значение в смысле познавательного, фактического значения. Второй вопрос состоит в том, как мы можем найти, является ли данное предложение истинным или ложным. Второй вопрос предполагает первый. Очевидно, мы должны понять предложение, т. е. мы должны знать его значение, перед тем как пытаться определить, истинно оно или нет. Но с точки зрения эмпиризма существует тесная связь между двумя этими проблемами. В определенном смысле существует только один ответ на оба эти вопроса. Если мы знаем, что должно быть для того, чтобы предложение было истинным, то мы знаем, каково его значение. И если у двух предложений условия, при которых мы должны рассматривать их как истинные, те же самые, то они имеют то же самое значение. Таким образом, значение предложения в определенном смысле идентично со способом, при помощи которого мы определяем его истинность или ложность. И предложение имеет значение, если только такое определение возможно» [6; 420]. «Установить значение предложения — это значит установить правила, в соответствии с которыми предложение должно использоваться, и это то же самое как установить способ, которым оно может быть верифицировано или фальсифицировано. Значение высказывания есть метод его верификации» [28; 341]. «Значение высказывания может быть дано только путем задания правил его верификации в опыте (добавление «в опыте» в действительности излишне, так как другой тип верификации не определен)» [28; 342].

Сами логические позитивисты указывают на то, что очень близкие к их «верификационной теории значения» взгляды содержатся в прагматизме и в операционализме Бриджмена. Максима прагматистов — «различие должно производить различие, чтобы быть различием», — языковое различие должно производить различие в эмпирически воспринимаемых следствиях, если оно должно отражать различие значений. Операционалисты же утверждают, что имеющие реальный смысл научные понятия должны быть доступны определению через экспериментально воспроизводимые ситуации.

От близких к ней концепций прагматизма и операционализма Бриджмена «верификационная теория значения» неопозитивистов отличается использованием строгого логического аппарата, а от концепции Бриджмена, кроме того, своей общностью, поскольку принцип операционализма распространяется только на понятия.

Вся эта охарактеризованная выше концепция была положена в основу неопозитивистской программы, которая была изложена в публикации, озаглавленной «Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis» («Научное мировоззрение. Венский кружок». 1929). В этом документе указывалось, в частности: «Цель состоит в том, чтобы образовать *Einheitswissenschaft*, т. е. единую науку, охватывающую все познание реальности. Путь к этому лежит в применении логического метода анализа, выработанного Пеано, Фреге, Уайтхедом, Расселом, который служит как для того, чтобы элиминировать метафизические проблемы и утверждения как не имеющие смысла, так и для того, чтобы прояснить значение понятий и предложений эмпирической науки путем показа их непосредственно наблюдаемого содержания — *das Gegebene*» [16; 4].

Осуществление в процессе логического анализа неопозитивистской программы раскрытия эмпирического значения понятий и утверждений науки предусматривает решение двух задач: 1) выделения в качестве эмпирической основы всей совокупности знаний о действительности определенного класса высказываний, истинность которых полностью и безоговорочно устанавливалась бы путем чувственного восприятия — проблема базисного знания; 2) определения логических связей всех остальных утверждений и понятий с этой эмпирической основой, при помощи которых выявлялись бы эмпирические условия истинности любого утверждения о мире — последняя проблема в разных своих ракурсах выступает как проблема сведения содержания высказываний и понятий к эмпирическому содержанию, как проблема эмпирической проверки высказываний, как проблема выработки критерия эмпирического значения.

Рассмотрим, удалось ли неопозитивистам решить эти задачи.

III. Проблема базисного знания в концепции эмпирического значения

Отказавшись от идеи соответствия атомарных предложений атомарным фактам и в связи с этим от самого термина «атомарное предложение», неопозитивисты поначалу сохранили тем не менее концепцию Витгенштейна о существовании непроверяемых элементарных предложений как некоего эталона истинности любого утверждения о мире. Такие исходные высказывания, рассматриваемые как «чистые» эмпирические утверждения, целиком и полностью сводящиеся к выражению «непосредственно данного», получили у них название «протокольных предложений».

Вскоре, однако, сами неопозитивисты вынуждены были признать, что в действительности не существует предложений чистого опыта, что предложения, выражающие результаты наблюдения, всегда предполагают некоторое истолкование их содержания, и

поэтому само по себе чувственное восприятие, хотя, конечно, и является необходимым условием получения высказывания о наблюдении, тем не менее не может безоговорочно гарантировать его истинности. Признание этого положения мы находим у Айера в его книге «Язык, истина и логика»: «Понятие «указательного (ostensive) предложения» — в это понятие Айер вкладывает смысл, аналогичный понятию протокольного предложения — включает в себя противоречие в самом термине. Оно предполагает, что может быть предложение, которое состоит из чисто указательных символов и в то же время является доступным пониманию. А это логически невозможно... Факт состоит в том, что нельзя в языке указать объект без того, чтобы не описать его. Если предложение выражает утверждение, оно не может просто назвать ситуацию, оно должно сказать также кое-что о ней. В описанной ситуации мы не просто «регистрируем» чувственное содержание, мы классифицируем его тем или иным способом. Но это означает, что мы выходим за пределы непосредственно данного» [2; 127].

Против принципа абсолютной непровержимости протокольных предложений с самого начала выступал Нейрат, утверждавший, что «нет способа сделать абсолютно достоверные протокольные предложения отправной точкой науки. *Tabula rasa* не существует (т. е. в знании не существует «чистого» непосредственного опыта в изоляции от его истолкования.— *В. Ш.*). Нас можно сравнить с моряками, которые должны перестроить свой корабль в открытом море, не будучи даже в состоянии ввести его в док, чтобы перестроить по частям» [17; 206; цитируется по 16; 71]. Взгляд Нейрата вскоре был поддержан Карнапом, признавшим, что в строении науки нет абсолютно базисных предложений, что определенные эмпирические предложения принимаются в качестве протокольных как пределы сведения на основе наших решений и не обладают какими-либо преимуществами по сравнению с другими видами предложений. Очевидно, что эта точка зрения Карнапа представляет собой шаг к конвенционализму в вопросе об исходных утверждениях.

Еще более резко тенденция к конвенционализму выявилась в решении Нейратом вопроса о критерии приемлемости протокольных предложений, который естественно возник перед ним и Карнапом в результате их отказа от чистого опыта в качестве такого критерия. Нейрат утверждал, что этим критерием может быть лишь взаимная непротиворечивость эмпирических предложений.

Против отказа Нейрата и Карнапа от принципа абсолютной непровержимости базисного эмпирического знания выступил Шлик. Шлик начинает свою критику Нейрата и Карнапа с утверждения, что такой отказ приводит в конечном счете к полному релятивизму в решении проблемы истинности. Защищая идею существования строго верифицируемой основы знания, Шлик взамен понятия протокольного предложения выдвигает понятие

«констатаций» (Konstatierungen), которое должно выражать только сам факт восприятия и не содержать какой-либо его интерпретации. По мысли Шлика, эти «констатации» должны иметь форму — «Здесь сейчас имеет место тот-то и то-то».

Так как любое научное утверждение, в том числе и протокольное предложение, по Шлику, представляет собой гипотезу и, следовательно, может быть отвергнуто, то Шлик должен признать, что его неопровержимые «констатации» не являются научными утверждениями, но представляют собой лишь стимул для образования соответствующих протокольных предложений. При этом Шлик утверждает, что в отличие от обыкновенных эмпирических высказываний у «констатаций» совпадает акт понимания и верификации в процессе сравнений «констатаций» с фактами. Это роднит «констатации» с аналитическими высказываниями, — как и в случае аналитических высказываний раскрытие значения «констатации» есть одновременно установление его истинности.

Попытка Шлика спасти концепцию абсолютно неопровержимой эмпирической основы знания при помощи понятия «констатации» оказалась, однако, обреченной на неудачу — поскольку истинность «констатации» могла рассматриваться только как моментальная, ограниченная временем акта восприятия, то не представлялось возможным записывать такие «констатации» подобно обыкновенным высказываниям. Но тогда нельзя понять, каким образом «констатации» могут быть сравнены с другими высказываниями и выполнять свою роль эталона истинности.

Причина несостоятельности понятия «констатаций» та же, что и причина несостоятельности понятия протокольных предложений как чистых предложений опыта — чувственное восприятие в его «чистоте», свободное от каких-либо логических примесей, не может быть выражено в языке; выражение чувственного восприятия в языке привносит фактор универсальности и объективности, не сводимый к моментальному и субъективному акту восприятия. Благодаря этому неопозитивистская концепция базисного знания оказывается перед дилеммой: а) либо акт чувственного восприятия зафиксирован в языке, но тогда он теряет свою «чистоту» и, следовательно, не может служить безусловным критерием истинности исходного знания, б) либо чувственное восприятие свободно от какой-либо мысленной интерпретации, но тогда оно не может быть выражено в языке и, следовательно, вообще не может служить средством обоснования знания.

На эволюцию взглядов неопозитивистов о природе базисного знания значительное влияние оказал Поппер¹ [19.] Он подвергает

¹ Поппер по своим философским убеждениям, по существу, очень близок к логическому позитивизму, однако, никогда не входил в объединение Венского кружка и всегда настойчиво подчеркивал независимость своих взглядов и их отличие от взглядов неопозитивистов — Венского кружка. Отличие это, конечно, только по форме, а по существу концепция Поппера, изложенная им в его книге «Логика исследования» (K. Popper. Logik der

критике крайний субъективизм концепции протокольных предложений, указав, что чувственное восприятие может дать нам только субъективное чувство убежденности в истинности высказывания, но никогда не в состоянии дать его объективного оправдания. Поппер, конечно, совершенно недопустимо сужает смысл объективности знания, ограничивая его сверхсубъективной проверяемостью (фактически общезначимостью), однако его критика чувственного восприятия как критерия истины, несомненно, справедлива. «Может ли какое-либо высказывание быть оправдано тем фактом, что К. Р. Р. полностью убежден в его истине? Ответ на это — «нет», и любой другой ответ был бы несопоставим с идеей научной объективности» [19; 46].

Понятию протокольных предложений Поппер противопоставляет понятие базисных высказываний. В отличие от протокольных предложений, представляющих собой запись чувственных восприятий субъекта, «базисные высказывания являются — в материальном модусе речи — высказываниями, утверждающими, что наблюдаемое событие встречается в определенном индивидуальном режиме пространства и времени» [19; 103].

Что касается определения истинности базисных высказываний, то Поппер утверждает, что принятие или отказ от базисных высказываний зависит от наших решений [19; 108]. Однако Поппер подчеркивает при этом, что решение это мотивируется опытом [19; 105]. Таким образом, откровенно отходя от крайнего субъективизма идеалистического эмпиризма в решении проблемы исходного знания, он делает весьма значительные шаги в сторону конвенционализма. Поппер сам признает это, однако, утверждает, что его отличие от конвенционализма состоит в том, что высказывания, принимаемые по решению, являются единичными, а не общими. Это, конечно, не существенно для оценки концепции как конвенционалистской. Другое дело, что его концепция не чисто конвенционалистская, а представляет определенный компромисс между конвенционализмом и субъективистским эмпиризмом.

В общем и целом концепция Поппера весьма близка к более поздней версии концепции протокольных предложений Нейрата и Карнапа. Эта близость еще более усилилась после перехода неопозитивистов на позиции так называемого физикализма. Вместо феноменалистического языка, описывающего психические переживания субъекта («протокольные предложения») — это предложения «феноменалистического языка») в качестве «универсального языка науки» неопозитивисты стали употреблять «физикалистский», или, как впоследствии было уточнено, «вещный язык», который включал описания наблюдаемых вещей, их свойств и отношений. В связи с этим при рассмотрении проблемы базисного знания неопозитивисты вместо понятия протокольных предложений (*Forschung. Wien, 1935*) есть лишь частный вариант неопозитивистской «логики науки».

стали употреблять понятие «предложений наблюдения», описывающих непосредственно наблюдаемые реальные события (вроде «это — красное», «этот предмет находится слева от того предмета» и т. п.), которое фактически ничем не отличалось от понятия базисного высказывания Поппера.

Переход к «физикалистскому», или «вещному», языку ничего не меняет по сути дела в проблеме исходного знания — при замене понятия протокольных предложений понятием предложения наблюдения сохраняется вся характерная для протокольных предложений проблематика. Сформулированная же в конечном счете в работах неопозитивистов (Карнап, Гемпель) концепция определения истинности «предложений наблюдения» представляет собой определенный компромисс между субъективно-идеалистическим эмпиризмом и конвенционализмом, сложившийся, как мы видели, уже в ходе дискуссии по протокольным предложениям, — с одной стороны, признается, что предложения наблюдения являются исходными утверждениями, на основе которых устанавливается истинность всех остальных высказываний, поскольку чувственное восприятие дает возможность либо принять, либо отвергнуть эти высказывания; с другой стороны, оговаривается, что чувственное восприятие не является безусловной гарантией истинности предложений наблюдения, что оно в лучшем случае может только подтверждать предложения наблюдения с очень высокой степенью вероятности, а окончательное принятие предложения наблюдения в качестве истинного всегда основано на субъективном решении познающего, включает в себя конвенциональный момент.

Подведем итоги эволюции неопозитивистских взглядов на природу элементарного знания. Пытаясь решить проблему нелогической верификации элементарных утверждений в системе экстенционально связанных высказываний, неопозитивисты рассматривали в качестве критерия истинности элементарных высказываний чувственное восприятие, а предложения, выражающие данные наблюдения, как абсолютную проверочную основу знания. Подобная концепция имеет свое основание в том, что акт чувственного восприятия является, несомненно, необходимым и непосредственным условием получения высказываний, констатирующих чувственно воспринимаемые положения дел, послуживших прототипом для неопозитивистских «протокольных предложений», а впоследствии «предложений наблюдения». Тем не менее, даже в том случае, если предложение формулирует акт чувственного восприятия, последний сам по себе не является достаточным условием получения высказывания.

Как мы уже указывали, само выражение ощущения в речи, словами, при помощи общих понятий, хотя они и имеют чувственный коррелят, привносит универсальное, сверхсубъективное, специфически мысленное содержание. Поэтому получение высказываний, даже о непосредственно данном, представляет собой опре-

деленную познавательную деятельность, не сводимую к акту восприятия. Выявление механизма этой деятельности предполагает восстановление связей, лежащих за рамками отдельного индивидуального сознания (общественно-практическая деятельность человека, происхождение мышления в связи с ней и пр.). Столкнувшись со всеми этими проблемами, с невозможностью выделения в системе знания уровня «чистого опыта», будучи не в состоянии рационально объяснить механизм специфически мысленной познавательной деятельности при получении высказываний наблюдения в его взаимодействии с чувственным познанием, неопозитивисты приходят к эклектическому соединению субъективно-идеалистического эмпиризма и конвенционализма.

IV. Проблема сведения знания к эмпирической основе в неопозитивистской «логике науки»

а) «Редукционистский» этап

Первоначально в Венском кружке логические отношения между высказываниями наблюдения и остальными утверждениями понимались как отношения эквивалентности; считалось, что каждое осмысленное утверждение о действительности должно быть эквивалентно некоторому конечному классу непосредственно проверяемых высказываний. Это положение было заимствовано Венским кружком из «Логико-философского трактата» Витгенштейна, где утверждалось, что всякое предложение есть функция истинности атомарных предложений. Соответственно, в качестве критерия познавательного значения утверждений о действительности рассматривалась возможность полной верификации (верификационный критерий значения).

Подобная точка зрения, однако, явно противоречила логическому характеру высказываний, в которых формулируются законы науки. В большинстве случаев эти высказывания являются универсальными высказываниями, высказываниями неограниченной общности, они распространяются на бесконечный класс предметов, утверждают нечто о любом предмете данного класса независимо от его пространственно-временной локализации. Например, высказывание «все металлы расширяются при нагревании» утверждает признак всех возможных металлов независимо от места и времени их обнаружения, отличаясь этим от такого высказывания, как «все книги, которые лежат сейчас на этом столе, изданы в Москве», которое утверждает признак некоторого конечного, считаваемого класса предметов в определенном месте и в определенное время.

Благодаря этой неограниченной общности высказываний, в которых формулируются законы науки, научное познание обла-

дает функцией предвидения ранее не наблюдавшихся событий на основе прошлого опыта. Очевидно, что высказывания неограниченной общности не могут быть эквивалентны какому-то конечному классу единичных утверждений; тем самым получалось, что, согласно верификационному критерию, законы науки лишаются познавательного значения. В связи с этим Поппер заметил, что верификационным критерием «логические позитивисты разрушили не только метафизику, но и науку» [19; 313].

Логики, защищавшие точку зрения Витгенштейна, что всякое утверждение о мире является функцией истинности единичных эмпирических высказываний (Шлик, Рамзей), пытались выйти из положения, отрицая вообще, что предложения, выражающие законы науки, формулируют высказывания. Они считали, что эти предложения выражают лишь правила для производства высказываний. Так, Шлик утверждал, что «естественные законы не являются общими импликациями, потому что они не могут быть верифицированы для всех случаев. Они являются скорее директивами, правилами поведения исследователя для того, чтобы ориентироваться в реальности, предвидеть определенные события» [27; цитируется по 30; 146].

Подобного же взгляда придерживался английский логик Рамзей, который называет высказывания неограниченной общности «переменными гипотетическими» (*variable hypothetical*). «Переменные гипотетические не являются суждениями, но правилами для производства суждений: «Если я встречу *A*, то буду рассматривать его как *B*» [21; 241].

Такое понимание лишает законы науки характера знания и делает тем самым невозможным их анализ с точки зрения истинности или ложности. При этом не предлагается никаких способов для решения вопроса о том, почему именно эти, а не другие правила позволяют нам предвидеть определенные события, как и по каким принципам эти правила связаны с другими подобными правилами и т. д. Следовательно, законы науки выпадают из сферы логического исследования. Последовательно проводя эту точку зрения, Витгенштейн вообще отрицал возможность рационального анализа способности научного предвидения и его правомерности: «5.1361. События будущего не могут выводиться из событий настоящего. Вера в причинную связь есть предрассудок» [1; 64].

Таким образом, отказ от высказываний неограниченной общности приводит к иррационализму в отношении исследования важнейшей функции научного познания — функции предвидения. Поскольку указанный подход к проблеме высказываний неограниченной общности, формулирующих законы науки, был явно несостоятелен, неопозитивисты оказались вынужденными пересмотреть свои взгляды на характер логических отношений утверждений о действительности с «базисными» высказываниями. Так как верификационный критерий лишил высказывания о зако-

нах науки познавательного значения, то этот пересмотр пошел в первую очередь по линии разработки нового критерия познавательного значения.

Первая попытка пересмотра критерия эмпирического значения, заключающаяся в замене принципа верифицируемости принципом фальсифицируемости, приписывается обычно в публикациях логических позитивистов Попперу. Он, так же как и неопозитивисты Венского кружка, считает, что подлинно научным знанием о действительности может быть только чувственно проверяемое знание. Однако, в отличие от Витгенштейна и неопозитивистов Венского кружка, Поппер отождествляет эмпирическую проверяемость не с возможностью верификации, а с возможностью эмпирического опровержения высказывания — с «фальсифицируемостью». Очевидно, что высказывания неограниченной общности удовлетворяют критерию фальсифицируемости, поскольку для фальсификации высказывания неограниченной общности достаточно одного единственного примера. Принцип фальсифицируемости рассматривается Поппером как «критерий демаркации» — отличия научного эмпирического знания о мире от «метафизических систем».

