

М.В. ПОПОВИЧ

ФИЛОСОФСКИЕ
ВОПРОСЫ
СЕМАНТИКИ

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ

М.В. ПОПОВИЧ

ФИЛОСОФСКИЕ
ВОПРОСЫ
СЕМАНТИКИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ — 1975

В работе рассматриваются философские вопросы, возникающие в ходе развития важной отрасли современной формальной логики — логической семантики. Изложены основные представления логической семантики в связи с философскими проблемами НТР; рассмотрены трудности теории абстракции и теории доказательства, анализируется использование идей логической семантики для анализа «естественного» языка и языка науки. Работа завершается анализом проблем теории абстракции и теории доказательства на материалах наук физико-математического цикла.

Монография рассчитана на читателей, интересующихся проблемами логики и методологии науки, философскими вопросами естествознания.

Ответственный редактор

канд. филос. наук *Е. Е. Ледников*

Рецензенты

д-р филос. наук *В. Н. Костюк*;
канд. филос. наук *В. С. Лукьянец*

Редакция философии и права

П $\frac{10608 - 278}{M221(04) - 75}$ 13 — 75

© Издательство «Наукова думка», 1975 г.

ВВЕДЕНИЕ

Термин «семаитика» позаимствован из языкознания для обозначения той части предполагаемой «общей теории знаков» — семиотики, которая изучает отношения между выражениями произвольной знаковой системы и объектами, состояниями или действиями, которым эти выражения ставятся в соответствие. Иными словами, семантика некоторого языка есть теория значения выражений (правильно построенных последовательностей знаков) данного языка. Такое расширение смысла слова «семаитика» произошло уже после того, как в логико-математической литературе семантические исследования заняли важное место.

О семантике может идти речь повсюду, где исследуются знаковые системы, используемые для передачи и приема сообщений (информации). Сомнительно, однако, может ли быть создана достаточно общая специальная теория, способная давать нетривиальные средства исследования семантических аспектов, скажем, и языка пчел, и расшифровки древних письменностей, и свойств формализованных языков.

Даже применительно к современной формальной логике нельзя сейчас надеяться на создание общей теории формализованных языков, которая охватила бы все ветви бурно развивающихся логических исследований. Построение же семантик для отдельных логических исчислений представляет собой каждый раз довольно специальную задачу.

Можно утверждать, что теоретической дисциплины, именуемой общей семантикой и являющейся ветвью семиотики, охватывающей все случаи общения между людьми или даже сложными системами вообще, пока не существует

и трудно представить, как она должна бы выглядеть. Имеются плодотворные идеи, возникающие при анализе сходных семантических ситуаций в разных дисциплинах — не более и не менее плодотворные и интересные, чем другие результаты междисциплинарных взаимодействий. Существует семантика как традиционная отрасль языкознания, развиваемая, в частности, и математическими методами. Построены семантики различных формализованных языков, причем они удовлетворительны не для всех логических систем.

После всего сказанного естественно ожидать от автора какого-то решительного сужения круга рассматриваемых вопросов и ограничения его по крайней мере логической семантикой. Однако в названии работы не случайно упомянута не логическая семантика, а просто семантика. Речь идет не о том, чтобы сконструировать некую «общую семантику» и затем извлечь из нее философские вопросы. Дело в том, что исследования в области логической семантики находятся в непосредственной связи с наиболее острыми мировоззренческими вопросами, возникающими в науке нашего столетия в связи с революционными открытиями в современном естествознании.

Развитие методов логического анализа научных теорий в XX в. тесно связано с преодолением кризиса в основаниях математики и в естествознании, прежде всего в физике, возникшего на рубеже двух столетий. Обнаружились некоторые трудности и противоречия в теориях, давно считавшихся классическими, и возникла проблема: нельзя ли подобных трудностей и противоречий избежать в будущем, при построении новых теорий? Так, оказалось, что некоторые допущения, существенные для ряда фундаментальных теорий, не обоснованы практикой эксперимента. Было обнаружено, что многим важным понятиям приписывается смысл, не соответствующий содержанию данных теорий. Некритическое использование некоторых понятий поставило под сомнение и способы доказательства, которые, возможно, также ответственны за появление парадоксов.

Открытие парадоксов в основаниях математики в начале нашего века было, как теперь понятно, непосредственно связано с общим ходом развития науки на рубеже XIX и XX вв. Парадоксы и попытки их преодоления — не плоды кабинетного схоластического творчества небольшой группы специалистов в наиболее абстрактных областях

математики. Это звено в закономерном кризисе «классических» представлений в математике и естествознании. Спустя значительное время было осознано то обстоятельство, что парадоксы можно разделить на две группы, одна из которых позже получила название «семантических». Разрешение семантических парадоксов, положившее начало семантике как ветви математической логики (точнее сказать, металогики — теории об общих свойствах логических систем), тесно связано, таким образом, с преодолением кризиса в математике и физике. Теория значения применительно к логическим языкам стала специальной, математической по своим средствам теорией, но она имеет отношение к *теории абстракции* и *теории доказательства*. Тем самым семантические проблемы оказались связанными с животрепещущими философскими проблемами широкого круга естественных наук, использующих математический язык. Ибо для всех таких теорий остается актуальным и выяснение природы употребляемых в них абстракций высокого порядка, и выяснение характера теоретических аргументов и ссылок на эксперимент как звеньев доказательства.

Эта типично философская задача требует для своего решения, в частности, также и обращения к формальной логике. Когда такие попытки были сделаны, обнаружилась странная ситуация, связанная с математизацией формальной логики, — впрочем, ситуация довольно типичная для тех дисциплин, в которые проникают математические методы.