Хотя Поппер резко восстает против имеющей место у неопозитивистов интерпретации его фальсификационного критерия демаркации как варианта неопозитивистского критерия познавательного значения, несомненно, что по существу «критерий демаркации» Поппера выполняет те же функции, что и критерий познавательного значения. В самом деле, основная идея неопозитивистского принципа познавательного значения состоит в том, что возможность эмпирической проверки понимается как обязательное условие содержательности утверждения о мире, его информативности. Эта же идея лежит в основе его критерия фальсифицируемости. «В той мере, в какой научное положение говорит о реальности, оно должно быть фальсифицируемо, и в той мере, в какой оно не фальсифицируемо, оно не говорит о реальности» [19; 314].

В качестве критерия эмпирической проверяемости фальсификационный критерий страдает аналогичным с верификационным критерием недостатком — он слишком узок, так как ему не удовлетворяют высказывания о существовании предметов определенного рода, например, «существуют огромные морские змеи», поскольку процесс фальсификации таких высказываний бесконечен¹.

Признав несостоятельность верификационного критерия, неопозитивисты пришли к необходимости замены понятия строгой,

¹ И общим высказываниям об открытом классе и высказываниям о существовании удовлетворял бы критерий, выдвигающий в качестве условия эмпирической значимости либо верифицируемость, либо фальсифицируемость. Однако, как будет в дальнейшем показано, верификация или фальсификация отдельно взятого утверждения, термины которого выражают теоретические понятия, невозможны. Для определения же эмпирической значимости утверждений в теоретической системе дизъюнкция верифицируемости и фальсифицируемости не имеет каких-либо преимуществ.

полной верификации понятием неполной верификации — *подтверждения*. Замена понятия верификации понятием подтверждения получила свое развернутое выражение в работе Карнапа «Проверяемость и значение»: «Если под верификацией понимается полное и окончательное установление истинности, то универсальные предложения, например так называемые законы физики или биологии, никогда не могут быть верифицированы... Мы не можем верифицировать закон, но мы можем проверить его, проверяя его единичные примеры, которые мы выводим из закона и из других предложений, установленных предварительно. Если в продолжительной серии таких проверочных экспериментов не найден негативный пример, а число позитивных примеров возрастает, то наша убежденность в законе будет расти шаг за шагом. Таким образом, вместо верификации мы можем говорить здесь о постоянно возрастающем подтверждении закона» [6; 425].

Идея принципа подтверждаемости вместо верифицируемости защищалась также Рейхенбахом, в частности в его работе «Опыт и предвидение» (1938). Поскольку серия проверочных экспериментов не исчерпывает всех логически возможных случаев, следует говорить о неполном подтверждении. На основании определенных, данных Карнапом в первом издании «Проверяемости и значения», высказывание P не полностью подтверждаемо в том случае, если существует такой бесконечный подкласс C предложений наблюдения, что предложения C взаимонезависимы и являются следствиями P . Следовательно, содержание не полностью подтверждаемых высказываний раскрывается в бесконечном ряде высказываний наблюдения. Тем самым Карнап в «Проверяемости и значении» допускает, что познавательное значение утверждений о действительности не сводится только к фиксации «непосредственно данного», как это полагали Витгенштейн и ранний неопозитивизм, ибо бесконечный ряд состояний, хотя бы и непосредственно данных, сам по себе непосредственно не дан, но и содержит момент экстраполяции знания, полученного в результате конечного числа наблюдений, на бесконечное число случаев. Это, несомненно, отход от «ортодоксальной» концепции эмпирического значения, согласно которой все знание, в том числе и научное, является суммой единичных высказываний наблюдения.

Однако это отличие во взглядах Карнапа, изложенных в «Проверяемости и значении», от взглядов Витгенштейна и раннего неопозитивизма оказывается несущественным по сравнению с тем, что объединяет их — признанием возможности исчерпывающего сведения всякого утверждения о действительности к совокупности высказываний наблюдения. И Витгенштейн в «Логико-философском трактате», и ранний неопозитивизм, и Карнап в «Проверяемости и значении» полагают, что всякое знание о мире сводится к знанию непосредственно данных, чувственно воспринимаемых сторон и явлений. Подобная точка зрения, получившая название

редукционизма¹ (от лат. *reductio* — сведение), предусматривает также возможность исчерпывающего сведения познавательного значения всякого термина к терминам, обозначающим непосредственно воспринимаемые признаки и объекты. Следует подчеркнуть что с точки зрения возможности сведения всех осмысленных терминов к терминам, выражающим непосредственно данное, не имеет никакого значения вопрос о том, рассматривается ли установление истинности эмпирических утверждений как полная верификация или как частичная верификация (подтверждение). И верификационный критерий и критерий подтверждаемости предполагают возможность введения терминов утверждения на основе «предикатов наблюдения»².

Существо редукционизма, таким образом, состоит именно в постулировании этой возможности. Споры вокруг верификации и подтверждаемости, занимавшие столь значительное место в истории неопозитивизма, имеют второстепенное значение и в определенной мере маскируют существо дела. Частной формой редукционизма является также операционализм, согласно которому все научные понятия должны быть введены посредством операциональных определений, т. е. через описание (в терминах наблюдения) некоторого действия и непосредственно воспринимаемого результата этих действий. Тем самым критика редукционистских установок раннего неопозитивизма распространяется на принципиальные положения операционализма.

Подавляющее большинство научных понятий — так называемые теоретические конструкторы — по терминологии зарубежных авторов — вроде «электрон», «стоимость», «потенциал» и пр., поскольку содержание этих понятий не сводится к фиксации чувственно данного, не могут быть введены, однако, на основе понятий, выражающих чувственно воспринимаемое. В настоящее время эта точка зрения является общепризнанной в зарубежной логической литературе. Карнап, выдвинувший в «*Logische Aufbau der Welt*» (1928) редукционистский тезис в отношении понятий и защищавший его, правда, в несколько измененной форме, еще в «Проверяемости и значении», вынужден сейчас признать ошибочность своих прежних взглядов³. Критика редукционистских взглядов раннего

¹ Данный термин представляется нам наиболее удачным обозначением для концепции, которая иногда называется также «феноменализмом», «узким эмпиризмом» и т. д. В зарубежной литературе термин «редукционизм» употребляется Квайном [20], Баркером [3] и др.

² Сам Карнап в издании «Проверяемости и значения» 1950 г. (в сборнике «*The Readings in the Philosophy of Science*» под редакцией Фейгля и Селларса) указывает, что теперь он предпочел бы определять подтверждаемость высказывания именно на основе возможности сведения терминов данного высказывания к «предикатам наблюдения». Отметим также, что Гемпель в одной из своих работ [14] рассматривает такое сведение как возможный критерий познавательного значения.

³ См. его работу [7].

логического позитивизма имеет место в работах таких логических позитивистов, как Фейгль [9], [10], Гемпель, в работах Селларса, Баркера [3] и др.

б) «Гипотетико-дедуктивистский» этап

Ввиду явного несоответствия действительному характеру научного познания редукционистской точки зрения о непосредственном и исчерпывающем переводе каждой отдельно взятой единицы теоретического знания в эмпирическое знание современный логический позитивизм принимает, что теоретическое знание связано с эмпирическим как некоторое целое, как система элементов, часть которых, находясь в связи с остальными элементами теоретического знания, связана в то же время с эмпирическим знанием. В качестве идеальной формы такой системы неопозитивизм рассматривает гипотетико-дедуктивную теорию. Само понятие гипотетико-дедуктивной теории сложилось как конкретное логическое понятие, вне неопозитивистской философии и независимо от нее. Оно было использовано неопозитивизмом, однако, в его попытках примирить концепцию эмпирического значения с действительным характером структуры научного познания, после того, как стала явной несостоятельность редукционизма.

Понятие гипотетико-дедуктивной теории представляет собой результат применения понятия дедуктивной теории, возникшего и развивавшегося в рамках методологии математики, к специфической логической проблематике естественнонаучного знания. Гипотетико-дедуктивная теория строится, во-первых, в соответствии с требованиями, предъявляемыми к дедуктивным теориям вообще: все положения этой теории делятся на первичные положения (аксиомы) и выводимые из аксиом посредством определенных правил вывода теоремы; аксиомы и теоремы формулируются в терминах, которые также делятся на первичные и определяемые на основе первичных. Во-вторых, чтобы связать выполненное таким образом теоретическое построение с эмпирическим знанием, некоторым терминам дается эмпирическая интерпретация, т. е. приписывается эмпирическое содержание.

Положения, устанавливающие связь так называемых теоретических конструктов с эмпирическим содержанием, фигурируют в литературе под разными названиями: «словарь» Кэмбелла, «эмпирические правила значения» Айдукевича, «правила соответствия» Карнапа, «интерпретативные предложения» Рейхенбаха. Их теоретико-познавательная сущность также трактуется по-разному. К числу этих положений принадлежат так называемые «координатные определения», которые указывают в качестве значения теоретического термина некоторую непосредственно наблюдаемую характеристику, например, теоретическому термину «прямая» в формализованной евклидовой геометрии приписывается эмпири-

ческое значение «путь луча света в однородном пространстве», а также «операциональные определения», указывающие связи значения теоретического термина с некоторой экспериментально воспроизводимой ситуацией (операцией) и непосредственно наблюдаемым эффектом этой ситуации, например, теоретическое понятие «кислота» может интерпретироваться при помощи операционального определения «если в X погружена лакмусовая бумажка, то X — кислота, если и только если лакмусовая бумажка при этом окрасится в красный цвет». Операциональные определения выражаются в виде так называемых двухсторонних предложений сведения $S \supset (E \equiv T)$, где S — воспроизводимая ситуация, E — непосредственно наблюдаемый эффект, а T — положение дел, описываемое в теоретических терминах.

И координатные определения, и операциональные определения никоим образом не исчерпывают всего значения теоретического термина. Они не являются определениями в собственном смысле слова, а формулируют эмпирические условия применимости теоретических понятий, указывая некоторые эмпирические характеристики в качестве одного из признаков последних. Одно и то же теоретическое понятие может получать несколько эмпирических интерпретаций посредством различных взаимодополняющих предложений сведения, что для данного теоретического понятия означает доступность различных операциональных критериев применения, «работающих» в различных экспериментальных контекстах.

Посредством интерпретации некоторых теоретических терминов приписывается эмпирическое значение также утверждениям, содержащим эти термины. Поскольку эмпирическая интерпретация теоретических терминов есть частичное раскрытие значения, содержание утверждения также, естественно, не исчерпывается приписываемым им эмпирическим значением. Остальные термины и утверждения получают в гипотетико-дедуктивной теории косвенную интерпретацию. Последняя достигается либо путем определения косвенно интерпретированных терминов на основе непосредственно интерпретированных или логической дедукции косвенно интерпретируемых утверждений из непосредственно интерпретированных, либо, наоборот, путем определения непосредственно интерпретированных терминов на основе косвенно интерпретированных или логической дедукции непосредственно интерпретированных из косвенно интерпретированных утверждений. И в первом и, тем более, во втором случае косвенно интерпретированным терминам и утверждениям эмпирическое значение приписывается только частично. Эта интерпретация, естественно, также не исчерпывает их содержания.

Таким образом, рассмотрение строения гипотетико-дедуктивной теории, во-первых, подтверждает положение о том, что значение научного высказывания не сводится к эмпирическому значе-

нию, во-вторых, из этого рассмотрения следует, что эмпирическое значение, составляющее определенную часть познавательного значения научного утверждения, поскольку имеется интерпретация теории, не может быть раскрыто путем рассмотрения отдельного утверждения изолированно от других, а только при учете связей этого отдельного высказывания с другими в системе теоретического знания.

В настоящее время оба эти положения принимаются представителями неопозитивизма. Наиболее развернуто это признание выражено у Гемпеля: «Содержание высказывания с эмпирическим обоснованием не может быть исчерпывающе выражено посредством какого-либо класса предложений наблюдения... То, что рассматривается как «познавательное значение» данной научной гипотезы, не может быть адекватно охарактеризовано посредством только потенциального наблюдения и оно не может быть определено для гипотезы, взятой в изоляции... Познавательное значение высказывания отражается в совокупности всех логических связей со всеми другими высказываниями, а не только с предложениями наблюдения. В этом смысле высказывания эмпирической науки имеют значение сверх и помимо того, которое может быть выражено посредством относящихся к делу предложений наблюдения» [13; 59].

Варианты критерия познавательного значения, появившиеся после критерия подтверждаемости Карнапа в «Проверяемости и значении», также основаны на признании этих двух вышеуказанных положений. Идея необходимости учета связей высказывания с другими высказываниями при установлении его эмпирического значения лежала уже в основе критерия подтверждаемости Айера [2], развернутая формулировка которого предусматривает в качестве условия эмпирической значимости прямое или косвенное подтверждение. Высказывание прямо подтверждается, по Айеру, если оно: 1) либо само является высказыванием наблюдения, 2) либо в конъюнкции с одним или более высказываниями наблюдения влечет за собой по крайней мере одно высказывание наблюдения, которое не дедуцируется из самих по себе высказываний наблюдения — посылок. Косвенная подтверждаемость основывается на дедукции из рассматриваемых высказываний прямо подтверждаемых высказываний.

Таким образом, признаком эмпирического значения в этом критерии выступает принадлежность высказывания к определенной связи высказываний, дающей, в конечном счете, возможность вывода эмпирически проверяемого высказывания. Тот же признак, по существу, выдвигается и в критерии познавательного значения, предложенном Карнапом в его статье «Методологический характер теоретических понятий» [7], с той, однако, разницей, что этот критерий, во-первых, предусматривает, что отмеченная связь высказываний является связью внутри гипотетико-дедуктивной тео-

рии, во-вторых, предполагает идею частичной интерпретации теоретического термина.

Поскольку возможность получения в выводе эмпирически проверяемого знания является, таким образом, свойством логической связи (или системы связей) высказываний, то Гемпель, например, высказывает мнение, что признак эмпирического значения следует относить к этой связи или системе связей в целом. «Если, следовательно, теоретическая значимость может быть приписана чему-нибудь, то только теоретическим системам в целом, формулируемым в языке с четко фиксированной структурой. И решающим признаком эмпирического значения в такой системе выступает существование интерпретации для нее в терминах наблюдения» [14; 70]. В конечном счете в цитируемой работе Гемпель приходит к мысли, что нельзя говорить о критерии эмпирического значения теоретической системы в абсолютном смысле, а можно лишь ставить вопрос о степени эмпирической значимости теоретической системы, причем подтверждаемость теории эмпирической очевидностью выступает лишь как один из факторов оценки этой степени.

Однако признание того, что содержание научных утверждений не сводится полностью к эмпирическому содержанию и что эмпирическая проверка этих утверждений возможна лишь в системе, имеет для неопозитивистской концепции эмпирического значения весьма неприятные последствия.

Первая трудность заключается в следующем. Поскольку при выводе высказывания наблюдения, получение которого является необходимым условием эмпирической проверки, используется не одно какое-то теоретическое утверждение, а некоторая совокупность теоретических высказываний, то в силу этого нельзя установить, какой именно из членов этой совокупности проверяется полученным высказыванием наблюдения¹.

Таким образом, в действительности с эмпирическими фактами сопоставляется не отдельная гипотеза, а теоретическая система в целом. Отправляясь от этого положения, видный современный американский логик Квайн отвергает постановку вопроса о проверке изолированной гипотезы и рассматривает как рецидив редукционизма связанный с такой постановкой вопроса взгляд, что «каждое синтетическое (т. е. заключающее акую-то информацию о действительности. — В. Ш.) положение ассоциируется с уникальным кругом возможных чувственно воспринимаемых событий — таких, что появление любого из них увеличивает вероятность

¹ Получение эмпирически проверяемого высказывания C при помощи теоретических утверждений упрощенно можно представить следующим образом: C выводится из конъюнкции $A \cdot B$, где A — некоторое высказывание наблюдения, а B — теоретическое утверждение, некоторая теорема аксиоматической теории. В свою очередь, B можно представить как выводимое из конъюнкции аксиом.

истинности положения, и ассоциируется также с другим уникальным кругом возможных чувственно воспринимаемых событий, появление которых уменьшало бы эту вероятность» [20; 38]. Однако английский логик Ринин [26], критикуя Квайна, справедливо указывает, что если Квайн исходит из того, что на основе положений, организованных в систему положений, можно вообще получить какие-то утверждения, которые могут соответствовать данным опыта или противоречить им, то эти положения должны иметь каждое в отдельности эмпирически определяемое значение истинности.

Таким образом, получается, что, с одной стороны, отдельно взятые положения теоретической системы должны иметь эмпирически определяемое значение истинности, с другой стороны, фактически невозможна их независимая проверка. Однако сама по себе идея эмпирической проверки теоретического знания имеет смысл только в том случае, если возможна раздельная проверка каждого положения теоретической системы. Сами неопозитивисты признают, что «независимая проверяемость логически независимых постулатов научной теории есть практическое требование действительной методологии эмпирических наук» [10; 12]. В самом деле, если, применяя некоторый аппарат теоретических понятий, мы получаем следствие, противоречащее факту, мы должны знать, какому именно компоненту теоретического аппарата мы обязаны своей ошибкой; с другой стороны, если это следствие соответствует фактам, мы должны знать, какой компонент теоретической системы подтверждается данным фактом. Идея эмпирической проверки теоретического знания плодотворна только в том случае, если возможна раздельная проверка каждого положения теоретической системы.

Помимо невозможности эмпирической проверки отдельно взятых утверждений принцип выведения высказываний наблюдения из совокупности утверждений создает для неопозитивизма следующую принципиальную трудность при выработке критерия эмпирического значения: к комплексу высказываний, из которого выводится эмпирически проверяемое следствие, являющееся показателем эмпирической значимости высказываний, составляющих этот комплекс, всегда конъюнктивно может быть присоединено утверждение, которое в действительности не используется для вывода такого следствия и является в принципе непроверяемым. Попытки модификации вышеупомянутого критерия Айера [18], предпринятые с целью устранить эту трудность, оказались тщетными: показано, что если существует три высказывания наблюдения, ни одно из которых не следует из какого-либо другого, и если S — любое несоставное предложение, то или S или отрицание S значимо, согласно критерию Айера или любой его модификации [8], [14].

Вторая трудность состоит в том, что поскольку современным логическим позитивизмом признается, что эмпирическое значение не исчерпывает познавательного значения научного утверждения, даже в том случае, если его составляющие интерпретированы, то получается, что в познавательном значении утверждений о действительности содержится некоторый «сверхэмпирический» элемент, что противоречит исходным принципам концепции эмпирического значения. Это противоречие проявляется также в принципиальной трудности, с которой сталкивается логический позитивизм при выработке критерия эмпирического значения, основанного на идее частичной эмпирической интерпретации термина: всегда возможно существование знака, логически связанного с эмпирическим термином и, следовательно, косвенно интерпретированного, который, тем не менее, не имеет познавательного значения. Противоречивость попыток установления критерия познавательной значимости на основе эмпирической проверяемости при условии признания неполноты эмпирической интерпретации теоретического знания отмечается, в частности, Баркером в его критике последнего варианта критерия познавательного значения, предложенного Карнапом в статье «Методологический характер теоретических понятий» (1957). Неудовлетворительность остальных вариантов критерия познавательного значения, основанных на эмпирической проверяемости, показана Гемпелем [24].

Современный логический позитивизм не в состоянии удовлетворительно объяснить логическую природу «теоретических понятий», их «сверхэмпирическое значение». В свое время наиболее распространенное среди неопозитивистов понимание заключалось в том, что «теоретические конструкции являются вспомогательными способами, сокращающими схемами для описания сложных связей между наблюдаемыми признаками» [15; 47]. Фейгль характеризует эту точку зрения как «синтаксический» или «формалистический» позитивизм и замечает, что она вносит струю номинализма в «феноменализм» неопозитивистов. Помимо того, что эта точка зрения, конечно, противоречит, по существу, исходным установкам концепции эмпирического значения, она сталкивается с трудностью следующего рода: если «теоретические конструкции» служат своей цели, т. е. устанавливают прямые связи между наблюдаемыми явлениями, то они могут быть устранены, поскольку любая цепь законов и «правил соответствия», устанавливающих такую связь, должна быть замещена законом, который прямо связывает наблюдаемые antecedенты с наблюдаемыми консеквентами.

Таким образом, если теоретические термины служат своей цели, то они не являются необходимыми; но если они не служат своей цели, не связывают непосредственно наблюдаемые характеристики, то они тем более не нужны. Эту принципиальную трудность, с которой сталкивается неопозитивистская концепция функ-

ции научных понятий, Гемпель называет «парадоксом теоретизирования» [15].

Далее, в настоящее время в некоторых неопозитивистских публикациях содержится мысль, что сверхэмпирическое значение раскрывается в логических связях, в «способе употребления» утверждения (см. вышеприведенную цитату из [13]). Но, во-первых, такое обособление синтаксической функции «способа употребления» от семантической функции «выражения данного», при котором «способ употребления» не всегда интерпретируется семантически как «выражение эмпирически данного», резко противоречит исходной позиции раннего неопозитивизма, для которого «способ употребления» как раз и сводился к выражению «непосредственно данного». Во-вторых, поскольку логические связи представляют собой в конечном счете отношения высказываний по условиям истинности, то понимание познавательного значения как способа употребления опять-таки неизбежно ведет к вопросу о характере истинности элементарных высказываний и т. д., т. е. возвращает к проблематике, являющейся отправной точкой концепции эмпирического значения.

Возможна точка зрения, которая рассматривает высказывания с теоретическими терминами как «постулаты значений», т. е. как определенные соглашения о связи значений терминов, принимаемые при конструировании семантической системы (Р. Карнап, «Значение и необходимость», стр. 321—329). При этом вопрос о том, на каком основании именно так, а не иначе связываются значения терминов в семантической системе, не ставится и не решается Карнапом. Такая точка зрения может расцениваться как попытка уйти от решения гносеологического вопроса об основании логических связей внутри теоретического знания, — а ведь именно на радикальное решение этого вопроса претендовали неопозитивисты в своей концепции эмпирического значения, — и ограничить задачу лишь точной фиксацией этих логических связей как чего-то предзаданного. Если же эта точка зрения представляет собой определенное решение указанного выше гносеологического вопроса, то это не что иное, как крайний конвенционализм.

Применение метода «постулатов значений» Карнапа при выявлении логической природы высказываний с теоретическими понятиями, в частности при выявлении логической природы интерпретативных предложений, связывающих теоретические термины с предикатами наблюдения, неправомерно еще и потому, что «постулаты значений» по определению являются «логически истинными предложениями» и, следовательно, не должны заключать в себе никакой информации о мире. В частности, они не могут поэтому иметь каких-то эмпирических следствий. Между тем постулаты естественнонаучных теорий, их теоремы и интерпретативные предложения носят информативный характер и служат для вывода следствий, проверяемых опытным путем.

Существование теоретических понятий, не сводимых к эмпирическому уровню знания, разрушает также неопозитивистскую дихотомию аналитических и синтетических высказываний. Последняя предполагает, что все высказывания жестко разделяются на два типа: связь терминов в высказывании должна устанавливаться либо исключительно на основе эмпирического наблюдения, либо исключительно путем логических преобразований терминов, не требующих знания каких-либо внелогических фактов. Истинность же высказываний, включающих теоретические термины, например высказываний $(x)(T)(x) \rightarrow E(x)$, где T — теоретический термин, а E — термин наблюдения, не может быть установлена ни путем только одного эмпирического наблюдения, ни путем чисто логических операций над значениями терминов (предполагается, что термин T имеет некоторое значение помимо его связи с E , так что связь терминов не может быть введена дефинитивно). Если же обосновывать высказывание как вывод некоторого умозаключения, то трудность не снимается, а лишь перемещается, — встает вопрос о характере логической связи внутри посылок, поскольку дедуктивное умозаключение лишь переносит в вывод информацию, заключенную в посылках, то возникает аналогичная трудность с оценкой характера истинности посылок. Все это приводит ряд авторов (Пап, Гемпель и др.) к необходимости отказаться от идеи строгой дихотомии аналитических и синтетических высказываний.

Мы можем убедиться, таким образом, что логические позитивисты, сталкиваясь с проблемой существования теоретического уровня знания, не сводимого к эмпирическому, вынуждены либо отказываться от решения теоретико-познавательных вопросов, либо принимать такое решение этих вопросов, которое несовместимо с их ранней концепцией «эмпирического значения», либо, наконец, эклектически пытаются примирить последнюю с конвенционализмом, формализмом и пр., впадая при этом в явные противоречия.

Осознавая несоответствие исходных принципов своей концепции логического анализа науки действительному характеру научного знания и не мирясь в то же время с ее провалом, некоторые логические позитивисты в последнее время стремятся занять следующую позицию: они признают, что действительное научное знание не может быть представлено в целом в предлагаемых ими схемах. По их мнению, результатом исследований по логике науки должна явиться не реконструкция действительных фрагментов научного знания во всем их объеме, а построение рафинированных «искусственных языков», выступающих как модели отдельных фрагментов знания, заведомо упрощенные, выражающие лишь некоторые стороны знания об объекте. Но такая позиция означает отказ от выдвинутого неопозитивизмом в начале своей программы

всеохватывающего логического анализа знания, отказ от реконструкции знания в целом. Фактически это представляет собой неявное признание провала неопозитивизма как определенной теории знания, провала ее исходных гносеологических установок и ее метода.

У. Заключение

Названные неудачи неопозитивистского логического анализа науки выявились в ходе конкретных исследований самих логиков-неопозитивистов и получили достаточно широкое освещение в зарубежной литературе по «логике науки». Эти неудачи, как было показано выше, определяются: 1) тем, что в системе реального научного знания невозможно выделить чисто эмпирические высказывания, лишённые внеэмпирического содержания; 2) тем, что знания «теоретического уровня» нельзя свести к знаниям «эмпирического уровня». Не следует, однако, ограничиваться просто констатацией всех этих фактов, а необходимо проанализировать их основания и причины.

Что касается первого пункта, отмеченного выше, то надо заметить, что хотя мы и лишены здесь возможности подробно рассматривать конвенционалистский и априористский подход к решению вопроса о характере исходных положений, однако несомненно, что эти подходы могут претендовать на научность еще в меньшей степени, чем «эмпирический» подход неопозитивистов.

Несостоятельность всех трех возможных способов решения вопроса о «привнесении» значения истинности элементарных высказываний свидетельствует о неправомерности самой постановки вопроса, о бесплодности поисков типа знания, истинность которого усматривалась бы познающим субъектом как некоторая данность, как результат, как нечто законченное, а логическое познание началось бы, так сказать, с принятия к сведению факта этой истинности. Но такая постановка вопроса с необходимостью вытекает из абсолютизации применения формально-логического аппарата к анализу системы знания в целом — формально-логический подход к знанию состоит, как мы уже указывали, в изображении знания как системы высказываний, связанных между собой по значениям и условиям истинности, и предполагает наличие некоторых заданных элементов знания. Абстракция, рассматривающая некоторое знание как предел логического анализа, правомерна, но только в известных границах, при решении частных познавательных задач, а не при построении целостной картины знания. Субъективистское решение неопозитивистами проблемы базисного знания оказывается связанным с неправомерной абсолютизацией формально-логического подхода.

Аналогичные выводы можно сделать, рассматривая неудачи, постигающие логических позитивистов в их попытке выявления

связи между «теоретическим» и «эмпирическим» уровнем знания путем сведения первого ко второму. Эти неудачи, как уже указывалось выше, определяются тем, что содержание научных понятий и соответственно содержание утверждений, включающих эти понятия, не может быть раскрыто через понятия и высказывания с непосредственно наблюдаемым содержанием. Это означает, что «условия истинности» высказываний теоретического уровня не сводимы к эмпирическому «условиям истинности»¹. Между тем логические отношения эквивалентности, следования, подтверждаемости, рассматриваемые формальной логикой, как ясно обнаруживается в современной логической семантике, являются отношениями между высказываниями по их условиям истинности и предполагают сопоставимость, сравнимость, однородность условий истинности. Так, отношение эквивалентности предполагает тождество условий истинности, отношение следования — центральное понятие дедуктивной логики — предполагает включенность условий истинности следствия в условия истинности основания, отношение подтверждаемости — центральное понятие современной индуктивной логики — предполагает частичное совпадение условий истинности подтверждаемой гипотезы и имеющегося эмпирического знания. Таким образом, установление связей знания при помощи понятий формальной логики предполагает однородность, сопоставимость условий его истинности, тогда как при исследовании реального знания мы сталкиваемся с несопоставимостью условий истинности, обусловливаемым качественным своеобразием понятийного состава знания. Тем самым отношения между знаниями различных типов, очень приближенно и огрубленно зачисляемыми в классы «теоретических» и «эмпирических» знаний, не могут быть поняты статично как отношения готовых знаний по включению, пересечению и т. д. их условий истинности.

Условия истинности высказывания — это не что иное, как действительность, выражаемая содержанием высказываний. Таким образом, формально-логический подход основан на данности готовых содержаний знания и отвлекается от процессов выработки нового мысленного содержания. А так как мысленное содержание вычленяется в абстракциях, получающих свое выражение в терминах соответствующих высказываний, то тем самым формально-логический подход по существу отвлекается от процессов получения новых абстракций. Формально-логическая теория определений также по существу отвлекается от процесса формирования новых абстракций, вычленения нового мысленного содержания, поскольку введение новых терминов рассматривается ею лишь как пере-

¹ Под «условиями истинности» высказывания понимается то положение дел в мире, которое должно существовать для того, чтобы высказывание было истинным. Иными словами, это действительность, описываемая высказыванием.

дача новому термину значения уже имеющихся терминов, что предполагает «значения» терминов, т. е. вычлененное в абстракции мысленное содержание, заранее данным и полностью отъедается от процессов их выявления.

Эти процессы не могут быть объяснены и при помощи индукции, традиционно рассматриваемой в логике как метод получения нового знания — индуктивное обобщение вообще не предполагает изменения содержания вывода, его понятийного состава по сравнению с содержанием, выветийным составом посылок, а «индуктивные методы» Бэкона — Милля способны объяснить лишь формирование так называемых эмпирических законов и совершенно неприменимы для объяснения процессов вычленения абстракций, лишенных непосредственно чувственного содержания¹. Видя неспособность традиционной индукции объяснить процессы формирования теоретического знания² и не зная иных логических способов объяснения получения нового мысленного знания, кроме индукции, логики-неопозитивисты отказываются от анализа в логике процессов получения нового теоретического знания, утверждая, что это не логический, а психологический процесс: «Нахождение объяснений (т. е. теоретических положений.— В. Ш.) принадлежит к контексту открытия и может быть анализируемо только психологически, а не логически. Оно представляет собой процесс интуитивного угадывания и не может быть изображено как рациональная процедура, контролируемая логическими правилами. «Я,— писал Рейхенбах,— отказываюсь следовать призыву установления правил логики открытия. Не существует таких правил [22; 434]. Действительно, оставаясь в рамках формальной логики, исследовать процессы образования абстракций, составляющих существо развития научного познания, невозможно. Неудачи неопозитивистского «логического анализа науки», основанного только на формально-логическом подходе, заставляют искать альтернативный логический подход, предполагающий исследование процессов выработки нового мысленного содержания, действительно имеющих место в истории мышления и обнаруживаемых, в частности, в истории науки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Витгенштейн. Логико-философский трактат. М., ИЛ, 1958.
2. А. J. Ayer. The Language, Truth and Logic. New York, 1946.
3. S. E. Barker. Induction and Hypothesis. New York, 1957.

¹ На неспособность индукции в любых ее вариантах объяснить образование знания, содержащего теоретические понятия, указывает, в частности, Баркер [3]. Рецензию на эту книгу см. «Вопросы философии», 1959, № 1.

² Именно на эту причину отказа логиков-неопозитивистов от изучения в логике процессов получения теоретического знания указывает Гемпель [12; 4—5].

4. R. Carnap. Scheinprobleme in der Philosophie: Das Freundpsychische und der Realismusstreit. Berlin, 1928.
5. R. Carnap. Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache. «Erkenntnis», Bd. 2, 1931, Leipzig, 249—241.
6. R. Carnap. Testability and Meaning. «Philosophy of Science», vol. 3, 1936; vol. 4, 1937.
7. R. Carnap. The Methodological Character of Theoretical Concepts. «Minnesota Studies in the Philosophy of Science», ed. by Feigl and Scriven, vol. 1, 1956.
8. A. Church. Review of Ayer's «The Language, Truth and Logic», 2 ed. 1946. «Journal of Symbolic Logic», vol. 14, 1949, p. 51.
9. H. Feigl. Existential hypothesis. «Philosophy of Science», vol. 17, 1950.
10. H. Feigl. Some major issues and developments in the philosophy of science of logical empiricism. «Minnesota Studies in the Philosophy of Science», ed. by Feigl and Scriven, vol. I, 1956.
11. C. Hempel. On the Logical Positivists' Theory of Truth. «Analysis», vol. 2, 1935.
12. C. Hempel. Studies in the Logic of Confirmation. «Mind», vol. 44, 1945.
13. C. Hempel. The Problems and Changes in Empirical Criterion of Meaning. «Revue internationale de philosophie», vol. 4, N 11, 1950.
14. C. Hempel. The Concept of Cognitive Significance. «Proceedings of American Academy of Arts and Science», vol. 80, N 1, 1951.
15. C. Hempel. The Theoretician's Dilemma. «Minnesota Studies in the Philosophy of Science», vol. 2, 1958.
16. J. Joergensen. The Development of Logical Empiricism. International Encyclopedia of Unified Science, vol. II, N 9. Chicago, 1951.
17. O. Neurath. Protokollsätze. «Erkenntnis», Bd. 3, 1932, S. 204—214.
18. D. J. O'Connor. Some consequences of prof. Ayer's verification principle. «Analysis», vol. 10, 1950.
19. K. Popper. Logic of Scientific Discovery. London, 1959.
20. W. V. Quine. Two Dogmas of Empiricism. «Philosophical Review», vol. 60, 1951, 20—43.
21. F. P. Ramsey. The Foundations of Mathematics. New York, 1931.
22. H. Reichenbach. Theory of Probability. Berkley, 1949.
23. B. Russell. Our Knowledge of the External World as a Field for Scientific Method in Philosophy. Chicago, 1914.
24. B. Russell. Mysticism and Logic. London, 1918.
25. B. Russell. Logic and Knowledge. London, 1956.
26. D. Rynin. The Dogma of Logical Pragmatism. «Mind», vol. 65, 1956, 379—392.
27. M. Schlick. Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik. «Naturwissenschaften», Bd. 19, 1931.
28. M. Schlick. Meaning and Verification. «Philosophical Review», vol. 45, 1936.
29. O. J. Urms on. Philosophical Analysis. Oxford, 1956.

К ПРОБЛЕМЕ АНАЛИТИЧЕСКОГО И СИНТЕТИЧЕСКОГО

Проблема аналитического и синтетического знания является одной из центральных проблем семантики и одной из наиболее дискуссионных в последние годы. Интерес в этой проблеме не случаен, поскольку решение ее стоит в тесной связи с решением таких проблем, как анализ значения языковых выражений, синонимичность, построение системы научного знания, природа логического и математического знания, эмпирическое обоснование науки и т. д. Какова природа аналитического и синтетического знания? Правомерно ли вообще деление суждений на аналитические и синтетические? На чем основано такое деление?

Данная статья не претендует на всестороннее освещение и решение проблемы аналитического и синтетического знания. Ее задача — дать анализ некоторых попыток решения проблемы и тем самым наметить пути к позитивному решению вопроса.

I

Проблема аналитического и синтетического знания, на наш взгляд, встает в связи с более общей и более фундаментальной проблемой: проблемой соотношения теоретического и эмпирического знания, знания, выражающего необходимую связь, и знания, фиксирующего фактическое положение дел. Например, два суждения: «Все жильцы пятой квартиры знают английский язык» и «Металл — электропроводное вещество» логически различаются между собой. Первое суждение говорит об определенном фактическом состоянии, речь идет в нем об определенных в пространстве и времени предметах. Второе суждение говорит, что все то, что является металлом, необходимо будет и электропроводным.

§ 1. Различение необходимого знания, знания о законах, и фактического случайного знания является традиционным в истории философии. Лейбницевское деление всех истин на случайные

и необходимые, кантовское деление суждений на априорные и апостериорные, гегелевская классификация суждений (суждения наличного бытия и рефлексии, с одной стороны, и суждения необходимости — с другой) примерно соответствуют рассмотренному делению — мы здесь констатируем только факт такого деления, а не его истолкование.

Собственно в истории философии вопрос шел не о том, надо ли различать необходимое и фактическое знание, а о том, где проходит эта граница, как обосновать природу необходимого знания, можно ли чисто логически перейти от знания эмпирического, фактического к знанию необходимому. Как объяснить, например, факт математического знания? Как установить, что $5 + 7 = 12$? В опыте мы можем легко убедиться, что данная пятерка в сумме с данной семеркой дает двенадцать. Но как убедиться, что это соотношение будет иметь место всегда, а не только в первом, втором, третьем и т. д. случаях?

Указанная проблема явилась одной из центральных в истории философии нового времени, ее различное решение привело к образованию направлений эмпиризма и рационализма.

Однако тут же следует указать, что проблему соотношения эмпирического и теоретического, необходимого знания нельзя смешивать с проблемой соотношения чувственного и рационального. Подобное смешение прочно бытует в практике преподавания диалектического материализма, в соответствующих программах, учебных пособиях и т. д. В какой-то мере это происходит из-за употребления понятия «рациональное» в различных значениях.