Применение математических методов в любой науке никогда не проходит гладко. Чтобы математик мог решить задачу данной науки, она должна быть сначала сформулирована подходящим образом. Это требует подчас не только соответствующей обработки эмпирического материала, но и новой формулировки общих понятий данной науки. Математик требует четкого операционального определения понятий, нередко не обращая внимания на то, насколько существенным является тот признак, который берется в основу для построения формального эквивалента «наивного» понятия. Представители конкретных наук иногда при этом ропщут, что в результате потеряна главная идея. На подобной почве между «традиционалистами» и «формалистами» возникают иногда споры по поводу того, улучшает или ухудшает понятийный аппарат данной дисциплины

придание ему вида, удобного для формальной, в частности математической обработки.

Обращение к логике в результате усилившейся потребности в анализе характера абстракций и доказательств в целом ряде научных дисциплин обнаружило весьма любопытную вещь. Оказалось, что математики давно, по крайней мере с конца прошлого — начала текущего столетия, приспособили для своих нужд формальную логику и создали математическую, о существовании которой большинство «традиционалистов» знало лишь понаслышке. Когда некоторые «традиционалисты» спохватились и начали доказывать, что старая добрая логика не уместится в прокрустово ложе математики, логики-математики в общем убедительно «погрузили» аристотелевскую силлогистику в различные логико-математические системы. «Традиционализм» в логике потерпел поражение.

Драматизм ситуации усиливается тем, что формальная логика издавна была составной частью философии. Традиционная формальная логика оказалась практически бесполезной для анализа логических осей современных наук, а применение математической логики принесло огромной важности результаты. Намечилась программа широкого использования логико-математических методов и в более широком плане, — программа тем более интересная, что результаты ее реализации легко переводимы на язык электронно-вычислительных машин.

Логика науки должна была выработать методы: а) установления точного смысла утверждений в научных теориях; б) обоснования каждого из утверждений; в) анализа надежности способов обоснования.

Понятие «язык» приобрело расширительное значение; говорят о «естественном» языке (языке в обычном, традиционном смысле этого слова), о «формализованных языках», построенных с использованием средств современной формальной логики, о «языке науки», имея в виду понятийный аппарат научной теории и принимаемые ею средства доказательства. Философская проблема, поставленная революцией в естествознании, заключается в необходимости возможно более точного исследования *выразительных возможностей* каждого «языка». Это означает, что нам надо знать, какие предпосылки, гипотезы, идеализации мы допускаем, принимая тот или иной язык, что мы в силу этого можем и чего не можем сказать на данном языке. Следствия,

...текающие из принятия данного языка и имеющие по-
тому «лингвистическую» природу, естественно отнести к
субъективным факторам в познании; желательнo явно
отделить их от объективного, не зависящего от принятия
того или иного языка, содержания наших знаний.

Философская проблема оценки естественнонаучной теор-
ии как шага в движении к абсолютной истине, оценки ее
слабых и сильных сторон приобрела в этих условиях не-
привычный вид оценки «выразительных возможностей язы-
ка», осуществляемой в частности семантическими сред-
ствами.

Развитие логики науки, преодоление возникающих в
его ходе трудностей происходит в условиях острой идей-
ной борьбы вокруг философских проблем современной
науки. В начале 20-х гг. на основе субъективно-идеалист-
ических традиций махизма сложился «логический» позн-
тивизм, абсолютизовавший отдельные стороны форма-
листических и логицистских методов и установок. «Логиче-
ский» позитивизм длительное время претерпевал на
монополию в истолковании результатов логики науки, опре-
делении направления ее развития. В настоящее время крах
«логического» позитивизма как философии науки очевиден.
Крушение программы «логического» позитивизма не сни-
мает, однако, остроты обсуждаемых философских проблем;
в то время как часть зарубежных ученых — естествоисков,
математиков, логиков — тяготеет к материалистической
позиции, под видом критики «логико»-позитивистских пред-
рассудков усиливаются нападки представителей разных
субъективно-идеалистических течений на стихийно-матерна-
листические убеждения, свойственные большинству ес-
тествоиспытателей, на веру в науку и человеческий разум.

Все это делает еще более актуальной задачу исследова-
ния с марксистско-ленинских методологических позиций
выразительных возможностей языка в широком смысле
слова, в том числе и формализованных языков. Меха-
ническое перенесение понятий логической семантики на анализ
«естественного» языка и «языка науки» неуместно, ибо
должны быть предварительно исследованы предпосылки и
возможности логических языков, используемых в качестве
основы для семантики широких классов языков. Условность
объединения под общим понятием «язык» столь разнород-
ного содержания вынуждает с особой осторожностью гово-
рить о единой семантике «языка вообще». И вместе с тем

бесспорно, что в специфической форме в каждом случае ставится по сути одна и та же проблема ограничений, накладываемых на каждый «язык», что и позволяет обсуждать философские вопросы семантики в целом.

В трех основных частях предлагаемой работы соответственно рассматриваются выразительные возможности логического языка, «естественного» языка и языка науки. Им предпосылается общая часть, в которой излагаются в самом общем виде идеи современной логической семантики.

В связи с такой структурой работы целесообразно сделать некоторые замечания.

В семантической литературе принято вначале рассматривать самые «простые» понятия, общие и «естественному» языку, и «искусственным» языкам («имя», «значение», «смысл» и т. д.). Автор сознательно отказался от такого якобы естественного подхода и исходил именно из общематематических представлений («множество», «функция» и т. д.), ибо упомянутые «простые» представления вовсе не так просты. За исключением этого и некоторой переформулировки представлений, связанных с логическими возможностями, изложение в первой главе не претендует на какие-либо новшества. Целью изложения основных идей семантики было также показать связь их — и в частности связь важнейшей семантической идеи «возможных миров» — с традиционной философской проблематикой. Чтобы показать эту связь и особенность ее в современных условиях, предпринят историко-философский экскурс.

Ссылки на литературу даются по алфавитному списку цитируемых источников, приведенному в конце книги; в тексте указывается автор, год издания или том собрания сочинений и страница, для античных авторов воспроизводится международная пагинация. Библиография является существенно неполной; здесь приведены главным образом доступные широкому читателю последние советские издания по рассматриваемым вопросам, в них желающие могут найти достаточно полную библиографию по проблемам методологии науки, связанным с логической семантикой.

Автор выражает искреннюю благодарность коллегам по работе из Института философии АН УССР и рецензентам, способствовавшим появлению книги в свет.

ЛОГИКА НАУКИ И ТРАДИЦИОННЫЕ ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Основная цель данной главы — охарактеризовать связь между некоторыми общими проблемами логической семантики и хорошо известными в истории философии проблемами. Это необходимо для того, чтобы уточнить, какие же новые проблемы логики науки и логической семантики, в частности, требуют философского обобщения.

Отсюда другая, частная задача, решаемая в первой половине главы: изложение основных идей или, лучше сказать, интуитивно-содержательных основ логико-семантических построений. Таким образом читатель не только вводится в круг идей семантики,¹ но и уточняются некоторые обстоятельства.

Дело заключается в том, что для сопоставления семантики с теорией познания особенно важны исходные общие представления логической семантики. Обычно предполагается, что самым простым семантическим отношением является отношение «имя — обозначенный предмет», вокруг которого и развиваются то ли философские, то ли логико-семантические соображения, при дальнейшем уточнении уходящие в область точной семантики. Мы не будем исходить из этого якобы самого простого отношения, не будем строить никакой изначальной «общей семантики», а примем за исходные те общематематические идеи и представления, с помощью которых практически наиболее удобно уточнять традиционные формально-логические понятия. Это позволит лучше увидеть своеобразие логико-семантического подхода. Следует подчеркнуть, что пути построения семантических обоснований различных логических систем будут набросаны лишь в общем виде.

1. ОСНОВНЫЕ ИДЕИ ЛОГИЧЕСКОЙ СЕМАНТИКИ

Уточнение логических понятий

Прежде чем пытаться найти точный эквивалент понятиям соответствующей содержательной теории, необходимо четко выделить основные элементы последней и отношения между ними и затем найти для них либо определения, либо по крайней мере уточнения в терминах формализованного языка. Естественно, всего определить нельзя — какие-то понятия надо взять в качестве исходных, предполагая их «интуитивную», как говорят, ясность, но все же надо четко выделить те интересные нас свойства, которые получают в формализованном языке какое-то выражение.

Современная формальная логика базируется на понятиях и представлениях, выработанных в так называемой традиционной формальной логике. Надо, однако, отдавать себе отчет в том, что «традиционная» формальная логика полна ссылок на психологические соображения.

Любой текст рассуждения в традиционной логике предполагается возможным «разрезать» на отдельные *умозаключения*, последние — на составляющие их *суждения* и, наконец, суждения «разложить» на составляющие их *понятия*. Все человеческие знания таким образом напоминают некий склад «понятий», которые надлежит комбинировать различным образом и пополнять, обращаясь к опыту. Когда же пытаются выяснить, что такое «понятие», то оказывается, что оно существует лишь в суждении или в более общем случае, в целом ряде суждений. «Иметь понятие» — значит не более, чем «понимать», а что такое «понимать» — объяснить можно скорее всего в психологических терминах.

Это, конечно, не означает, что понятий не существует (что мы «не понимаем»). Просто «понятие» в логике означает не более, чем обусловленный конкретными потребностями предел членения предложения или суждения на составные части. Кстати сказать, у Аристотеля употреблялось выражение «ῥοβ», означавшее в точности то же, что и латинское «terminus» — «граница», «межа», и лишь впоследствии оно было истолковано как «идея» или «понятие» (Лукаевич, 1959, с. 36—37). Понятию «суждение» тоже не так просто подыскать удобный эквивалент: суждение

есть «мысль, выраженная в предложении», а предложение есть «законченная мысль, выраженная словами» — эти и подобные характеристики вращаются в порочном кругу.

Если понятия «понятие» и «суждение» должны быть в логике уточнены, то понятие «умозаключение» должно быть строго определено в логических терминах и в конечном итоге в терминах формализованного языка. Цель логических построений заключается как раз в том, чтобы получать средства выделять такие последовательности утверждений, которые являются умозаключениями («логически следуют друг из друга»), и в этом смысле определять объем понятия «умозаключение».

Вообще говоря, нахождение формальных эквивалентов понятиям не обязательно означает необходимость прибегать к аналогии с математикой. Но по крайней мере постольку, поскольку математика была и остается главным потребителем логики, уточнение логических понятий и представлений происходило на основе представлений, лежащих в основе математики. Сами по себе они также неопределимы и принимаются в качестве интуитивно ясных, но им можно дать более точную характеристику, и они требуют минимума фантазии. Логика, и в частности логическая семантика, должны быть поняты как часть математики или по крайней мере как дисциплины, основанные на тех идеях, которые предваряют также и математику. Семантика оказывается в таком случае «теорией значения выражений» в гораздо более скромном смысле слова, чем тот, который вкладывается в него слишком неумеренными поклонниками семантического анализа. Ниже будут сделаны некоторые комментарии к смыслу этих терминов — «множество», «соответствие», «функция» и др. — не столько с целью его уточнения, сколько с тем, чтобы по ходу дела решить те проблемы «теории значения», которые по сути являются терминологическими, и выделить то, что является проблемой по существу.