В силу указанного смешения сама проблема рационализма и эмпиризма при рассмотрении истории философии ставится очень нечетко. Под чувственным познанием имеются в виду ощущения, восприятия, представления, под рациональным познанием — мышление (понятия, суждения, умозаключения и т. д.). В качестве исторического экскурса тут же обычно приводится борьба эмпиризма и рационализма в истории философии. При этом эмпирическое знание отождествляется с чувственным познанием, а борьба линий рационализма и эмпиризма отождествляется с борьбой рационализма и сенсуализма. Действительно, по вопросу об источнике нашего знания рационализм противоположен сенсуализму, поскольку последний признает ощущения единственным источником познания. Однако центральным вопросом, вокруг которого велась борьба эмпиризма и рационализма, был вопрос о соотношении эмпирического и теоретического знания, т. е. вопрос об отношении фактического, опытного знания к необходимым истинам, теоретическим положениям науки, а не вопрос о соотношении ощущений и мышления.

Обе проблемы тесно связаны, но отождествление их совершенно неправомерно. Можно говорить о чисто чувственном познании лишь у животных. Граница между чувственным познанием и

мышлением намечается по линии первой и второй сигнальных систем. Всякое знание фиксируется в языке, вне языка, вне суждений вообще нет человеческого знания. В этом смысле невозможно говорить о «чувственном знании», тогда как вполне правомерно говорить о знании эмпирическом. «Этот стол черен» — суждение и как суждение относится к сфере мышления, но знание, выраженное этим суждением, носит эмпирический характер.

В проблеме соотношения эмпирического и теоретического, на наш взгляд, следует четко различать два аспекта: 1) Вопрос о соотношении знания, выражающего фактическое положение дел, и знания, фиксирующего необходимые универсальные связи: этот вопрос будем называть вопросом о соотношении фактофиксирующего (фактического) и необходимого (теоретического) знания. 2) Вопрос об источнике нашего знания, об опытно его происхождении. В данной статье, в связи с уже сложившейся терминологией, термин «эмпирический» несет двойную нагрузку, охватывая оба указанных аспекта, и означает в зависимости от контекста или опытное, или фактическое (фактофиксирующее) знание, или и то и другое вместе.

Различие теоретического и эмпирического, фактического знания проходит через всю историю философии. Согласно рационализму, необходимое знание по своей природе отличается от эмпирического, фактического. Необходимый характер истин обусловлен тем, что они выводятся из присущих разуму принципов; разум содержит определенные врожденные идеи, необходимые истины и т. п. Из несводимости необходимого к эмпирическому рационализм делает вывод о существовании особого, отличного от опыта источника необходимого знания, а именно разума.

Согласно эмпиризму, все знание по своему источнику носит опытный характер. Представители материалистического эмпиризма стремились обосновать науку. Но обосновать науку — это значит показать, как возможно общее знание, знание необходимых и существенных связей и каким образом оно достигается. Поэтому первые представители материалистического эмпиризма как раз пытались разработать методы перехода от эмпирического знания к знанию законов. Теоретическое научное знание не отвергалось, оно рассматривалось как результат определенной переработки того знания, которое дано в опыте. Законом разрабатывались методы научной индукции. Но в силу созерцательного характера материализма эти попытки обоснования общего необходимого знания не могли увенчаться успехом.

Если материалистический эмпиризм искал пути для обоснования знания о законах, то идеалистический эмпиризм отвергает самую возможность теоретического, необходимого знания. Кроме того, сведение необходимого знания к эмпирическим истинам в идеалистическом эмпиризме дополняется сведением эмпирического знания к непосредственно данному в опыте. Сам же опыт

понимается как поток ощущений. Домарксистская философия не сумела решить проблему соотношения эмпирического и теоретического необходимого знания.

Для классического позитивизма (Конт, Спенсер, Милль) и для махизма свойственны все недостатки, присущие эмпиризму XVII—XVIII вв. по вопросу о теоретическом знании. Классический позитивизм и махизм рассматривали теоретическое, в том числе и логико-математическое, значение как «просто сокращенные... заметки относительных частных фактов» [22]. Проблема теоретического знания была ахиллесовой пятой позитивизма. Не вскрывая сущности теоретического знания, игнорируя его специфику, позитивизм фактически недооценивал речь теоретического (в том числе и логико-математического) знания в науке. «Если бы у нас была достаточно обширная память,— писал Дж. Ст. Милль,— если бы мы обладали способностью помнить в известном порядке громадную массу подробностей, то можно было бы умозаключать и вовсе без общих предположений, так как это только формулы умозаключений от частного к частному» [22].

Задача сведения всего знания к непосредственно данному, к ощущениям в старом позитивизме осложнялась явной невозможностью сведения логико-математического знания к непосредственно данному. Бурное развитие науки в первой четверти нашего века, все более возрастающая роль математики в естествознании, пересмотр логических основ математики, сближение логики и математики — все это привело к небывалому росту теоретического знания.

Махизм потерпел крах как раз в результате бурного развития новейшего естествознания, за теоретическое обоснование которого он себя выдавал. Махизм так же, как и классический позитивизм, не мог создать даже иллюзии объяснения логико-математического знания. По меткому выражению Б. Рассела, математика создавала предубеждение против позитивизма [27]. Логический позитивизм, пришедший на смену махизму, заменил некоторые догмы прежнего позитивизма новыми, но от этого он не перестал быть позитивизмом. Произошла лишь смена одеяния, способов аргументации, сущность же осталась прежней.

К числу важнейших «нововведений» принадлежит отличная от классического и махистского позитивизма концепция теоретического знания. Логический позитивизм помимо фактуального, опытного знания — единственного для старого позитивизма вида знания — признает также логико-математическое знание, носящее принципиально иной характер. Логические позитивисты считают, что логика и математика не выводятся из опыта, «поскольку всякое исследование, эмпирически проверяемое, предполагает логику». Правила логики определяются не законами природы, а только законами символизации. Предложения логики истинны уже на основе своей формы («тавтология» по Витгенштейну). Они ничего не

высказывают о действительности, но служат для трансформации высказываний о действительности. Предложения, обратные тавтологиям (контрадикторные предложения), противоречивы и являются ложными на основании своей формы. Логико-математическое знание, таким образом, не эмпирическое, не априорное (в кантовском смысле), а чисто словесное, относящееся к употреблению языка.

Именно с такой трактовкой проблемы теоретического знания и связаны претензии логического позитивизма на революцию в философии. Именно по этой линии идет признаваемое самими логическими позитивистами их принципиальное отличие от махизма. Такое изменение взглядов на природу логико-математического знания очень высоко оценивается самими логическими позитивистами. Так, Б. Рассел считает, что благодаря такому пониманию было разрушено предубеждение против эмпиризма со стороны математиков [27].

Теоретические, необходимые положения науки рассматриваются либо как знание, относящееся к употреблению языка (логика, математика — в первую очередь), либо как положения, представляющие собой не высказывания, а лишь правила для получения высказываний (Витгенштейн, Шлик, Рамзей). Так, М. Шлик считал законы природы школьными правилами, а не высказываниями на том основании, что они не верифицируемы [24]. По иному пути в решении проблемы необходимых теоретических предложений науки, выражающих физическую необходимость, пошли, например, Бернс, Поппер, Рейхенбах¹, Пап и др. Они рассматривают эти универсальные положения науки как высказывания и ставят вопрос о возможности различения в логике суждений, выражающих законы природы, и суждений, выражающих случайные связи. Одни из них пытаются адекватно выразить физическую необходимость в логике путем построения модальных систем, другие — средствами экстенциональной логики.

Но решая вопрос об адекватном выражении физической необходимости средствами логики, логические позитивисты в то же время отрицают объективную необходимость, отрицают объективную модальность как основу, обуславливающую различие суждений, выражающих законы природы, и общих суждений, выражающих случайные связи.

Таким путем в логическом позитивизме решается проблема соотношения теоретического и эмпирического знания. С решением

¹ Так, например, Рейхенбах в своей теории номологических высказываний считает, что универсальное суждение формы (\dot{x}) . Если $A(x)$, то $B(x)$, выражающее физическую необходимость, является синтетическим; значение терминов, выражающих признаки A и B , таково, что существующие логические средства теории не гарантируют истинности суждения. Аналитическим высказываниям указанного вида соответствует логическая необходимость.

этой проблемы многие логические позитивисты непосредственно связывают разграничение суждений на аналитические и синтетические.

Если фактуальные, эмпирические науки имеют «реальные объекты», то науки формальные вовсе не имеют никаких объектов. Вопрос собственно в том, можно ли с логической точки зрения установить вполне «точное и фундаментальное различие» между ними. Р. Карнап [15], настаивая на правомочности резкого разграничения формальных и фактуальных наук, видит такое различие между ними в следующем: «первые содержат только аналитические утверждения, в то время как вторые содержат также синтетические утверждения» (выделено мною. — *Е. С.*).

Согласно логическому позитивизму, все имеющие смысл высказывания распадаются на два вида: фактофиксирующие («фактические», «фактуальные») и логико-математические.

Карнап вводит понятие *F*-истинности как уточнение (экспликат) «для того, что обычно называют фактической, или синтетической, или случайной истинностью, в противоположность логической или необходимой истинности» [10]. Предложение называется фактически истинным (*F*-истинным), если оно истинно, но не *L*-истинно. Для того, чтобы определить, логическую валентность (истинность или ложность) фактического высказывания, нужно «выйти за пределы чисто аналитического анализа и обратиться к наблюдению фактов» [10]. Все имеющие смысл суждения¹ Р. Карнап делит на суждения, несущие определенную информацию о действительности, — это синтетические суждения и суждения, не несущие никакой информации о мире, — тавтологии.

Синтетические суждения как суждения, относящиеся к действительности², могут быть получены только путем обращения к фактам, опыту. «Синтетические суждения а priori логически невозможны» — это одна из основных догм логического эмпиризма. Все суждения или синтетические а posteriori, или тавтологии. Таким образом, класс синтетических суждений совпадает с классом эмпирических (в опыте полученных) суждений.

Поскольку тавтологические высказывания (положения логики и чистой математики — в первую очередь) трактуются как не относящиеся к действительности, они не могут быть получены путем «сопоставления с данными опыта»; их истинность и ложность не зависят от положения дел в мире. Следовательно, только синтетические суждения имеют эмпирическое обоснование. Именно для

¹ В данной статье мы совершенно не касаемся вопроса соотношения суждения и предложения. О смысле употребления «sentence» и «proposition», «Satz» и «Urtheil» см., например, комментарии в книге [10], а также [24].

² «Действительность», «мир» понимаются, конечно, в позитивистском смысле как «непосредственно данное в ощущениях».

логического эмпиризма характерно отождествление аналитического и априорного знания¹.

§ 2. Деление на аналитические и синтетические (фактические) высказывания логические позитивисты связывают с различием знания, сводимого к эмпирической основе и знания, не имеющего эмпирического обоснования. В таком случае вопрос заключается в том, чтобы установить, где проходит граница, разделяющая аналитические и синтетические высказывания. Возможно ли вообще резкое разграничение суждений по этому принципу? Особую трудность представляют в этом отношении универсальные положения наук. Так, Пап [24] указывает, что при узком понимании верификации (установление истинности) универсальные положения наук попадают в число предложений, лишенных смысла; при попытках более широкого истолкования верификации законы науки попадают в число осмысленных синтетических положений, но тогда в равной мере нет никакого основания исключать и общепило-софские положения из числа имеющих смысл предложений.

Рассмотрим, действительно ли деление суждений на аналитические и синтетические обусловлено разграничением знания на эмпирическое и принципиально не сводимое к эмпирической основе.

Если все имеющие смысл суждения распадаются на синтетические и аналитические и первые носят эмпирический характер, а вторые — нет, то вопрос о правомерности разграничения аналитических и синтетических суждений сводится к вопросу эмпирического обоснования науки. Каков критерий, позволяющий выявлять суждения с эмпирическим значением, иными словами, какие суждения отвечают требованию «проверяемости путем сопоставления с данными опыта»?

Вопрос об отношении между высказываниями и опытом решается логическим позитивизмом на основе верификационной теории значения, суть которой состоит в том, что значение утверждения определяется методом его эмпирического подтверждения². При этом эмпирическое подтверждение в логическом позитивизме понимается как редукция к непосредственно данному; каждое имеющее значение предложение рассматривается как переводимое в утверждение о непосредственном опыте. Таковую точку зрения Куайн называет «радикальным редукционизмом». Само собой разумеется, что сведение всех имеющих смысл предложений, в том числе и таких общих теоретических положений, как, например,

¹ Соглашаясь с вышесказанным, некоторые авторы однако подчеркивают, что понятия «априорное» и «аналитическое» — не являются синонимами в том смысле, что в определение аналитичности не входит требование априорности. То же самое можно сказать и о понятиях «синтетический» и «эмпирический» [2].

² Исключение составляют, как указывалось, лишь положения логики и математики как знания особого рода.

законы физики и других наук, к непосредственно данному, к ощущениям оказывается невозможным на практике. Трудности редукции общих положений науки к чувственным данным привели к ряду отступлений от «радикального редукционизма».

Даже во времена Венского кружка принцип верификации понимался не в смысле требования действительной проверки высказывания, но лишь как требование принципиальной возможности такой проверки («мыслимая верификация») [16], [32]. В дальнейшем принцип верифицируемости был заменен иными критериями: методом фальсификации (Поппер), понятием подтверждаемости (Карнап) и т. д. Но их объединяет общее требование сведения высказываний о действительности к непосредственно данному в опыте. Эмпирическое знание определяется как сводимое к «протокольным предложениям»; или протоколам наблюдения, но и при таком понимании эмпирического возникают явные трудности в связи с понятием абсолютно простого, протокольного предложения как исходной эмпирической единицы. Что считать таким исходным, первоначальным эмпирическим предложением, к которому как в основе должны сводиться все остальные значимые предложения науки? Если в качестве протокольных предложений принимаются предложения, фиксирующие непосредственные данные опыта, то тогда часть эмпирических предложений абсолютизируется в качестве абсолютно простых, исходных, первоначальных. Кроме того, эмпирическая проверка положений науки в этом случае опять-таки сводится, хотя и в другой форме, к редукции, к непосредственно данному, ощущениям.

Посмотрим, можно ли говорить о таком эмпирическом обосновании отдельных положений науки. Если понимать эмпирическое обоснование научных положений как сведение их содержания к непосредственно данному в опыте, то такое сведение вряд ли возможно дать для простейших эмпирических предложений. Даже такое явно эмпирическое суждение, как, например, «В данный момент температура воздуха в комнате равна 14° », не может быть сведено к непосредственно данному в опыте, к положению стрелки часов и ртутного столбика в термометре, чувственно воспринимаемых и зафиксированных в таких предложениях, как «Положение стрелки данных часов такое-то», «Ртутный столбик данного термометра расположен так-то». Более того, даже эти положения, которые фиксируют то, что мы непосредственно воспринимали в опыте, говорят нечто большее, чем можно было непосредственно воспринимать в опыте. Уже содержание таких понятий, как «эти часы», «этот термометр», «ртутный столбик», не может быть «дано непосредственно в опыте». В силу указанных трудностей в логическом эмпиризме нет единой точки зрения в трактовке абсолютно простого, исходного предложения наблюдения.

Ряд авторов (О. Нейрат, К. Поппер и др.) пытается избежать абсолютизации «протокольных» предложений как простейших

предложений, «не нуждающихся в оправдании», «описывающих непосредственно данный опыт». Согласно О. Нейрату, «внутри универсально искусственного языка не существует предложений, которые можно охарактеризовать как более первоначальные, все предложения являются реальными предложениями одинаковой первоначальности, во всех этих предложениях встречаются слова «люди», «воспринимает», которые трудно назвать первоначальными [23]. Но теорию первоначальных, исходных, «протокольных» предложений О. Нейрат критикует с позиций конвенционализма. Не существует абсолютно-первичных, не нуждающихся в оправдании эмпирических предложений. Все предложения науки — если отвлечься от тавтологий — подразделяются на протокольные и непроотокольные предложения. Какие из них принять за протокольные, О. Нейрат считает вопросом соглашения. Все попытки избежать абсолютизации «протокольных» предложений в качестве первичных, исходных ведут к конвенционализму¹.

Положение О. Нейрата о том, что не существует первоначальных, «протокольных» предложений, Карнап истолковывает лишь как иной способ выделения «протокольных» предложений. В этом случае первоначальными, «протокольными» в этом смысле предложениями вовсе не обязательно выступают предложения, относящиеся к восприятиям. В качестве «протокольных» предложений принимаются предложения системного языка. Все предложения, в том числе и «протокольные», исходные, нуждаются в проверке, и они проверяются включением в систему. Предложения, несовместимые с уже установленными предложениями системы, либо отбрасываются, либо пересматриваются методы их выведения. На каких предложениях останавливаются при сведении, т. е. какие в этом случае принимаются за протокольные, является делом решения. Кстати, в таком способе проверки синтетических высказываний системы О. Нейрат видит освобождение от «остатков метафизики» в логическом позитивизме: сведения к непосредственно данному, ощущениям. Но для логического позитивизма сведение синтетических предложений системы к предложениям, лежащим вне системы, или к определенным предложениям самой системы является лишь вопросом выбора языка.

Из вышесказанного видна полная несостоятельность определения эмпирического в логическом позитивизме как сводимого к каким-то первоначальным, наиболее простым, не нуждающимся в дальнейшем оправдании высказываниям. Эта точка зрения приводит опять-таки к редукции эмпирического знания к чувственным данным.

¹ См. полемику между Карнапом и Нейратом по этому вопросу [14], [23] и др.

Подводя итог анализу эмпирического обоснования науки в логическом позитивизме, можно сказать следующее:

1. Логический позитивизм претендует на эмпирическое обоснование науки.

2. По сравнению с предшествующим позитивизмом логический эмпиризм вынужден был сделать отступление с позиций последовательного эмпиризма, признав теоретическое знание, не сводимое к эмпирическому.

3. Но благодаря особой трактовке этого теоретического знания (в первую очередь положений логики и чистой математики) как знания, не относящегося к действительности, логические позитивисты остаются в рамках эмпиризма: все знание о мире является опытным.

4. Все дело в том, что логические эмпиристы не выходят за пределы старой метафизической трактовки опыта, присоединяя к этому еще и субъективно-идеалистическое истолкование опыта. Как правильно указывал еще Гегель: «Эмпирическое наблюдение доставляет нам восприятие следующих друг за другом изменений, но оно не показывает нам необходимость связи» [7]. Лишь включая практику в процесс познания, мы совершаем этот переход. Широкое понимание опыта как всей практической преобразующей деятельности людей в корне меняет представление об эмпирическом обосновании знания, о суждениях, которые зависят от опыта, определяются опытом.

5. При указанном широком понимании «опыта» все положения науки имеют эмпирическое обоснование. Какими бы абстрактными они ни были, все они имеют в конечном счете эмпирическое происхождение и проверяются в опыте.

6. Именно определенное, узкое понимание опыта как «непосредственно данного» в восприятии обуславливает исключение из числа суждений, несущих информацию о действительности, предложений логики, чистой математики и т. п. как не имеющих опытного обоснования.