Понятия «предмет» и «объект» рассматриваются как синонимы; что это такое — предполагается ясным, причем «стол», «число», «истина» и т. п. в одинаковом смысле являются объектами. Предполагается понятным, что значит «обладать свойством»; как синонимы рассматриваются выражения «обладать свойством» и «удовлетворять условию». Предполагается понятным, что такое «множество». Множество образуют объекты, обладающие некоторым

свойством или удовлетворяющие некоторому условию; множество рассматривается как нечто целое; объекты, образующие множество, называются его *элементами*. Мы будем стремиться отождествлять множество с совокупностью его элементов, или, говоря точнее, рассматривать два множества, состоящие из одних и тех же элементов, как одно и то же множество (*«принцип объемности»*), но будем также и помнить, что идеал этот не всегда осуществим. Это означает, что иногда приходится различать два множества, состоящие из одних и тех же элементов, но «сжатых» в одно целое на основании различных свойств; ослабляя «принцип объемности», сформулируем его по-этому так: множество указано, если указаны некоторым способом его элементы. Термин *«указано»* предполагается понятным. Множество также может быть объектом; это означает, что в данном контексте оно рассматривается как целое и нас не интересует, на каком основании это делается (вопрос о том, что делает множество одним объектом, отличным от остальных, не имеет смысла в данном контексте).

Для удобства будем учитывать *«вырожденные»*, или *«испорченные»* случаи. Так, среди объектов имеется пустой объект (в том числе пустое множество, рассматриваемое, как объект); множество, состоящее из одного пустого объекта (в том числе из пустого множества), непусто — его элементом является пустой объект. В соответствии с принципом объемности желательно рассматривать все пустые объекты как один и тот же объект, и мы будем стремиться это делать, однако, будем опять-таки помнить, что осуществление принципа объемности не всегда возможно и в общем случае воздержимся от того, чтобы отождествлять все пустые объекты.

Будем считать, что нам понятно слово *«соответствие»* и что мы можем одни объекты ставить в соответствие другим. Соответствие есть частный случай действия или операций над объектами, а, может быть, и результат действий над объектами. Действие над объектами, в результате которого данным объектам находится в соответствии один и только один объект, называется *функцией*. Следуя образному выражению Н. Бурбаки, объекты, над которыми производятся действия, назовем *«областью отправления»*, объект, которому действие ставится в соответствие — *«областью прибытия»*. Функция определена, если и только если указана область отправления и область прибытия.

Область прибытия есть значение функции. Это описание функции таит в себе некоторые неясности. В самом деле, можно ли считать указанным действие, если неизвестно, как его выполнять, а известен лишь его результат? Поясним сказанное на таком примере. Функция сложения одинаково определена и для $3 + 7 = 10$, и для $203 + 397 = 600$. Но в первом случае ученику, например, предлагается просто запомнить результат (и учителю не нравится, если ученик под партой начинает по пальцам подсчитывать, сколько будет 3 плюс 7, хотя именно в этом случае производится операция суммирования). Зато для сложных случаев предлагается научиться, как делать подсчет, а не запоминать результат, и есть даже несколько разных методов производить подобные арифметические подсчеты, причем нет оснований утверждать, что все они равнозначны, хотя дают один и тот же результат.

Дело заключается в том, что от вопроса о том, определена ли функция, следует отличать вопрос, определена ли она средствами данного языка (данной теории). Если нас не интересует, как именно производятся действия, или если способ производства действий невыразим на языке данной теории, то функция тем не менее определена, если и только если задана область отправления и в точности один объект, являющийся областью прибытия. В общем случае это справедливо по отношению к любому множеству: мы можем просто перечислить его элементы, можем надеяться, что множество всех столов задано, так как каждый человек умеет распознать стол, отличить его от иной мебели, — а можем явно указать условие, которому удовлетворяют некоторые объекты, и считать, что тем самым множество задано (указано, определено). Будем ли мы считать одной и той же функцией две функции, у которых области отправления и области прибытия совпадают — в общем случае это неясно, хотя, исходя из принципа объемности, мы должны были бы стремиться понимать дело именно так.

Частным случаем функции есть такой вырожденный («испорченный») случай, как «пустая» функция. Пустая функция есть отсутствие действия, т. е. такое действие, которое области отправления ставит в соответствие саму эту область отправления. Отсюда следует, что пустая функция возможна, если и только если область отправления состоит из одного объекта; иначе область прибытия будет

состоять более чем из одного объекта, и соответствие не будет функцией.

В качестве частного случая функции можно рассматривать и операцию именованя, ставящую в соответствие некоторому предмету — знаку на бумаге или доске, звуку или целостному осмысленному комплексу звуков,— один и только один предмет. Область отправления называется здесь именем, область прибытия — значением имени. Имя функции есть *функтор*; в таком случае функция есть тоже некоторый предмет. Но поскольку функция по определению — это *операция* над предметами, то мы стремимся задать ее через некоторую совокупность предметов — область отправления и область прибытия, рассматриваемые в совокупности с функцией как тройка множеств, что более соответствует слову «предмет». Если функция именованя пуста, то в области отправления и в области прибытия один и тот же предмет — имя, или имя рассматривается автономно как обозначающее самое себя.