7. Разграничение знания на знание опытное и знание не проверяемое в опыте, (такое разграничение, как мы показали выше, несостоятельно) обуславливает не деление суждений на аналитические и синтетические, а лишь априористическое истолкование аналитических суждений. Именно указанное выше узкое понимание опыта является причиной появления положений, не сводимых к эмпирии, т. е. априорных положений того или иного рода.

Некоторые авторы неверно полагают, что причиной априористического истолкования теоретических положений является признание существования предложений, фиксирующих необходимые связи в отличие от предложений фактофиксирующих. Так, Лукаевич [19], например, утверждает, что признание предложений не-

обходимо истинных, фиксирующих существенные свойства объектов, в отличие от предложений фактически истинных, ведет к признанию априорного знания. «...Аристотель... развил такой взгляд на необходимость, который, по моему мнению, был губительным для философии. Предложения, описывающие существенные свойства объектов, по его мнению, не только фактически, но и необходимо истинны. Это ошибочное различие положило начало той длительной эволюции, которая привела к разделению наук на две группы: на априорные науки, состоящие из аподиктических теорем, такие, как логика и математика, и на апостериорные, или эмпирические науки, состоящие главным образом из ассерторических положений, основанных на опыте» [19]. Для логического эмпиризма характерно отождествление априорного и аналитического знания не в силу признания теоретического знания в отличие от фактического, а в силу узкого, метафизического истолкования опыта.

§ 3. Выше мы пришли к выводу, что деление знания на опытное и несводимое к опыту неправомерно. Означает ли это, однако, что тем самым теряет всякое основание деление суждений на аналитические и синтетические? Ряд авторов придерживается как раз такой точки зрения. Куайн [26], например, полагает, что четкой грани между аналитическим и синтетическим вообще не существует. К этому выводу он приходит в связи с рассмотрением проблемы аналитических истин и отождествлением аналитического с неэмпирическим знанием. Согласно Куайну, нельзя говорить об эмпирической проверке, сведении к опыту отдельных положений науки. И поэтому нельзя на этом основании выделять особый класс эмпирических (синтетических) истин как истин, основанных на опыте, в отличие от аналитических истин. Все знание Куайн рассматривает как созданную человеком единую систему или область, которая приходит в столкновение с опытом только на своей «периферии», поэтому «периферия» системы должна все время согласовываться с опытом. Переоценка одних положений системы влечет за собой переоценку других вследствие их логических взаимосвязей. Противоречие с опытом на «периферии» вызывает новые приспособления внутри области. Теоретические утверждения физики, логики, онтологии, согласно Куайну, ничем принципиально не отличаются от других положений науки, они отличаются лишь по своему положению в системе знания. Эти утверждения могут рассматриваться как расположенные приблизительно в «центре» общей системы знания и наиболее удаленные от «периферии», соприкасающейся с опытом. Таким образом, по Куайну, эмпирической-проверке подвергаются не отдельные положения науки, а вся система знания в целом. Нет эмпирических и теоретических положений в этом смысле, есть лишь предложения, расположенные ближе к «периферии» и удаленные от нее.

В чем же прав и в чем не прав Куайн? На наш взгляд, Куайн

прав в том отношении, что нельзя говорить об эмпирической проверке отдельных положений науки. Научное знание действительно не представляет собой сумму изолированных истин. Поэтому эмпирическому обоснованию подвергаются не просто отдельные положения науки, но вся система научных положений в целом. Таким образом, эмпирическое обоснование в конечном счете имеют все положения науки. В этом отношении деление на эмпирическое, с одной стороны, и теоретическое, аналитическое знание — с другой, неправомерно.

Куайн вскрывает действительно уязвимое место логического позитивизма. Принцип редукционизма, допускающий сведение отдельных положений науки к непосредственному опыту, в логическом эмпиризме действительно связан с принципом деления на аналитическое и синтетическое.

Куайн решает проблему, так сказать, «справа», с позиций более последовательно конвенционализма и прагматизма. При его трактовке специфика теоретического, в том числе логико-математического знания остается невыясненной. Под воздействием непрерывного потока чувственного опыта теоретические положения, научная система перестраиваются на основе чисто прагматических соображений. Если Карнап и другие распространяют конвенционализм на аналитические высказывания (соглашения об употреблении языка), «останавливаясь на воображаемой границе между аналитическим и синтетическим», то Куайн, не признавая существования такой границы, распространяет его на все теоретические положения науки.

Куайн прав, выступая против выделения класса аналитических высказываний как неэмпирических, но он не прав, опровергая на этом основании¹ правомерность разграничения синтетических и аналитических суждений. Все положения науки изменяются в конечном счете «под воздействием потока чувственного опыта». На этом основании исчезает принципиальное различие между высказываниями о фактах и высказываниями об универсальных необходимых связях.

Лукасевич также считает [19], что с точки зрения логики нет никакого различия между математической и эмпирической истиной.

И Куайн и Лукасевич выступают против разграничения научного знания на опытное и внеопытное — и в этом они правы. Но на этом основании они делают вывод, что с точки зрения логики нет различия между высказываниями о фактах и аподиктическими высказываниями, а по Куайну также между аналитическими и синтетическими положениями.

Таким образом, математические, логические и т. п. положения оказываются истинами того же порядка, высказываниями, так

¹ И не только на этом основании.

сказать, того же уровня, что и высказывания о фактах (типа: «Наполеон родился...»). Так ли это? Важнейшим вопросом здесь является вопрос о том, действительно ли суждения такого рода формально не различимы?

§ 4. Основу различия между теоретическими суждениями и суждениями о фактах надо искать в характере тех объективных связей действительности, которые отражаются этими суждениями. Все дело в том, что само построение системы научного знания не является просто вопросом соглашения. Сама система своей структурой отражает определенные соотношения действительности. Тогда отражение наиболее общих и необходимых соотношений действительности даст нам области научного знания, выражаясь языком Куайна, наиболее удаленные от периферии опыта в том смысле, что они не будут зависеть от отдельных видов опыта, от каких-то единичных конкретных соотношений вещей. Поэтому вопрос о соотношении фактического и теоретического знания тесно связан с проблемой построения системы научного знания. Но не просто положение¹ в системе делает суждение более или менее теоретическим — ближе или дальше от периферии области, — но, наоборот, характер связей, отраженных в суждениях, определяет в конечном счете их положение в системе научного знания.

Отсюда связь проблемы аналитического и синтетического знания с проблемой теоретического и фактического. Если положение в системе обусловлено характером тех связей действительности, которые отображены в суждении, то, в свою очередь, не может ли место, само «положение» суждения в системе научного знания говорить нечто о характере тех связей, которые отражены в нем.

На наш взгляд, можно попытаться провести различие между теоретическим (необходимым) и фактическим знанием следующим образом.

Теоретические высказывания — это высказывания с переменными. Фактические высказывания — это высказывания, в которых переменные не встречаются.

Соответственно этому уточнению, теоретическое распадается на ряд уровней:

1. Высказывания только с предметными переменными, например $(x) (M(x) \supset \exists(x))$ — для любого x , если x — металл, то x — электропроводен.

2. Высказывания с предикатными переменными

$$(P)(x) (P(x) \vee \bar{P}(x)).$$

3. Высказывания с пропозициональными и переменными $(p) (p \cdot p)$, где p — пропозициональное переменное.

¹ Употребляя термин «положение», мы имеем в виду «роль в структуре научного знания».

Первая группа будет соответствовать теоретическим предложениям конкретных наук, две последних — положениям логики и абстрактной математики.

Вопрос о соотношении логики и математики, об отличии логических постоянных от нелогических подробно рассматривает Бочвар [4], характеризуя положения логики как относящиеся к любой предметной области.

Несмотря на всю привлекательность указанного нами выше пути уточнения понятия теоретического знания, этот путь встречается с рядом серьезных трудностей.

Прежде всего, при таком уточнении выпадают из числа теоретических предложения, являющиеся распространением общих принципов на конкретные факты. Например, суждение «Снег идет или снег не идет» не будет при этом уточнении теоретическим, также и предложение «Если Петр человек, то Петр смертен», хотя предложение « (x) (Человек(x) \supset Смертен(x))» будет, согласно данному определению, теоретическим. Рассматриваемая трудность — это трудность, с которой столкнулась послеаристотелевская логика. Согласно Аристотелю, силлогизм с большей аподиктической посылкой и меньшей ассерторической дает аподиктическое заключение; согласно его ученикам — Эвдему и Теофрасту, заключение будет носить лишь ассерторический характер. Таким образом, согласно Аристотелю, аподиктическими (в нашей терминологии теоретическими) будут суждения не только с переменными, но и суждения, возникшие в результате подстановки постоянных вместо переменных; согласно же ученикам Аристотеля, эти суждения необходимыми не будут.

Вторая трудность заключается в трактовке суждений с квантором существования. Правомерно ли рассматривать их как теоретические, необходимые, суждения? На наш взгляд, квантор существования не имеет отношения к утверждению о существовании конкретных, фиксированных предметов. С помощью квантора существования мы строим суждения, утверждающие наличие каких-то общих связей, свойств. Так, утверждая (x) ($\exists y$,) ($y > x$), мы не говорим о существовании какого-то определенного числа, а говорим об общих свойствах числового ряда. Поэтому следовало бы отличать суждения с квантором существования и суждения, утверждающие существование какого-то объекта.

Третья трудность состоит в том, что квантор общности гарантирует всеобщий характер суждения, но всеобщность не всегда сопровождается необходимостью. «Все лебеди черные» и «Металл электропроводен» — общие суждения, но первое не дает необходимости, второе дает. И суждение «Все жильцы данной квартиры знают английский язык» и суждение «Все металлы электропроводны» имеют форму (x) ($S(x) \supset P(x)$). Выражение вида (x) ($S(x) \supset P(x)$) не фиксирует различия необходимых и случайных связей. В первом случае истинность суждения зависит

от того, какие предметы включены в S . Изменение состава (включение новых жильцов в число жильцов данной квартиры) может изменить истинность высказываемого суждения. Все предметы, обозначенные и выделенные нами как S , обладают и свойством P , поскольку каждый из них обладает свойством S . В этом случае x перестает играть роль подлинно переменной, x — представляет собой лишь сокращенную запись конъюнкции: $a_1 \cdot a_2 \dots \cdot a_n$. В то время, как в суждении, выражающем необходимую связь, не имеет значения, какие предметы включены в S , включение новых предметов в класс не меняет логическую валентность суждения: само наличие у предмета признака S гарантирует наличие у него и признака P . Смысл выражения « (x) » («все x », «для всякого x ») в обоих случаях разный. В выражении $(x)(M(x) \supset \exists(x))$, фиксирующем необходимую связь, высказывание распространяется на любой возможный предмет, но квантор общности не передает этого. Необходимо провести такое уточнение квантора, чтобы это различие учитывалось. Возможно, путем разделения самих кванторов на ограниченные и неограниченные¹.

Интересно отметить, что согласно Лукасевичу, аристотелевская силлогистическая необходимость может быть сведена к кванторам общности. «Когда мы говорим, что в правильном силлогизме заключение необходимо следует из посылок, то этим мы хотим сказать, что силлогизм правилен при любом содержании, т. е. для всех значений входящих в него переменных».

Формула $LCKAbaA cbAca$, т. е. «необходимо, что (если каждое b есть a и каждое c есть b , то каждое c должно быть a)», может быть преобразована в выражение: $PaPbPcCKAbaAcbAca$ — «Для всякого a , для всякого b , для всякого c (если каждое b есть a и каждое c есть b , то каждое c есть a)». Знак необходимости L , поставленный перед силлогизмом, показывает, что необходимой является сама связь между посылками [19].

Если мы выскажем положение, что обычная классическая логика (классическое исчисление предикатов) не фиксирует в явной форме отличие фактического от теоретического, то вероятно, будем близки к истине. Но это не значит, что подобная разбивка неправомерна. Мы должны идти не от логической системы к окончательному выводу о правомерности или неправомерности деления знания на теоретическое и фактическое², а наоборот, выяснив, имеется ли данное деление или нет, строить соответствующую логическую систему³.

¹ Мы не касаемся здесь вопроса, возможно ли провести такое разграничение в рамках экстенциональной логики.

² Как это делает Лукасевич [19].

³ На наш взгляд, в конструктивной логике (конструктивном исчислении предикатов) намечается тенденция рассматривать общее суждение как в то же время и необходимое.

Из сказанного ясно, что попытка провести различие между теоретическим и фактическим по логическим признакам представляет значительные трудности и требует доработки и дальнейшего уточнения в ряде моментов.

Таким образом, одной из важнейших задач является построение такой системы научного знания, в которой логически различались бы фактические и необходимые положения. В какой-то мере эту задачу и пытаются выполнить логические позитивисты, подразделяя все суждения определенной языковой системы на аналитические и синтетические.

II

Перейдем теперь к анализу проблемы аналитического знания.

§ 1. Обычно учение об аналитическом и синтетическом характере суждений связывается с Кантом. Традиционное определение аналитичности носит отпечаток кантовского понимания логики. Согласно Канту, — а его мнение повторяется многими авторами ¹, — аналитическим называется суждение, предикат которого содержится в субъекте [8]. Это определение имеет смысл при объемном истолковании логики, характерном для Канта. Узость такого определения проявляется даже в том случае, если не выходить за границы объемного понимания логики. Так, в свое время, дискуссия развернулась по вопросу о том, относится ли данное определение к отрицательным, условным, разделительным суждениям. А. И. Введенский, например, считает, что разделение на аналитические и синтетические применимо к отрицательным суждениям ² («Параллелограммы не суть трапеции», «Трапеции не суть параллелограммы» — принадлежат к аналитическим суждениям), но не применимо к условным и разделительным суждениям ³. Указанное определение аналитичности действительно приводит к большим трудностям при рассмотрении условных и вообще сложных суждений.

Кант дает еще одно определение аналитичности. Аналитическими являются суждения, которые «основываются» на законе противоречия [8], отрицание их приводит к противоречию. Уже в

¹ «...Для логики, — говорил А. И. Введенский, — совершенно безразлично, как именно возникают в нашем уме аналитические и синтетические суждения» и «к аналитическим суждениям принадлежат только такие, в которых сказуемым служат исключительно составные части определения подлежащего» [6].

² «Отрицательное суждение является аналитическим, если один из элементов суждения (субъект или предикат) мыслится не просто как лишенный какого-то признака, но как соединенный с его отрицанием» П. Введенский [6].

³ Хотя сам Введенский ссылается на то, что Кант полагал, что все суждения разделяются на аналитические и синтетические, «какую бы логическую форму они не имели» [9].

самом понятии есть все условия для суждения, надо только «извлечь» предикат согласно закону противоречия — благодаря этому и усматривается необходимость аналитического суждения. Таким образом, согласно Канту, для установления истинности суждений в этих случаях достаточно формальной логики. Не выходя за пределы формальной логики путем анализа понятия «тело», мы устанавливаем, что тело протяженно. Насколько последнее правомерно, мы рассмотрим в дальнейшем.

Во всяком случае, следует сказать, что такое определение аналитичности, связанное с субъектно-предикатной формой суждения, является слишком узким. Не вдаваясь в анализ того, кем впервые была четко поставлена проблема соотношения аналитического и синтетического знания, отметим только, что уже у Лейбница стоит вопрос об аналитичности. Причем понимание аналитичности не связывается у него ни с объемной трактовкой логики, ни с субъектно-предикатной формой суждения. У Лейбница соединительные, разделительные, гипотетические и другие суждения «тоже могут быть типа тождественных». В качестве примера тождественных истин Лейбниц приводит, например, такие суждения: «Равносторонний прямоугольник есть прямоугольник», «Если A есть не — B , то отсюда следует, что A есть не — B ». Таким образом, Лейбниц рассматривал рациональные истины как необходимые и как тождественные, т. е. как аналитические. Лейбниц по существу называет тождественными истинами то, что мы называем аналитическими.

Отрицательные тождественные предложения основаны либо на принципе противоречия, либо принадлежат к различительным («Предмет какой-нибудь идеи не есть предмет иной идеи», например: «Теплота не есть цвет» и т. п.). Эти предложения, согласно Лейбницу, можно утверждать независимо от сведения к принципу противоречия. В этом случае знание того, что «Теплота не есть цвет» не «извлекается» путем анализа из содержания понятия «теплота». Истинность предложений этого рода, по Лейбницу, основана на некотором общем принципе — что «предмет одной идеи не есть предмет другой идеи». Лейбницевский пример различительных тождественных истин и его решение, на наш взгляд, очень интересны. В литературе последних лет, касающейся проблемы аналитических истин, без конца фигурируют примеры аналогичного рода, особенно в отношении цветов: являются ли предложения вида (x) (если x — красное, то x — не голубое) аналитическими? Пап считает, что такие высказывания не являются аналитическими, так как они не логические истины и не могут быть получены путем анализа субъекта. Согласно Папу, такое предложение было бы аналитическим, если бы можно было определить красное как не желтое, не зеленое, не голубое и т. д. Но такое определение Пап отбрасывает как неадекватное. Лейбницу же не требуется предварительного определения теплоты как не цвета, не... и т. д. Аналитич-

ность предложения «теплота не цвет» не основывается на анализе понятия теплоты.

Таким образом, Лейбниц не связывает аналитичность с субъектно-предикатной формой суждения. Понятие аналитичности у Лейбница шире, чем у Канта, но Лейбниц не отличает проблемы эмпирического, фактического и теоретического от проблемы аналитического и синтетического¹.

Оригинальность Канта состоит не в том, что он ввел понятие аналитических истин, а в том, что он отчленил вопрос о соотношении эмпирического и теоретического (в терминах Канта апостериорное и априорное) от вопроса о соотношении аналитического и синтетического. Если для Лейбница проблема эмпирического и теоретического тождественна проблеме синтетического и аналитического, то для Канта не всякое теоретическое («априорное») есть аналитическое.

Согласно Канту:

1) Опыт не сообщает нам никогда «строгой всеобщности», он сообщает нам лишь сравнительную всеобщность посредством индукции. Опыт не дает также нам необходимости, поэтому полученные в опыте, т. е. эмпирические, суждения не обладают необходимостью.

2) Аналитические суждения нелепо основывать на опыте, так как высказывая эти суждения, мы не нуждаемся в свидетельстве опыта.

3) Все эмпирические суждения имеют синтетический характер. Но не все синтетические суждения являются эмпирическими.

4) Существуют синтетические суждения априори. Так, математические положения обладают необходимостью, потому они не могут быть эмпирическими суждениями. Но, с другой стороны, математические положения являются синтетическими. То, что они могут быть усмотрены с помощью закона противоречия, порождает иллюзию, будто они имеют аналитический характер. Но математические суждения могут быть выявлены с помощью закона противоречия не сами по себе, а всегда из других синтетических суждений.

5) Таким образом, не все необходимые (теоретические) суждения являются аналитическими.

Логические позитивисты также исходят из деления всех суждений на аналитические и синтетические. Например, Р. Карнап пишет, что аналитичность он понимает примерно в кантовском смысле [10]. Но, в отличие от Канта, он строго ограничивает круг аналитических истин. Аналитическим, по существу, является лишь логико-математическое знание. В отличие от Канта, для Карнапа все синтетическое знание является эмпирическим, опытным. По-

¹ Все необходимые истины сводятся к рациональным, поскольку все фактические истины случайны.

иному решается проблема природы логико-математического знания: оно не является эмпирическим, как в старом позитивизме, оно и не синтетическое априори, как у Канта. Логико-математическое знание, согласно неопозитивизму, является аналитическим, априорным. Но априорным уже опять-таки не в кантовском смысле.

§ 2. Поставим теперь вопрос так: правомерно ли само деление суждений (или высказываний) на два типа — аналитические и синтетические?

В исчислении высказываний значение сложных высказываний рассматривается как функция истинности элементарных высказываний, входящих в это сложное высказывание. Сложные высказывания могут быть истинными или ложными в зависимости от конкретной ситуации, от того, какие значения в этой ситуации примут простые высказывания. Но есть такие высказывания — так называемые всегда-истинные высказывания, — которые истинны при любых значениях входящих в них простых высказываний. Такие высказывания называют тавтологиями или законами логики¹. Из сказанного ясно, что все суждения делятся на два типа: высказывания, истинность или ложность которых можно установить на основе семантических правил системы, и высказывания, истинность или ложность которых не может быть усмотрена из них. Деление всех высказываний фиксированной семантической системы на аналитические и синтетические неоспоримо. Весь вопрос в их точном определении и истолковании.

Р. Карнап следующим образом характеризует аналитически-истинные, или, как он их называет, *L*-истинные, предложения: предложение *L*-истинно в семантической системе *M*, если и только если оно истинно в *M* таким образом, что его истинность может быть установлена на основе одних лишь семантических правил этой системы *M*, без всякой ссылки на внеязыковые факты. С таким пониманием аналитичности можно вполне согласиться. Но это не есть определение логической истинности или аналитичности, ибо надо уточнить, что при этом понимается под «установлением истинности на основе одних лишь семантических правил». Необходимо выработать точное понятие, или, пользуясь удачным термином Карнапа, произвести экспликацию.

§ 3. В качестве такого уточнения понятия аналитичности Карнап предлагает теорию описания состояния. Под описанием состояния Карнап понимает множество предложений, в которое входит либо само атомарное предложение, либо его отрицание. (Так, для трех атомарных предложений мы имеем 8 описа-

¹ Мы имеем тавтологии не только в исчислении высказываний, но и в исчислении предикатов, в этом случае говорят об общезначимых формулах, например, таковыми будут $(x)(P(x) \vee \bar{P}(x))$, $(\exists x)\bar{P}(x) \rightarrow (x)P(x)$ и т. д.

ний состояний; если ABC — атомарные предложения, то ABC , \overline{ABC} , $AB\overline{C}$, $\overline{A}B\overline{C}$, $A\overline{B}\overline{C}$, $\overline{A}\overline{B}\overline{C}$ — описания состояний). Далее Карнап вводит семантические правила. Атомарное предложение выполняется в данном описании состояния, если оно входит в него. Сложное предложение, например конъюнкция $A \cdot B$, выполняется в данном описании состояния, если в него входит A и входит B . Аналогично даются семантические правила для других логических операторов.

Почему Карнап считает, что его определение аналитичности через «выполнимость во всех описаниях состояния» является уточнением (экспликацией) определения аналитичности? Согласно Карнапу, семантические правила устанавливают для каждого предложения, выполняется ли оно в данном описании состояния или нет. Тем самым семантические правила устанавливают истинность предложения, если оно выполняется в истинном описании состояния. Но чтобы знать, какое из описаний состояния истинное (описывает действительное состояние универсума индивидов), нужно дополнительное внеязыковое знание. Так, если высказывание выполняется в истинном описании состояния, то оно истинно. Но его истинность нельзя установить, не обращаясь к фактам. Но если высказывание выполняется во всех описаниях состояния (а это устанавливается с помощью семантических правил) то оно тем самым обязательно выполняется и в истинном описании состояния и не может быть ложным, т. е. оно будет всегда истинным (L -истинным в терминологии Карнапа).

Таким образом, L -истинность Карнап определяет, как выполнимость во всех описаниях состояния.

У Карнапа смысл необходимо-истинного в системе сводится к выполнимости во всех возможных случаях. Высказывания, выполнимые не во всех описаниях состояния, являются фактическими, случайными [10].

Выполнимое во всех возможных случаях есть, по Карнапу, необходимое¹. И обратно: необходимость сводится к выполнимости во всех логически возможных случаях. «Понятие логической необходимости, как экспликанд, по-видимому, обыкновенно понимается в том смысле, что оно применяется к суждению, если и только если истинность основывается на чисто логических основаниях... таким образом, мы видим близкое сходство между двумя экспликандами, логической необходимостью суждения и логической истинностью предложения» [10].

Карнап вводит термин «описание состояния», так как считает, что оно дает возможные описания состояния универсума индивидов, причем дает возможные состояния универсума индивидов относительно всех свойств и отношений, выраженных предикатами системы. Отсюда сразу видно, что мир рассматривается как уни-

¹ Имеется в виду логическая необходимость [10].

версум индивидов, а все возможные состояния его определяются всеми возможными комбинациями свойств и отношений, выраженных предикатами этой системы. С точки зрения Карнапа описание состояния представляет собой все возможные миры Лейбница. Теория описания состояния является определенной идеализацией, определенным упрощением. При известных идеализированных предпосылках она безусловно имеет место. Но, как мы постараемся показать ниже, теория описания состояния исходит из довольно жестких и узких требований. По крайней мере в адрес этой теории можно отнести все критические замечания, относимые к теоретико-множественной концепции логики и математики.

Надо заметить, что абсолютизация теории описания состояния, забвение того факта, что она есть лишь известная идеализация, неминуемо приводит к философии логического атомизма¹. Но это отнюдь не означает, что сама по себе теория описания состояния содержит идеализм или позитивизм. Как известная идеализация она вполне правомерна. Поэтому, высказывая ниже критические замечания в адрес теории описания состояния, мы не намерены доказывать ее полную несостоятельность (это было бы и неправильно), мы хотим лишь указать на ее ограниченность, на ее недостаточность в качестве экспликации понятия аналитичности и необходимость замены этой идеализации более адекватной.

С логической точки зрения, теория описания состояния страдает рядом существенных недостатков. Во-первых, она накладывает на логику слишком жесткие ограничения, требуя независимости элементарных предикатов. Резко обнаруживаются ее недостатки в исчислении предикатов, так как согласно этой теории общие высказывания сводятся к сумме атомарных.

Во-вторых, концепция описания состояния, по существу, есть экстраполяция матричного метода построения исчисления высказываний на всю логику. При построении исчисления высказываний заведомо отвлекаются как от содержания, так и от структуры элементарных высказываний, рассматривая сложное высказывание лишь как функцию истинности элементарных высказываний. Далее, в исчислении высказываний имеют дело с конечным множеством элементарных высказываний. Наконец, в исчислении высказываний каждое предложение либо истинно, либо ложно, т. е. имеется конечное число значений (два). В исчислении высказываний значение (истинность или ложность) одного атомарного предложения рассматривается независимо от значения другого.

В-третьих, понятие аналитичности, основанное на теории описания состояния, слишком узко. С точки зрения теории описания состояния, аналитическим будет логико-математическое знание и

¹ Убедительная критика концепции логического атомизма с общепhilософских позиций дана в ряде работ советских и зарубежных философско-марксистов. Поэтому останавливаться на критике ее несостоятельности с общепhilософских позиций в данной работе мы не будем.

только оно. Но положения, признаваемые обычно за аналитические, например такие, как «Если Джек холост, то Джек не женат», с позиций рассматриваемого уточнения таковыми не будут.

§ 4. Уточнение аналитичности, основанное на концепции описания состояния, подверглось резкой критике, особенно со стороны Куайна.

Аргументы Куайна, выдвинутые им против деления суждений на аналитические и синтетические в работе «Две догмы эмпиризма» [26], явились исходными для дискуссии, развернувшейся на эту тему. В большинстве работ, посвященных проблеме аналитического и синтетического знания, так или иначе рассматриваются и анализируются аргументы Куайна. На наш взгляд, куайновская критика концепции аналитического знания действительно представляет значительный интерес.

Во-первых, рассматривая определение аналитических суждений как таких суждений, отрицания которых являются самопротиворечивыми, Куайн совершенно верно отмечает, что такое определение имеет очень небольшую познавательную ценность, поскольку само понятие самопротиворечивости нуждается в неменьшем разъяснении, чем понятие аналитичности.

Следующее определение аналитичности, рассматриваемое Куайном, это определение, основанное на понятии «значение»: «Утверждение является аналитическим, когда оно истинно благодаря значениям и независимо от факта» [26], [24]. Но что такое значение? «Вечерняя звезда» и «Утренняя звезда» обозначают один и тот же предмет, но они различны по значению, так как тождественность «Вечерняя звезда = Утренняя звезда» устанавливается астрономическим наблюдением. Если бы эти термины были подобными по значению, то тогда тождественность «Вечерняя звезда = Утренняя звезда» была бы аналитической, т. е. устанавливалась бы без обращения к астрономическому наблюдению. Следовательно, заключает Куайн, значение не должно отождествляться с референтом [26]. Таким же образом значение не следует смешивать с экстенсией. «Существо с сердцем» и «существо с почкой» являются, возможно, подобными по экстенсии, но не подобными по значению.

Верно указывая на неправомерность отождествления значения с обозначаемым, Куайн, с другой стороны, совершенно отрывает значение от обозначаемого. При этом он заявляет, что неуловимым, спорным и не подающим надежды на решение остается вопрос: «Какой род вещей представляет собой значения — платоновские идеи или умственные идеи, или нечто другое». Из этого положения, что значение не тождественно обозначаемому (референту), Куайн делает неправомерный вывод, что проблема тождества значений есть проблема тождества (синонимии) лингвистических форм.

Оставляя путь поисков понятия значения, Куайн переходит к иному определению аналитичности на основании понятия сино-

нимичности: если бы нам удалось установить критерий синонимичности двух лингвистических форм, мы бы могли тогда таким путем определять аналитичность утверждений. Если два термина синонимичны (одинаковы по значению), то утверждение их тождества является аналитическим. Таким путем аналитичность можно определить через тождество значений, через синонимичность.

Основную трудность при такой концепции аналитичности Куайн видит в установлении синонимичности (для него это, как указывалось, синонимичность лингвистических форм). Каким образом мы находим, спрашивает Куайн, что «холостяк» определяется как «неженатый человек»? Должны ли мы обратиться к словарю и принять формулировку составителя словаря как закон?

Куайн улавливает в этом случае действительную трудность. В самом деле почему суждение «тело протяжено» следует считать аналитическим, а «тело имеет вес» — нет (примеры Канта)? Как мы устанавливаем тождество значений? Может быть, посредством определений? Но, согласно Куайну, дефиниция сама опирается на уже существующее отношение синонимичности, «сообщает» о ней — за исключением лишь крайнего случая: «явно конвенционального» введения новых обозначений». Но если этот последний случай конвенционального определения отбрасывается и не о нем идет речь, то о какой синонимичности лингвистических форм может идти речь?

В том-то и дело, что «лингвистические формы», взятые в отрыве от референта (от обозначаемого), могут быть тождественными лишь на основании языковой конвенции. Куайн же на том основании, что тождество значений не есть просто тождество референтов («Вечерняя звезда» и «Утренняя звезда»), резко отрывает «теорию значения» от «теории референта», пытается решить проблему синонимичности, минуя вопрос о том, какую «область сущностей» представляют собой значения, и при этом отбрасывает крайний случай «явно конвенционального» введения новых обозначений». Этот крайний случай установления синонимичности не удовлетворяет Куайна (и в этом он прав), но о каком другом пути установления синонимичности, кроме конвенции, может идти речь при таком истолковании тождества значений?

Если истолковывать тождество значений (синонимичность) как тождество лингвистических форм, то нечего и искать его вне конвенциональных определений (соглашений о введении новых обозначений). Если же все определения не сводятся к конвенциональным (Куайн это, видимо, признает), последние — лишь «крайний случай», тогда на чем основаны эти определения? По-видимому, при решении этого вопроса надо переходить на «метафизический» (онтологический) уровень. Куайн этого не делает. Он просто отбрасывает возможность установления синонимичности посредством определения, поскольку само определение «зависит в первую очередь от отношений синонимии».

Более последовательно, на наш взгляд, эту проблему решает Карнап. Пусть предикаты «*B*» и «*M*» обозначают свойства Холостяк и Женатый. Откуда мы знаем, что эти свойства совместимы или несовместимы? Карнап обходит указанную трудность, считая это вопросом решения. Мы руководствуемся не нашим знанием относительно фактов окружающего, а своими намерениями относительно значений, то есть способом употребления дескриптивных постоянных» [11]. Таким образом, это знание является знанием относительно употребления языковых знаков. Автору системы не нужно проводить детальных исследований для того, «чтобы узнать, верно ли, что предикат «цвета воронова крыла» (*R*) всегда или почти всегда подразумевает «черный» (*Bl*), скорее его задачей будет решить, хочет ли он, чтобы предикаты *R* и *Bl* его системы употреблялись таким образом, чтобы из первого логически следовал второй» [11].

Установив, что понятие дефиниции не дает ключа к синонимичности и аналитичности, Куайн переходит к рассмотрению иных способов определения синонимичности. Если мы определим синонимичность как просто взаимозаменяемость двух выражений во всех контекстах без изменения значения истинности высказывания в целом, то мы не гарантированы, что такое соответствие действительно основывается на значении выражений, а не «просто на случайных содержаниях факта». Выражения «существа с сердцем» и «существа с почкой», «Вечерняя звезда» и «Утренняя звезда» взаимозаменяемы, но это лишь знание фактического порядка, и суждение «Вечерняя звезда есть Утренняя звезда» не является аналитическим. Взаимозаменяемость в экстенциональных языках гарантирует лишь истинность суждения, но не аналитичность. Например, «Число дней недели равно 7» — истинное суждение, но не аналитическое. Необходимо перейти к неэкстенциональным языкам, содержащим модальный оператор *N* (необходимо); «взаимозаменяемость в таком языке является достаточным условием познавательной синонимии» [26]; «но такой язык понятен только в том случае, если понятие аналитичности выяснено заранее». Для установления синонимичности выражений *A* и *B* надо знать, является ли $A \equiv B$ необходимо истинным. Таким образом, попытка определить аналитичность посредством понятия равнозначности приводит к тому, что в интенциональных языках равнозначность может быть определена на основании понятия необходимости, а последнее само опирается на понятие аналитичности — получается круг.

Каков итог проведенного Куайном анализа различных попыток определения аналитичности суждений? Куайн решает, что определение аналитичности невозможно ни в области естественных языков, ни в области языков искусственных. Более того, само разграничение суждений на аналитические и синтетические, по мнению Куайна, ничем не обосновано и является неэмпирическим, мета-

физическим. На деле Куайн доказал лишь, что проблема адекватного определения аналитичности исключительно трудна, что понятие аналитичности является элементом целой семьи родственных понятий, таких, как значение, равнозначность, необходимость, семантические правила, и что понятия эти так друг с другом связаны, что определение одного понятия при помощи других приводит раньше или позже к исходному понятию [25]. Но из этого вовсе не следует, что экспликация понятия аналитичности невозможна, а разграничение суждений на аналитические и синтетические неправомерно.

§ 5. В книге «Значение и необходимость» [12] Карнап предлагает новый метод анализа значений языковых выражений — метод интенционала и экстенционала. Карнап пытается разработать более строгое и точное понятие значения языковых выражений, синонимичности, а вместе с тем и аналитичности. Карнап вводит понятия истинности и L -истинности (уточняя их посредством теории описания состояния). На их основе он определяет эквивалентность и L -эквивалентность: PL -эквивалентно $Q(S \cdot v) =_{df} P \equiv Q$ L -истинно.

Через эквивалентность и L -эквивалентность Карнап определяет далее экстенционал и интенционал и подыскивает объекты, которые можно избрать в качестве экстенционала и интенционала для различных видов десигнаторов. Объектами в качестве интерпретации экстенционала и интенционала предикаторов Карнап берет классы и свойства. Они действительно удовлетворяют условиям, посредством которых определяются экстенционал и интенционал.

Если два предикатора эквивалентны, то они удовлетворяются для одних и тех же индивидов. Классы тождественны, если они имеют одни и те же элементы. Отсюда, классы тождественны, если соответствующие им предикаторы эквивалентны.

Аналогично устанавливается тождественность свойств: свойства тождественны, если и только если предикаторы для них L -эквивалентны, т. е. эквивалентность их устанавливается одними лишь логическими средствами (на основании одних лишь семантических правил системы). Далее с помощью понятия «интенциональный изоморфизм» определяется понятие синонимичности выражений.

Таким образом, значение, синонимичность Карнап определяет через L -истинность (аналитичность), а не наоборот. L -истинность она принимает в качестве, так сказать, исходного понятия и далее строит целую систему семантических понятий с целью уточнения понятий значения, синонимичности языковых выражений. Таким образом, аналитичность у Карнапа не определяется через понятие значения. Для того, чтобы установить, что два выражения (предикаторы, высказывания и т. д.) тождественны по значению (т. е. имеют один и тот же интенционал), нужно предварительно установить, что они L -эквивалентны, т. е. их эквивалентность

устанавливается на основе одних семантических правил системы. Здесь аналитичность понимается Карнапом узко, как логическая истинность. «Быть истинным на основании значения» трактуется им как «быть истинным на основании семантических правил системы», а не в кантовском смысле как содержательное тождество значений.

Карнап указывает, что в ряде случаев *L*-эквивалентности предложений оказывается недостаточно, «требуется более сильное отношение, чем тождество интенционалов», понятие синонимичности оказывается, по-видимому, сильнее понятия *L*-эквивалентности. Карнап рассматривает, например, следующие два предложения: 1) «Понятие Брат тождественно с понятием Единородный (точнее, конъюнкцией понятий Мужчина и Единородный)». Это предложение несет на себе полезную информацию, хотя и логического, а не фактического характера; оно является результатом анализа понятия Брат. Но если два выражения тождественны, то все, что верно для одного из них, верно и для другого, и одно может быть замещено другим без изменения *L*-истинности высказывания. Действительно, получаем другое *L*-истинное высказывание: 2) «Понятие Брат тождественно понятию Брат». Оба эти высказывания *L*-истинны и, следовательно, *L*-эквивалентны, значит, они выражают одно и то же суждение (два десигнатора имеют один и тот же интенционал, если они *L*-эквивалентны; интенционал предложения — выражаемое им суждение). Но, очевидно, имеется большое различие в значении между этими двумя предложениями. Карнап пытается решить подобные затруднения путем введения понятия интенционального изоморфизма как экспликации синонимичности. То же самое можно сказать относительно так называемых предложений мнения: «Джон считает, что число жителей Чикаго больше 13.000.000» и «Джон считает, что число жителей Чикаго больше $2^6 \times 3 \times 5^6$ ». Все это еще раз демонстрирует те трудности, которые возникают при попытках определения аналитичности на основе синонимичности выражений.

Кантовское определение аналитичности сводится в основном к требованию установления того, что предикат *implicite* содержится в субъекте, т. е., по существу, к установлению истинности суждения на основе анализа понятия субъекта, не обращаясь к фактам. Теперь нам ясно, с какими трудностями столкнутся попытки выполнить это требование. Анализ значения языковых выражений оказывается не такой уж простой вещью. Как мы видим, такой анализ, по мнению многих авторов, сам опирается на установление аналитического характера суждений.