Считая отношение именованя просто функциональной зависимостью, мы настолько приближенно охватываем всю совокупность отношений «знак — обозначаемое», что оказывается возможным с некоторой натяжкой (греша, впрочем, против интуиции, а не против правильности определения) всякую функциональную зависимость рассматривать как функцию именованя, а именно считать имя функции не более чем последовательностью знаков на бумаге, значением которых есть объект — область прибытия (например, считать, что « $3 + 2$ » есть не более чем имя числа 5). В пределах, в которых эта абстракция допустима, можно видеть в любых операциях простую комбинаторную игру, произвольную в той же степени, как придумывание имен разным объектам.

(Рассмотрение отношения именованя как частного случая функции, конечно, противоречит идеалам выведения всех математических представлений из логических а последних — из наиболее простых языковых отношений, но, как сказано, мы к этому и не стремимся, ибо предлагаемое упорядочение терминологии отнюдь не является общей теорией значения, пригодной для всех случаев. Однако с логико-математической практикой оно вполне согласуется. Отказываясь прежде, чем писать знаки на бумаге, дать определение отношению знака к обозначаемому, мы не грешим против логики, ибо нельзя определить всего на

свете. Но зато выясняется специфика логико-семантического взгляда. С этой точки зрения и имя, и значение его есть некоторого рода объекты, между которыми установлено соответствие; будет ли «значением» стол, число или даже «смысл» или какой-то «массив информации», принимаемый за некоторый целостный объект — это вопрос конкретный, общими соображениями не затрагиваемый.)

Имя определено, если указано, какой объект есть его значение. Такое имя называется *константой*, или *постоянной*. Выбор предмета, который окажется именем, произволен. Это следует понимать лишь в том смысле, что выбор имени не диктуется средствами данного языка. Но можно, например, поименовать предмет, приписав ему определенные координаты; говоря о произвольности именованных, мы имеем в виду лишь то обстоятельство, что внутриязыковыми средствами выбор имени не обусловлен, хотя он может быть обусловлен практикой измерения, приведшей к умению измерять и записывать координаты, практикой общественной жизни, ограничивающей выбор имени для новорожденного конечным числом вариантов, и т. п.

Какое имя является постоянной, какое — переменной, зависит от соглашения. Мы будем рассматривать *переменную* как вырожденный случай *функции именованья*, а именно тот случай, когда имя есть пустой объект. Известны предметы, каждый из которых может быть областью прибытия, известна функция именованья в том смысле, что как только будет дано имя, станет понятно, как его соотносить со значением; но вместо имени стоит пустое место. При этом разные переменные суть *разные* пустые имена, так что в общем случае на их место вписываются разные имена (имена разных объектов). Существенно подчеркнуть, что переменная не является именем имени конкретного объекта: все, что говорится о переменной, будет приписано объекту, а не имени этого объекта, как только его имя будет подставлено вместо переменной.

Выше речь шла об индивидуальных константах и переменных. Сказанное относится и к именам функций — *функторам*. *Функтор* есть функциональная переменная, если неизвестно, какое имени действию он именуется. Выражения «умножь число 3 на 2» и даже «умножь любое число на 2» и даже «умножь любое число на любое число» есть имена функций, но выражения «возьми число 3 и произведи над ним некоторое арифметическое действие» и «возьми любое

число (любые числа) и произведи над ним (над ними) некоторое арифметическое действие» являются пустыми именами функции — переменными функторами, ибо неизвестно, какое из имеющихся у нас арифметических действий надо произвести. Эти выражения можно было бы записать так: «возьми число (числа) и произведи над ним (ними) действие...», и это выражение становится именем функции, если и только если вместо многоточия записывают имя конкретного действия.

Этим можно было бы и ограничиться, но сложности возникают из-за принципа объемности, который требует чтобы функция была указана через указание на область отправления и область прибытия; указание на то, какие именно действия должны быть произведены, не обязательно, коль скоро как-то указаны области отправления и прибытия; говоря более общим образом, переменный функтор или пустое имя функции есть такое имя функции, что имя области прибытия есть также переменная (пустое имя). Функтор-переменная может быть превращен в имя функции при двух условиях: либо на место переменных подставляются имена предметов из области отправления, либо указывается имя действия, имеющего один и только один результат независимо от того, над какими именно предметами из области отправления оно производится.

Предметы из области отправления, имена которых подставляются вместо соответствующих переменных (аргументов функции), называются значениями аргументов; о каждой переменной говорят, что она «пробегает по области...», или «определена на области...».

Особый интерес представляет тот способ определения функции, когда область прибытия однозначно определена независимо от значения аргументов функции.

Функция записывается обычно в виде $F(x, y, \dots)$, где « $F(\dots)$ » — имя операции, совершаемой над некоторыми объектами, а x, y, \dots — индивидуальные переменные, т. е. места, на которые ставятся имена индивидуальных объектов. Множество, образованное элементами a, b , обозначается $\{a, b\}$. Различают элемент a и множество $\{a\}$, состоящее из этого единственного элемента.

Частным случаем функции является *предикат*. Особенность этой функции в том, что ее значением (областью прибытия) является особый объект — истинностное значение, в наиболее простом случае — «истинна» или «ложь».