§ 6. Рассмотрим, как действительно обстоит дело с определением аналитического суждения как суждения истинного на основании значения. На наш взгляд, такое определение является недостаточным в силу его неопределенности и требует, во всяком случае, уточнения. Необходимо в этом случае указать, что мы пони-

маем под «значением» и что значит «быть истинным на основании значения». Во-первых, под истинностью на основании значения может пониматься установление истинности выражения только на основании значения входящих в него логических знаков.

В таком случае определение аналитичности сводится к определению *L*-истинности. Далее, под значением может иметься в виду значение дескриптивных знаков. В этом случае анализ значения двух выражений либо сводится к выявлению определенных соглашений относительно употребления языковых знаков («женатый» и «холостяк», «черный» и «цвета воронова крыла» в примерах Карнапа), либо же под анализом значения имеется в виду анализ содержания языковых выражений. Аналитическое суждение выступает в этом случае как разъяснение, раскрытие того, что имеет-ся *implicite*. Лейбниц также рассматривал аналитичность такого рода, когда приводит суждения вида: «Всякий прямоугольный четырехугольник есть четырехугольник».

Во всяком случае, нельзя определять аналитичность на основании синонимичности выражений, минуя вопрос о том, какую «область сущностей» представляют собой значения.

Если сооставить многочисленные определения аналитичности, даваемые различными авторами, можно попытаться выделить несколько основных определений и затем проанализировать их:

1. Первое определение подсказывается концепцией Лейбница. Аналитическими истинами являются суждения, выполнимые во всех «возможных мирах».

2. Предложение аналитично (*L*-истинно), если оно выполняется в каждом описании состояния.

3. Аналитическим называется суждение, которое не может быть ложным.

4. Аналитическим называется суждение, отрицание которого противоречиво.

5. Аналитическими являются логико-математические утверждения. Это утверждения, истинные на основании только своей формы (или это истинные предложения, которые содержат только логические постоянные). Короче говоря, аналитические утверждения сводятся к логически-истинным. В число утверждений этого рода обычно включают и положения «чистой математики».

6. Аналитическими называют *L*-истинные утверждения и те суждения, которые содержат дескриптивные знаки, но являются истинными независимо от значения этих дескриптивных знаков. «Сократ смертен или Сократ не смертен».

7. Аналитическими называют *L*-истинные суждения или те, которые могут быть превращены в *L*-истинные с помощью определений.

8. Аналитическими называются *L*-истинные суждения и те, которые могут быть преобразованы в *L*-истинные посредством замещения синонимичных выражений друг другом.

9. Аналитическими называются суждения, истинные только на основании значений входящих в них выражений.

10. Аналитическими суждениями в семантической системе S называются такие суждения, истинность которых может быть установлена на основе только семантических правил системы.

Определение 2 сводится по существу к определению 1: «описания состояния» и представляют собой определенное истолкование «возможных миров».

Недостатки этого уточнения аналитичности были разобраны нами выше.

Определение 1 имеет, так сказать, несколько оттенков. С одной стороны, «выполнимость во всех возможных мирах» подчеркивает универсальный и необходимый характер суждения, их «всегда-истинность». Такое определение говорит о большой степени всеобщности этих утверждений, о их применимости в любой предметной области, и их истинность, так сказать, не зависит от конкретного содержания модели, от значения входящих в него дескриптивных знаков. Такое определение аналитичности очень узко и подходит лишь для положений логики, но уже не годится по существу для положений математики. При таком определении аналитичность сводится к L -истинности (определение 5). Но с другой стороны, определение 1 несомненно имеет еще иной оттенок: утверждение независимости этих суждений от существования универсума, предложения этого рода ничего, мол, не говорят о предметной области. А это уже просто неверно, даже в отношении законов логики.

При таком понимании аналитические суждения совершенно не зависят от положения вещей в действительности и являются истинными в силу языковых конвенций. Вышесказанное относится и к определению 5 и его истолкованию. На основании определения 5, аналитическими будут положения: $p \vee \bar{p}$; $(p \supset q) \supset (\bar{q} \supset \bar{p})$ и т. д., но о суждениях типа: «Фидо черен или Фидо не черен» этого сказать нельзя.

Определение 3 предполагает модальное понятие N (необходимо) или же сводится к определению 4. Относительно определения 4 речь шла выше в связи с критикой Куайном различных определений аналитичности.

Определения 6, 7 и 8 ограничивают аналитические суждения L -истинными суждениями, а также суждениями, сводимыми к L -истинным. Понятие аналитичности совпадает в этом смысле с понятием L -детерминированности [28]. Однако эти определения существенно различаются между собой. Согласно определению 6, аналитическими будут суждения, истинность которых не зависит от дескриптивных выражений: «Фидо черен или Фидо не черен» и т. д.

Истинность аналитических суждений (определенных согласно 7 и 8), наоборот, зависит от дескриптивных выражений

(« $7 + 5 = 12$ ». «Если Джек холост, то он не женат». «Если число жителей Чикаго больше 3.000.000, то число жителей Чикаго больше $5^6 \times 3 \times 2^6$ »).

Проанализировав приведенные выше определения, можно, на наш взгляд, выявить следующее. Аналитические суждения определяются либо как суждения, истинность которых не зависит от значений входящих в них дескриптивных знаков (в таком случае класс аналитических суждений совпадает с классом L -истинных суждений), либо как суждения, не являющиеся L -истинными, но преобразующиеся в L -истинные.

Различение аналитических суждений двух родов проводится различными авторами, но вопрос этот довольно запутан, особенно относительно аналитических суждений второго рода. Куайн прямо выделяет два класса аналитических суждений и употребляет термин «логически истинный» для более узкого рода предложений (типа «Фидо черен и Фидо не черен») и термин «аналитический» для более широкого рода предложений (типа «Если Джек холост, то он не женат»). При этом логическую истину (аналитичность в узком смысле) он определяет как «утверждение, которое истинно и остается истинным при любых интерпретациях его компонентов, кроме логических частиц» [26].

Характерной чертой аналитических суждений второго класса, согласно Куайну, является то, что они могут стать логической истиной в результате замещения синонимов синонимами («Если Джек холост, то он не женат» — это суждение аналитическое в широком смысле; «Если Джек холост, то он холост» — это логическая истина).

Куайн [26] считает, что главная трудность заключается не в классе логических истин, а в суждениях второго класса, которые зависят от определения синонимичности. По существу Куайн признает аналитичность в узком смысле и отбрасывает аналитичность второго рода. Согласно Куайну, понятие аналитичности правомерно лишь в отношении логических истин; более широкое понятие аналитичности предполагает введение других понятий, требующих в свою очередь такого же разъяснения, как и понятие аналитичности. Более того, как верно, на наш взгляд, указывает Штегмюллер [28], признание Куайном логических истин имеет принципиально иной смысл, чем, например, у Карнапа. Признавая правомерность выделения класса логических истин, Куайн имел в виду не аналитический характер этих суждений, но лишь предметное отграничение области логики. Это разграничение достигается посредством разграничения логических и дескриптивных знаков. На карнаповском истолковании аналитических суждений в широком смысле мы отдельно остановимся ниже.

Подводя итог проведенному анализу истолкования аналитических суждений в логическом эмпиризме, можно, на наш взгляд, выделить два общих основных момента:

1. Во-первых, под аналитическими суждениями имеют в виду суждения, истинность которых «основана на значении» (т. е. «достаточно понять предложение, чтобы установить его истинность»). Для установления истинности аналитического суждения не требуется знания внеязыковых фактов.

2. Во-вторых, аналитичность фактически сводится к логической истинности. Даже в случае аналитических суждений в широком смысле аналитический характер этих суждений обусловлен аксиомами логики, ибо эти суждения являются аналитическими лишь потому, что преобразуются в логические истины.

Рассмотрим, так ли это.

§ 8. Предварительное разграничение аналитических суждений первого и второго рода («в узком и широком смысле») можно, на наш взгляд, провести следующим образом: истинность аналитических суждений первого рода не зависит от значений входящих в них дескриптивных знаков. Истинность аналитических суждений второго рода определяется значением входящих в них дескриптивных знаков. Суждения первого рода являются истинными уже в силу своей логической структуры. Если они содержат дескриптивные знаки, то они отличаются от аналитических суждений второго рода тем, что при замене дескриптивных выражений переменными превращаются в L -истинные суждения. Например, «ложно, что Фидо черен и Фидо не черен» трансформируется таким путем в высказывание $(x) (P) \cdot (P(x) \cdot \overline{P}(x))$. Суждение же «Если число жителей Чикаго больше 3.000.000, то число жителей Чикаго больше $2^6 \times 3 \times 5^6$ » таким образом трансформировано быть не может. Таким путем можно довольно четко различить аналитические суждения двух родов.

Критерием аналитичности для аналитических суждений второго рода вовсе не является возможность их преобразования в логические аксиомы. Чем же обусловлен в таком случае аналитический характер этих суждений? Далее, те суждения, которые могут быть превращены в L -истинные с помощью определений, являются ли они аналитическими суждениями в узком смысле или же аналитическими суждениями второго рода? Обычно эти суждения относят к аналитическим суждениям второго рода. К такому виду суждений, как мы видели, Куайн относил и суждение «Если Джек холост, то он не женат». Мы опять-таки возвращаемся к вопросу, на чем основано наше знание о том, что «холостяк» и «неженатый» тождественны по значению, иными словами, что «холостяк» определяется как неженатый человек?

Для решения вышепоставленных вопросов, на наш взгляд, большой интерес представляют ряд положений, выдвинутых в работе Айдукевича [2]. Айдукевич совершенно верно указывает, что терминологическая конвенция не является предложением, а лишь декларацией воли. Отсюда: «аналитические предложения никогда не могут быть обоснованы достаточным образом самой терминологией».

гической конвенцией». Поясним эту мысль. Айдукевич различает синтаксические аналитические суждения и семантические аналитические суждения. Синтаксическими аналитическими суждениями он называет «логические тавтологии, их подстановки и предложения, которые можно получить из них при помощи синтаксических конвенций, позволяющих замещать некоторые выражения сокращениями и наоборот» [2] (выделено мною. — *Е. С.*).

Нам кажется, что такое определение аналитичности можно рассматривать как определение аналитических суждений в узком смысле. Аналитичность суждений такого рода опирается на положения, являющиеся законами логики или их подстановками. Таким образом, четко устанавливается роль терминологических конвенций в аналитических суждениях этого рода. Терминологическая конвенция играет здесь лишь вспомогательную роль: служит для сведения суждений к логической тавтологии.

Если использовать вышеприведенные положения для решения вопроса относительно суждения «Если Джек холост, то он не женат», то, нам кажется, следует признать, что оно является аналитическим в узком смысле, так как аналитический характер этого суждения основан на логическом законе — «Если Джек холост, то он холост». То, что «неженатый» определяется как «холостой», устанавливается в данном случае в результате терминологической конвенции. Если нам известно, что «холостяк» лишь иное название для того, что мы понимаем под «неженатым человеком», то, очевидно, тем самым нам известно, что эти выражения тождественны по значению.

Нужно отличать определения, которые являются просто терминологическими замещениями, решением о введении новых обозначений, от определений, которые таковыми не являются. В первом случае аналитические суждения являются аналитическими в узком смысле.

Не прав Пап [24], когда он относительно всех определений говорит, что они являются правилами замещения, «они переносят истину с одного предложения на другое, но не могут ее производить». Это как раз, на наш взгляд, неверно.

Айдукевич правильно указывает, что предложение «Сантиметр равен $\frac{1}{100}$ метра» является аналитическим в языке *S*, если в этом языке действует такая семантическая конвенция, которая устанавливает, что термин «сантиметр» действительно обозначает такой предмет — такую длину, которая равна сотой доле метра. По существу, этим самым Айдукевич в принципе намечает подход к решению проблемы синонимичности — тождества значений двух выражений, хотя непосредственно этой проблемы и не касается. Решить ее можно лишь переходя на «метафизический» (онтологический) уровень, — то, чего не сделал Куайн, обсуждая проблему «значения» и «синонимичности».

Аналитический характер суждений этого рода определяется не законами логики, не конвенциональными соглашениями об употреблении знаков, но определенной семантической конвенцией (семантическими правилами относительно дескриптивных знаков, входящих в это суждение). Аналитические суждения второго рода — это суждения, истинные на основе определенной семантической конвенции относительно внелогических терминов суждения, устанавливающей, что предметы, обозначаемые этими терминами, действительно выполняют это суждение. Например, «Все равносторонние треугольники являются равноугольными» — это суждение будет аналитическим в таком языке S , в котором существует определенная языковая конвенция относительно внелогических терминов «равносторонний треугольник» и «равноугольный треугольник», устанавливающая, что предметы, обозначаемые этими терминами, действительно выполняют это суждение.

Мы специально не называем аналитические суждения первого и второго рода синтаксическим аналитическими и семантически аналитическими, поскольку считаем, что и в случае аналитических суждений первого рода мы находимся на семантическом уровне.

Определение аналитических суждений первого и второго рода выступает как уточнение определения аналитических суждений как суждений, истинность которых «основана на значении». Однако, как мы видим, это отнюдь не означает, что установление истинности этих суждений не предполагает знания внеязыковых фактов.

Проведенное выше разграничение аналитических суждений первого и второго рода именно указанным образом открывает путь к уточнению понятия аналитичности вообще. Определение аналитического суждения как такого суждения, истинность которого устанавливается на основании семантических правил системы, на наш взгляд, вполне правомерно, но слишком общо, так как оно базируется на понятии «семантические правила», которое в свою очередь требует определенного уточнения. Таким образом, все дело в уточнении положения «быть истинным на основании семантических правил системы». Определения аналитических суждений первого и второго рода служат уточнением понятия «быть истинным на основании семантических правил системы», так как показывают, о какого рода семантических правилах идет речь.

Определение аналитического суждения как суждения, истинность которого можно установить с помощью одних только семантических правил, охватывает аналитические суждения в узком и в широком смысле. Класс аналитических суждений не совпадает с классом логических истин. С введением аналитических сужде-

ний второго рода аналитические суждения выступают как расширение класса логических истин посредством введения постулатов значения.

Аналитические суждения второго рода обоснованы конвенциональными соглашениями относительно внелогических терминов, «данными в предметной стилизации». Несомненно, что последние являются видом постулатов. «Постулаты такого рода требуют доказательства существования предметов, выполняющих условия семантической конвенции» [2]. Но можно ли заключить отсюда, что именно использование постулатов ведет к разграничению аналитических суждений на два класса и что во всех тех случаях, когда в процессе установления истинности суждения используются постулаты, мы имеем дело с аналитическими суждениями второго рода? Для Карнапа аналитические суждения в широком смысле это как раз те суждения, которые не охватываются определением L -истинности и для установления истинности которых требуется использование постулатов значения.

§ 9. В какой-то мере под влиянием критики со стороны Куайна Карнап [11] отступил от своей первоначальной трактовки аналитического знания как только логико-математического. Вслед за Куайном он употребляет термин «аналитический» для более широкого круга предложений, а термин «логически-истинный» для более узкого. Карнап пытается провести уточнение понятия аналитичности в рамках семантической системы посредством использования постулатов значения.

Пусть у нас имеется логическая система M . Если мы к ней прибавим какие-то нелогические постулаты P , то получим систему M' . Если средствами первой системы (M) из P выводимо A (или, согласно теореме о дедукции, $P \supset A$ будет L -истинным), то A будет аналитическим во второй системе (M'). Сказать, что какое-то положение аналитично в какой-то системе с постулатами (например, геометрии), это все равно, что сказать, что оно выводимо из постулатов средствами системы без постулатов (например, узкого исчисления предикатов).

Предпринятое Карнапом расширение класса аналитических суждений охватывает более широкий круг суждений, чем этого требует Куайн. Положение «Если Джек холост, то он не женат» будет аналитическим только в системе с постулатами значения. Но в системе с постулатами значения будут аналитическими не только предложения этого типа, но и другие. Так, если за постулаты значений принять аксиомы геометрии, то в этой системе аналитической будет любая теорема геометрии. Таким образом, аналитическими суждениями в широком смысле являются не только те суждения, которые преобразуются в логические истины на основе использования постулатов. Пусть мы имеем высказывание: «Если Джек холост (B), то он не женат (C)». Согласно Карнапу, этот пример не охватывается определением L -истинности. Но если

мы сформулируем постулат $(x)(B(x) \supset C(x))$, то этот постулат дает нам как раз то, что существенно для аналитичности, а именно, устанавливает несовместимость свойств B и C . С точки зрения Карнапа, это логические отношения, и если такие логические отношения имеют место между подразумеваемыми значениями исходных предикатов системы, то они должны быть сформулированы посредством постулатов. Аналитичность в широком смысле и базируется на таких логических отношениях (типа совместности, несовместности), которые существуют между значениями исходных предикатов системы. Постулаты значения как раз выявляют, формулируют их.

Нам кажется, что это положение является весьма интересным, если только его правильно истолковать. Оно показывает, что и в случае постулатов значения аналитический характер высказываний базируется не просто на конкретных «вещественных» отношениях между металлом и электропроводностью, свойствами «быть женатым» и быть «холостяком», но на некоторых общих отношениях между ними — таких, как совместимость или несовместимость и т. п., т. е. на логических отношениях. В системе знания эти общие отношения формулируются посредством постулатов относительно конкретных исходных предикатов системы. Но Карнап из вышесказанного делает неправомерный вывод, что для аналитичности не имеет значения, какие объекты обозначают исходные предикаты (« B » и « C »), относительно которых мы формулируем постулат. Правила обозначения необходимы «не для экспликации аналитичности», но для экспликации фактической синтетической истинности. Но в таком случае откуда мы знаем, что B и M совместны или несовместимы и что поэтому можно сформулировать соответствующий постулат? Согласно Карнапу, это вопрос решения. Предпринятое Карнапом расширение понятия аналитического знания не изменило его основной философской установки по вопросу о природе аналитического знания. Больше того, такое расширение дает возможность трактовать как чисто словесные, относящиеся к языку, не только логико-математические положения, но и теоретические высказывания специальных наук, особенно формализованных научных систем.

Само по себе использование постулатов значения не приводит к разделению всех аналитических суждений на два класса. Оно лишь расширяет класс аналитических суждений, но не ставит между ними границ. Постулаты значения могут формулировать соглашения относительно употребления знаков (например, что термин «холостяк» употребляется в смысле «неженатый мужчина») — в этом случае мы имеем аналитические суждения первого рода. Их аналитический характер обусловлен не принятыми постулатами системы; постулаты в этом случае играют лишь вспомогательную роль конвенций, позволяющих замещать некоторые выражения сокращениями и

наоборот и тем самым сводить аналитические суждения к L -истинным. С другой стороны, постулаты значения могут формулировать некоторые общие отношения (типа совместимости и несовместимости) между значениями исходных предикатов системы. В этом случае аналитический характер суждений основан именно на принятых в системе постулатах, указанные суждения будут аналитическими второго рода. Но в этом случае постулаты формулируют не просто соглашения об употреблении знаков, они устанавливают, что предметы, обладающие некоторым свойством M , обладают и некоторым свойством B и т. п.