Каждую функцию можно преобразовать в предикат. Так, функция сложения $x + y$ преобразуется в предикат, если из множества чисел, к которому принадлежат и x , и y , взять еще один элемент z и сопоставить его первым двум: $x + y = z$. Значением функции $x + y$ есть z ; значением функции (предиката) $x + y = z$ есть истина (например, при $x = 3$, $y = 4$, $z = 7$) или ложь (например, при $x = 3$, $y = 4$, $z = 8$). Предикат, в который преобразована данная функция, называется *моделью* данной функции. Если функция от n переменных называется n -местной, то ее модель будет $(n + 1)$ -местным предикатом.

Любой n -местный предикат можно превратить в $(n - 1)$ -местный, если одну из индивидуальных переменных заменить постоянной и как бы включить ее в состав предиката. Например, в предложении « x старше y » — две индивидуальных переменных и одна предикатная постоянная, обозначающая отношение «быть старше». Записать это выражение в виде «старше, чем $y(x)$ » нельзя: чтобы выражение было именем функции, все оно, а не какая-то его часть, должно ясно указывать на операцию над объектами. Но если вместо одной из переменных подставить имя конкретного объекта, например, «Иван», то выражение « x старше, чем Иван» можно считать уже одноместным предикатом и записать «Старше, чем Иван (x)». Если теперь последнюю оставшуюся переменную заменить именем конкретного объекта, например, «Петр», то получится выражение «Старше, чем Иван (Петр)»; или, попросту говоря, «Петр старше Ивана». Мы получили конкретное предложение в котором больше не различаем подлежащего и сказуемого, т. е. грамматической структуры. Можно рассматривать его как нуль-местный предикат.

Мы получили нуль-местный предикат, или конкретное предложение, путем постепенной замены всех индивидуальных переменных на постоянные (при условии, что и предикат есть константа, т. е. обозначает вполне определенное действие, или отношение). Стало ли таким образом выражение константой?

Чтобы яснее был и вопрос, и ответ, рассмотрим другой, арифметический пример. Возьмем функцию « x умножить на y » и преобразуем ее в предикат « x умножить на y будет z », истинный или ложный в зависимости от значения индивидуальных переменных. Заменим в нем постепенно все переменные постоянными и получим из этого трехместного предиката

ката сначала двухместный: «29 умножить на y будет z » (истинный при условии $y = 1$ и $z = 29$, $y = 2$ и $z = 58$ и т. д.), потом одноместный: «29 умножить на 23 будет z » и, наконец, нуль-местный: «29 умножить на 23 будет 677» (конкретное арифметическое предложење). Истинность этого утверждения легко установить, и можно, пожалуй, считать, что в данном случае нуль-местный предикат является постоянной (истиной или ложью).

Одноместный и нуль-местный предикат особенно интересны, так как они являются уточнением формально-логических понятий — «понятие» и «суждение» («предложение»). Понятие, связываемое с некоторым выражением, или смысл этого выражения, или умственное построение, обозначаемое этим выражением, можно отождествить с одноместным предикатом $P(x)$, где P — обозначающее понятие выражение, x — место для подстановки имен объектов из некоторого множества. Истинностное значение функции $P(x)$ однозначно зависит от того, имя какого объекта подставляется вместо индивидуальной переменной. Чтобы предикат принял значение «истина», вместо индивидуальной переменной должно быть написано имя объекта, входящего — с точки зрения традиционной формальной логики — в объем понятия. Предикат может быть отождествлен с *множеством* объектов, входящих в объем понятия.

Что происходит, когда одноместный предикат превращается в нуль-местный, т. е. когда вместо индивидуальной переменной подставляется индивидуальная постоянная? Говоря формально, переменная в нуль-местном предикате есть пустой объект, а множества, образованные пустым объектом (возможно, на основании разных свойств), мы не умеем различать и отождествлять. Это не значит, что конкретное предложение не имеет истинностного значения: если мы в точности знаем, каких Петра и Ивана имели в виду и каковы их свойства, то выражение «Петр старше Ивана» имеет одно-единственное истинностное значение; если же мы не имели в виду конкретного Ивана и Петра, то эти имена являются на деле переменными, и предложения еще нет. (Отметим, что для превращения одноместного предиката в предложение важно, чтобы фиксировался не индивидуальный предмет в пространстве и времени, а индивидуальный объект в том смысле, что он точно отличим от другого: «отец старше сына» можно рассматривать как предложение потому, что точность, с которой нас интересует определе-

ние объекта, здесь удовлетворительна). Одно-единственное значение имеет и результат подстановки в приведенный арифметический пример, притом значение «ложь», так как на самом деле $29 \times 23 = 667$. Так что принципиальной разницы между первым и вторым примером нет. Дело в том, что мы в общем случае *не знаем*, каково истинностное значение отдельного предложения, и наша задача — научиться вычислять эти значения для некоторого класса предложений. В общем случае мы должны абстрагироваться от того, что именно надо знать для определения истинности нуль-местного предиката и считать, что значение это неопределенно, т. е. конкретное предложение есть *такая же переменная*, как и любая буква, которую мы согласились бы писать вместо него. Лишь в частном случае мы можем научиться строить такие предложения, по виду которых можно определить, истинны ли они.

Это замечание имеет существенное значение. В учебниках логики повсеместно для иллюстрации логических законов вместо пропозициональных переменных подставляются и конкретные предложения. Это правомерно, так как конкретное предложение ничем не хуже и не лучше переменной, обозначающей предложение (пропозициональной переменной). Но не следует рассматривать подобную запись как результат подстановки значений вместо пропозициональных переменных или интерпретацию логики на «естественном языке». Конкретное предложение не является значением или интерпретацией пропозициональной переменной — оно само есть переменная. Точнее, оно лишь тогда является значением пропозициональной переменной, когда средствами данного языка определено, истинно оно или ложно. В общем случае значениями пропозициональных переменных, то есть пропозициональными константами, являются «истина» и «ложь» (в двухзначной логике). Имена этих объектов и надо подставлять вместо пропозициональных переменных (нуль-местных предикатов).

Итак, понятие образуется из суждения путем абстракции, — для этого надо «вынуть» из суждения один объект, а все остальное рассматривать как то, что говорится о данном объекте. Понятие не истинно и не ложно — **таким** становится суждение, когда на «пустое место» подставляется имя объекта. Так на основе объемных представлений уточняются понятия «понятие» и «суждение».

Логические возможности.
«Описание состояния»

Вспользуемся примером, приведенным в книге Кемени, Снелла и Томпсона (1965) по другому поводу, так как нам будет удобно сводить к этому примеру и другие случаи, когда обычно не пользуются «деревьями логических возможностей». Допустим, что нам надо классифицировать всех людей на группы, руководствуясь только их ростом, полом и цветом волос. Будем исходить из множества всех людей и получать подгруппы постепенно, вводя один признак за другим:



Бр-брюнет, Бл-блондин, Шт-шатеи, Рж-рыжий, М-мужчина, Ж-женщина

Рис. 1

Предполагается, что нельзя быть одновременно блондинкой и брюнеткой и что другие классификационные единицы нас не интересуют, так что обзор будет полным и мы в него включим как-то, например, седых и совершенно лысых.

Вообще говоря, мы на каждом шагу образовывали некоторые объекты — классификационные группы, — но будем говорить о предикатах $V(x)$ (« x высокий»), $B(x)$ (« x блондин») и т. д. Договоримся, что индивидуальная переменная x определена на области «всех людей», так что нет нужды говорить «Чел (x)», ибо и так ясно, что x может быть только человеком.

В результате классификации мы получили 24 классификационные единицы, которым соответствует 24 графа, или «ветви» дерева логических возможностей. Соединение словом «и» всех предикатов, встречающихся на каждой линии графа («ветви дерева»), образует «описание состояния» или «возможный мир» (относительно нашей классификационной системы). «Возможные миры», будут, следовательно, таким:

$V(x)$ и $Бл(x)$, и $M(x)$ $V(x)$ и $Шт(x)$ и $M(x)$

$V(x)$ и $Бл(x)$, и $Ж(x)$ $V(x)$ и $Рж(x)$ и $Ж(x)$ и т. д.

Соединение словом «или» всех «возможных миров» образует полное описание состояния в данной классификационной системе. Оно будет выглядеть следующим образом:

($V(x)$ и $Бл(x)$ и $M(x)$) или ($V(x)$ и $Бл(x)$ и $Ж(x)$), или

($V(x)$ и $Шт(x)$ и $M(x)$) или ($V(x)$ и $Шт(x)$ и $Ж(x)$), или...

(и т. д. пока не будут перечислены все «возможные миры»).

Термин «возможный мир» может навеять некоторые нежелательные ассоциации: речь идет только о характеристике индивида или классификационной единицы, являющейся нижним пределом деления. Но в некотором смысле этот термин выражает суть дела: для каждого индивида из данного множества открывается только одна возможность (или «возможный мир»), а все возможности, открывающиеся для каждого индивида, характеризуются полным описанием состояния.

Отметим, что с точки зрения нашей классификационной системы двое рыжих высоких мужчин неразличимы, и хотя вместо x можно подставлять имена конкретных людей, система будет различать их лишь с точностью до роста, пола и цвета волос. Отметим также, что здесь нам неважно, в каком порядке производится классификация: $V(x)$ и $Бл(x)$, и $M(x)$ есть то же самое, что $Бл(x)$ и $M(x)$, и $V(x)$.

Можно, однако, представить случай, когда порядок предикатов будет неважен. Так, предположим, что нам надо вынуть из урны по очереди два черных (Ч) и два белых (Б) шара. Дерево логических возможностей при последовательном выборе шаров будет иметь такой вид:

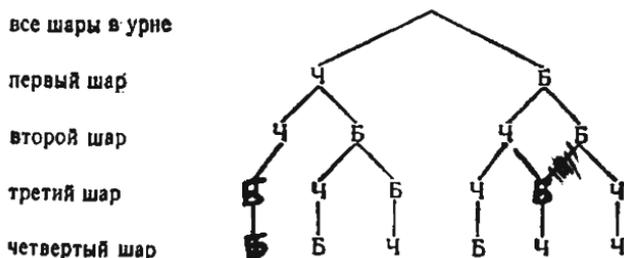


Рис. 2

Последовательности выборов можно представить в качестве «возможных миров»:

Ч (x) и Ч (x), и Б (x), и Б (x) Б (x) и Ч (x), и Ч (x), и Б (x)

Ч (x) и Б (x), и Ч (x), и Б (x) Б (x) и Ч (x), и Б (x), и Ч (x)

Ч (x) и Б (x), и Б (x), и Ч (x) Б (x) и Б (x), и Ч (x), и Ч (x).

С точки зрения определения возможных последовательностей выбора порядок предикатов — существенно значим.