Однако не следует абсолютизировать различие между аналитическими суждениями первого и второго рода. Семантические правила логической системы могут рассматриваться как особый вид постулатов значения. Но не теряет ли в таком случае смысл само разграничение аналитических высказываний на два класса, если и аналитические высказывания второго рода определяются в конечном счете логическими отношениями между значениями исходных предикатов системы?

Как мы покажем дальше подразделение на аналитичность в узком и широком смысле имеет определенный смысл, если только его не абсолютизировать. Оно определяется просто различными уровнями абстракции.

В чем различие, например, между такими суждениями, как: 1) «Фидо черен или Фидо не черен», 2) «Квадрат — это равнобедренный прямоугольник», 3) «Сумма углов треугольника равна 180° »?

В первом случае мы имеем аналитические суждения, являющиеся замещением переменных в логических аксиомах (или их следствиях) дескриптивными знаками. Во втором случае, мы имеем суждение, являющееся подстановкой дескриптивных знаков в логические принципы (или их следствия) на основании принятых дефиниций. Дефиниции здесь играют роль постулатов значения. В третьем случае мы имеем аналитические суждения, являющиеся преобразованием внелогических аксиом (постулатов значения) логическими средствами.

Логические принципы отражают наиболее общие соотношения действительности. Такими соотношениями будут отношения типа совместимости или несовместимости свойств, явлений и т. п., зафиксированные в виде аксиом логики. Положения такого рода не имплицитно существуют определенных объектов, они относятся к любой предметной области. Так, всегда-истинность высказывания $A \cdot B \supset B \cdot A$ основана на знании того, что не может быть, чтобы $A \cdot B$ имело место, а $B \cdot A$ не имело бы места, так как $A \cdot B$ имеет место ($A \cdot B$ -истинно) означает, по определению, что A есть и B есть, т. е. оба имеют место. И, конечно, это положение будет

распространяться на все те объекты, где имеет место такое соотношение. При этом мы не рассматриваем зависимость A и B друг от друга, отвлекаемся от временной последовательности A и B и т. д.; утверждается только то, что оба имели место, но в таком случае, конечно, безразлична их перестановка.

Постулаты значения, или внелогические аксиомы, устанавливают наличие этих отношений типа совместности (несовместности) и т. п. между объектами определенного рода.

Важно указать на то, что семантические правила системы определяются областью ее интерпретации и распространение системы на какие-то новые модели зависит от того, имеют ли место в этой модели те общие отношения, которые отображены семантическими правилами системы. Семантические конвенции относительно терминов (семантические правила) устанавливают, что объекты, обозначаемые этими терминами, должны отвечать определенным условиям. Условия, которым отвечают необходимые связи типа «для любого A , любого B , любого C (если каждое A есть B , каждое B есть C , то каждое A есть C)» или « $(x)P(x) \cdot \overline{P}(x)$ » отличаются от условий, которым должны отвечать предметы, выполняющие связь иного типа $(x) (M(x) \supset \mathcal{E}(x))$. Постулат $(x) (P) (P(x) \supset P(x))$ устанавливает, что какие бы свойства (отношения) ни выражал предикат P , для любого P имеет место указанное отношение имплицативности. Постулат же $(x) (M(x) \supset \mathcal{E}(x))$ устанавливает это отношение лишь для определенных предикатов M и \mathcal{E} . В конечном счете этим обуславливается (через семантические правила) подразделение аналитических высказываний на два рода.

§ 10. Найти более адекватное уточнение аналитического и синтетического можно, видимо на основе понятия интерпретации. Не прибегая к теории описания состояния, можно сказать, что аналитическими будут высказывания, которые выполняются во всех интерпретациях данной системы, а синтетическими — такие, которые выполняются только для некоторых интерпретаций данной системы.

Если положить в основу уточнения аналитического и синтетического понятие модели, то мы сразу приходим к выводу, что это деление (на аналитическое и синтетическое) имеет место относительно фиксированных семантических систем. О высказывании, взятом вне той или иной семантической системы, бессмысленно спрашивать, аналитическое оно или синтетическое. Более того, одно и то же высказывание в одной семантической системе может оказаться аналитическим в другой же — синтетическим. Теоретически мыслимо построение и такой системы, где аналитическими могли бы быть некоторые положения, например, физики.

Вводя концепцию постулатов значения, Карнап тем самым признает относительный характер деления суждений на аналити-

ческие и синтетические. Но поскольку концепцию постулатов значения Карнап базирует на теории описания состояния, постольку эта относительность повисает в воздухе и остается чистой декларацией. В терминах теории описания состояния логическое высказывание — это высказывание, выполнимое во всех описаниях состояния, а просто аналитическое (аналитическое в широком смысле) — это высказывание, которое выполняется не во всех описаниях состояния, а по крайней мере в тех, в которых выполняются постулаты. Тем самым логическая аналитичность носит абсолютный характер. Здесь Карнап реализует тезис Лейбница об аналитически-истинном как истинном во всех мирах.

Релятивизм в истолковании аналитических и синтетических суждений обусловлен не признанием того факта, что разграничение на аналитические и синтетические суждения правомерно лишь относительно определенной языковой системы (что является как раз верным), а определенным истолкованием аналитических суждений как основанных на принятых соглашениях относительно употребления логических или дескриптивных знаков.

Как раз тот факт, что суждения, синтетические в одной системе, могут оказаться аналитическими в другой, ниспровергает, на наш взгляд, основную философскую установку логического позитивизма по вопросу аналитического знания, которая, как уже указывалось, заключается в том, что аналитические высказывания — и в широком и в узком смысле — рассматриваются как относящиеся не к действительности (как бы ее ни понимал Карнап и др.), а к языку.

Карнап пытается обосновать это положение, используя теорему логики об эквивалентности логической системы с аксиомами логической системы с одними правилами, без аксиом. На этом основании Карнап считает, что аналитические высказывания можно свести к правилам преобразования. Действительно, такое сведение возможно; у Генцена, например, в его построении логики такое сведение практически осуществлено. Но поскольку правила ничего не утверждают о действительности, рассуждает Карнап, и даже не являются высказываниями, то поэтому они не могут быть истинными или ложными. Но аналитические положения сводятся к правилам, могут быть заменены правилами. Следовательно, делает вывод Карнап, аналитические высказывания являются лишь иной формулировкой правил преобразования и так же, как и правила, ничего не утверждают о действительности, а относятся лишь к языку [13].

На синтаксическом этапе развития неопозитивизма Карнап считал, что аналитические высказывания вообще ничего не утверждают об объектах. На семантическом этапе, согласно Карнапу, аналитические высказывания относятся к некоторым объектам. Но означает ли это, что они несут какую-то информацию о действительности? Вопрос о введении новых объектов для Кар-

наша вовсе не является вопросом об утверждении реального существования этих объектов. Предложение, претендующее на утверждение реальности системы объектов, является псевдопредложением. Принятие новых объектов означает, по Карнапу, не более как принятие нового языкового каркаса, т. е. системы языковых выражений. Если кто-либо примет языковый каркас для определенного рода объектов, то он должен допустить эти объекты в качестве возможных десигнатов [33]. Таким образом, аналитические положения, согласно Карнапу, не несут никакой информации о действительности.

Мы же считаем, что при переходе от одного языка к другому (сли деление на аналитические и синтетические высказывания не абсолютизировать), некоторые синтетические высказывания могут превратиться в аналитические. В таком случае, если согласиться с Карнапом, что аналитические суждения не несут на себе никакой информации, должна теряться информация; но это нелепо.

Единственный выход из создавшегося положения — принять, что наша новая языковая система своей структурой несет какую-то информацию о соотношениях действительности, и притом большую, чем первая. Другими словами, сама языковая система, сами семантические правила отражают нечто в действительности. С точки зрения диалектического материализма это вполне ясно: наше мышление является отражением действительности не только по содержанию, но и по форме.

Проблема аналитического и синтетического знания в логическом позитивизме встает как часть проблемы соотношения двух элементов нашего знания: языкового и «вещного», эмпирического. В логическом эмпиризме эта проблема становится в то же время проблемой разграничения наук эмпирических и теоретических. Развивая свой метод анализа значения в языке, Карнап [10] различает два процесса: 1) «анализ выражения с целью уловить его значение» и 2) «исследование фактической ситуации, к которой относится это выражение». Соответственно этому в каждом языковом выражении можно различить две стороны, два фактора: 1) значение выражения, устанавливающееся с помощью логического анализа его «без использования фактического знания», и 2) «вопрос о его действительном выполнении». Куайн также отмечает, что истинность высказываний зависит от двух моментов: 1) от положения вещей в действительности и 2) от значения слов (лингвистический компонент). Те высказывания, у которых первый компонент играет нулевую роль, — аналитические [28]. С точки зрения Куайна, деление суждений на аналитические и синтетические — это неправомерная попытка разграничить оба компонента. Но подобная попытка, с его точки зрения, — это фикция, метафизическая идея сравнения систем с независимой реальностью.

В действительности же ни одно аналитическое суждение не является истинным в силу только соглашения об употреблении знаков языка, ибо тогда оно перестало бы быть знанием о действительности. Но ни одно аналитическое суждение не является аналитическим в языке S без такой определенной семантической конвенции. Суждений, аналитических независимо от структуры и правил языка, не существует. Аналитическое знание есть «накопленное» знание о мире, закрепленное в определенной языковой системе посредством ее структуры и постулатов.

Необходимый характер аналитического знания в логическом позитивизме определяется исключительно тем, что это есть знание, относящееся к языку, а не к действительности. Аналитический характер суждений в логике действительно устанавливается на основании смысла таких логических постоянных, как «если — то», «или», «все» и др. Однако такое знание вовсе не является знанием, относящимся только к языку, это знание о действительности, некоторых наиболее общих соотношениях действительности, закрепленное в виде определенных языковых логических структур. Если этого знания, этой информации о действительности, достаточно для установления истинности или ложности какого-то суждения, выраженного в терминах этой системы, то это суждение будет аналитическим в этой системе.

Так, информации, которую несут такие логические постоянные, как «не», «если то» и т. д. достаточно для установления истинности такого суждения, как «Фидо черен или Фидо не черен». Присоединение к системе новых содержательных аксиом расширяет запас суждений, которые будут аналитическими в этой новой системе.

Не всякое теоретическое, необходимое знание является аналитическим. Аналитический характер имеет также теоретическое знание, которое закреплено, фиксировано в системе. Диалектический материализм дает подход для решения проблемы логико-математического знания, неразрешимой для логического позитивизма. Аналитические истины также имеют опытное происхождение. Однако сама по себе многократная проверка на практике не придает еще этим суждениям аналитического характера. Только в процессе формирования определенной структуры знания, закрепляясь в структуре языка системы, они приобретают аналитический характер в этой системе. Вне какой-то определенной системы вопрос об аналитичности положений просто не имеет смысла.

В итоге можно сделать следующие выводы:

1. Деление суждений на аналитические и синтетические правомерно. Это деление носит относительный характер, т. е. определенное суждение будет аналитическим или синтетическим лишь

относительно данной языковой системы. О суждении, взятом вне той или иной семантической системы, бессмысленно спрашивать, аналитическое оно или синтетическое.

Трудности, встречающиеся при определении понятия «аналитический», не доказывают еще неправомерности деления суждений на аналитические и синтетические. Трудности эти отнюдь не являются принципиально неразрешимыми.

2. Неверно, что понятие аналитичности, «поскольку оно правомерно, не выходит за пределы понятия L -истинности». Класс аналитических суждений не совпадает с классом логических истин.

3. Деление суждений на аналитические и синтетические отличается от деления суждений на теоретические (необходимые) и фактофиксирующие. Суждения, утверждающие необходимые связи, могут быть синтетическими. Деление суждений на фактофиксирующие и суждения о необходимых связях не является делением относительно фиксированной семантической системы.

4. Наиболее адекватное определение аналитичности может быть получено на основе понятия интерпретации системы.

5. Использование постулатов значения расширяет класс аналитических суждений. Подразделение аналитических суждений на два класса вполне оправдано, если его не абсолютизировать. Оно обусловлено различными уровнями абстракции. Определения аналитических суждений первого и второго рода служат известным уточнением понятия «быть истинным на основании семантических правил системы».

6. Проблема аналитических и синтетических суждений определенной семантической системы — это проблема «упорядочения», классификации нашего знания. Этим в конечном счете и обусловлено деление на аналитические и синтетические суждения, и вне определенной, упорядоченной системы знания такое подразделение неправомерно.

Аналитические предложения никогда не могут быть обоснованы только терминологической конвенцией. Поэтому неверно, что разграничение суждений на аналитические и синтетические означает отрыв лингвистического компонента нашего знания от «вещного» компонента. Теоретически ложно противопоставление синтетического знания, как говорящего нечто о действительности, аналитическому, как якобы не имеющему отношения к действительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. K. Ajdukiewicz. The Axiomatic Systems from the Methodological Point of View. «Studia logica», t. IX, 1960.
2. K. Ajdukiewicz. Проблема обоснования аналитических предложений. «Studia logica», t. VIII, 1958.
3. L. Borkowski. Über analytische und synthetische Definitionen. «Studia logica», t. IV, 1956.

4. Д. Бочвар. К вопросу о парадоксах математической логики и теории множеств. «Математический сборник», т. 15(17), № 3, 1944.
5. Л. Витгенштейн. Логико-философский трактат. М., ИЛ, 1958.
6. А. И. Введенский. Логика как часть теории познания. М., 1923.
7. Г. Гегель. Соч., т. I. М.—Л., 1929.
8. Э. Кант. Критика чистого разума. Пг., 1915.
9. Э. Кант. Прологомены. М.—Л., 1934.
10. Р. Карнап. Значение и необходимость. М., ИЛ, 1959.
11. Р. Карнап. Постулаты значений. В [10; 321—330].
12. Р. Карнап. Значение и синонимия в естественных языках. В [10; 334—352].
13. R. Carnap. Introduction to semantics. Studies in Semantics, vol. I. Cambridge, 1946.
14. R. Carnap. Über Protokollsätze. «Erkenntnis», Bd. 3, 1932—1933.
15. R. Carnap. Formal and Factual Science. Reading in the Philosophy of Science. N. Y., 1953.
16. R. Carnap. Theoretische Begriffe der Wissenschaft. «Zeitschrift für Philosophische Forschung», Bd. XIV, Heft 2, 1960.
17. W. Kraft. Der Wiener Kreis. Der Ursprung des Neopositivismus. Wien, 1950.
18. Г. В. Лейбниц. Новые опыты о человеческом разуме. М., 1936.
19. Я. Лукасевич. Аристотелевская силлогистика с точки зрения современной формальной логики. М., ИЛ, 1959.
20. В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм. Соч., т. 14.
21. В. И. Ленин. Философские тетради. Соч., 38.
22. Дж. Ст. Милль. Система логики. М., 1914.
23. O. Neurath. Protokollsätze. «Erkenntnis», Bd. 3, 1932—1933.
24. A. Pap. Analytische Erkenntnistheorie. Wien, 1955.
25. E. Poznanski. Spor o analitycznosc. «Studia filozoficzna», 1960, N 4.
26. W. V. Quine. Two dogmas of empiricism. «Phil. Review», 60, 1951.
27. Б. Рассел. История западной философии. М., ИЛ, 1959.
28. W. Stegmüller. Das Wahrheitsproblem und die Idee der Semantik. Wien, 1957.
29. D. Hamlyn. Analytic truths. «Mind», vol. 65, N 259, 1956.
30. R. A. White. Synonymous expressions. «The Philosophical quarterly», vol. 3, N 32, 1953.
31. Д. Юм. Исследования человеческого разума. СПб., 1902.
32. M. Schlick. Positivismus and Realismus. «Erkenntnis», Bd. 3, 1932.
33. Р. Карнап. Эмпиризм, семантика и онтология. В [10; 298—320].
34. R. Carnap. Logische Syntax der Sprache. Wien, 1934.
35. П. С. Попов. История логики нового времени. М., 1960.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>П. В. Таванец.</i> Формальная логика и философия	3
<i>Г. И. Рузавин и П. В. Таванец.</i> Основные этапы развития формальной логики	16
<i>Д. П. Горский.</i> Формальная логика и язык	53
<i>А. Л. Субботин.</i> Смысл и ценность формализации в логике	91
<i>А. А. Зиновьев.</i> Двухзначная и многозначная логика	111
<i>П. В. Таванец.</i> О семантическом определении истины	140
<i>И. С. Нарский.</i> Понятие «существования», логической позитивизм и формальная логика	152
<i>А. И. Уемов.</i> О достоверности выводов по аналогии	186
<i>В. Н. Садовский.</i> Аксиоматический метод построения научного знания	215
<i>В. А. Смирнов.</i> Генетический метод построения научной теории	263
<i>В. С. Швырев.</i> Неопозитивистская концепция эмпирического значения и логический анализ научного знания	285
<i>Е. Д. Смирнова.</i> К проблеме аналитического и синтетического	323

Философские проблемы современной формальной логики

*Утверждено к печати Институтом философии,
Академии наук СССР*

Редактор издательства *Р. Ю. Розенберг*
Технический редактор *Т. В. Полякова.* Художник *А. Г. Кобрин*

РИСО АН СССР № 28—97 В . Сдано в набор 11/Х 1961 г.
Подписано к печати 15/І-1962 г. Формат 60×92¹/₁₆. Печ. л. 22,75
Усл. печ. л. 22,75 Уч.-изд. л. 23,9 Тираж 4300 экз. Изд. № 161. Тип. зак. № 2462

Цена 1 р. 63 к.

Издательство Академии наук СССР. Москва, Б-62, Подсосенский пер., 21

2-я тип. Издательства АН СССР. Москва, Г-99, Шубинский пер., 20

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
47	9 св.	Нефинитивная	Нефинитная
63	12 св.	« — »	« = »
88	3 сн.	$> (A < B)$	$< (A < B)$
88	2 сн.	$(A < > A)$	$(A \wedge \bar{A})$
96	8 св.	исчезновения	исчисления
101	20 св.	как	или
130	22 св.	разнообразная	разнообразная)
144	13 сн.	правильно	правило
175	18 сн.	$(\exists y) (y > x)$	$(\exists y) (y > x)$
209	17 св.	$a_1 (A_1)$	$a_1 (A_1)$
226	22 св.	о возможности	о невозможности
231	2 сн.	$p \vee q$	$\bar{p} \vee q$
241	8 сн.	$O_{\text{пр}}$	$= O_{\text{пр}}$
247	3 сн.	сведения	сведéнии
268	10—11 сн.	формализма	доказательства непротиворечи- вости формализма
295	13—14 сн.	сопротивления	сопоставления
326	8 св.	значение	знание
326	12 св.	речь	роль
335	3 сн.	$(\overline{p \cdot p})$	$(\overline{p \cdot \bar{p}})$
341	1 сн.	$(x) P (x)$	$(\overline{x}) P (x)$
347	18 св.	$(S \cdot v)$	$(v S)$
355	3 св.	знамения	значения

◆ ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