Для единообразия изложения множество возможных последовательностей выбора шаров из урны правильнее было бы записать следующим образом. Поскольку индивиды, т. е. шары, мы различаем с точностью до их цвета, будем считать, что у нас имеется два индивидуальных объекта: черный и белый шары. В качестве единственного существенного свойства индивида рассматривается порядковый номер его в процессе выбора, сокращенно: П (x), В (x), Т (x) и Ч (x), где x — переменная, на место которой подставляется Ч или Б. В каждом возможном мире — ровно два Ч и два Б. Получаем, таким образом, деревья логических возможностей: П (Ч) и В (Ч), и Т (Б), и Ч (Б); П (Ч) и В (Б), и Т (Ч) и Ч (Б) и т. д.

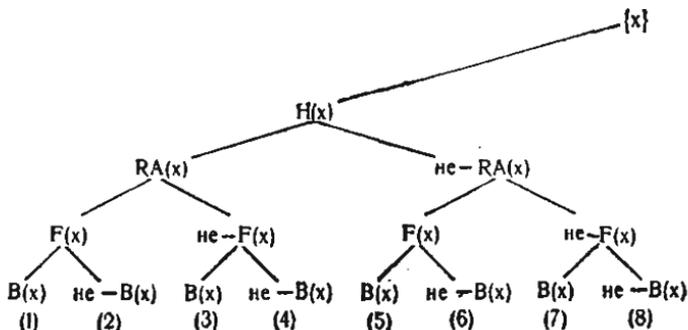
Идея «возможных миров», принадлежащая Лейбницу и введенная в современную логическую литературу Витгенштейном, была использована для построения логической семантики Карианом. Кариан иллюстрирует идею «описаний состояний» на примере языка S, в котором есть такие предикатные постоянные:

«H (x)» — «x человек»

«RA (x)» — «x разумное животное»

«F (x)» — «x (по природе) не имеет перьев»

«B (x)» — «x двуногое»



Представим полное описание состояния в виде дерева логических возможностей относительно S (рис. 3).

Полное описание состояния в данном случае является дизъюнкцией 16-ти описаний состояния или «возможных миров». Однако Карнап заранее предполагает, что «человек» и «разумное животное» значат одно и то же. Таким образом, возможные миры (5) — (12) не являются возможными даже теоретически. Будучи последовательными, мы должны были бы записать на втором «этаже», начиная сверху: « $H(x)$, или, что то же самое, $RA(x)$ ». Далее, возможности (3) и (4) отпадают, так как человек не имеет перьев «по природе», хотя не вполне ясно, что это означает и следует ли это «по природе» как-то из того, что x есть человек; в общем случае это не так и надо считать это просто фактом.

Фактом, не вытекающим из языковых правил, является и то, что не существует иных людей, кроме двуногих, и не существует не-людей, которые были бы одновременно двуногими и не имеющими (по природе) перьев. Следовательно, если возможности (5) — (12) отпадают в силу правил языка, то возможности (2) — (4), (13) отпадают в силу фактов внеязыкового порядка.

Таким образом, Карнап стремился уточнить лейбнице-вы понятия «истины разума и истины факта» и понятие о логической связи между предикатами.

Об уточнении первого еще будет идти речь, уточнение второго, по крайней мере, мало интересно, так как сводится к постулированию того, что логически эквивалентные предикаты значат одно и то же. Перепишем соответствующее

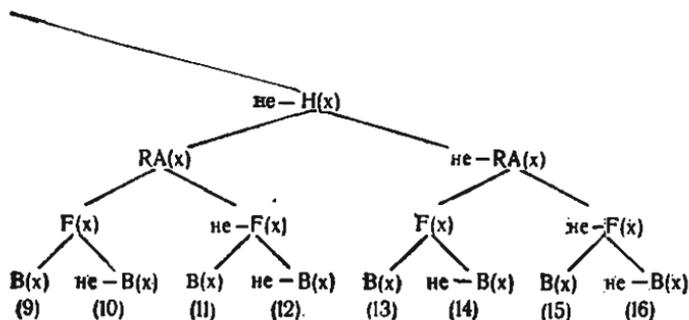


Рис. 3

дерево логических возможностей следующим образом:

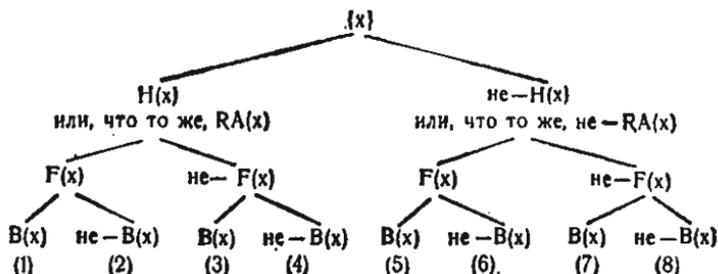


Рис. 4

В приведенных примерах у нас также были индивидуальные переменные и не было индивидуальных констант. Что подставлять вместо индивидуальной переменной, употребляемой в логическом языке, если вместо предикативной переменной будет подставлена предикативная константа, например, «рыжий (x)»? Очевидно, «x» в логическом языке отличается от «x» в любом из примеров тем, что в примерах область определения переменной x четко определена: это или область всех людей, или черных и белых шаров, или — как мы можем предположить для карнаповского примера — область всех существ. В логическом же языке область определения x не определена.

Сложнее обстоит дело с индивидуальной константой: в приведенных примерах их вообще не было. Что подставлять вместо «x» в предикате «рыжий (x)» — Иванова, Петрова, Сидорова с точным адресом и номером паспорта? Или слова «слесарь», «француз», «житель Конотопа» и т. д.? Очевидно, мы ни в одном случае не должны очень беспокоиться: нас устроит любая подстановка, если противного не требуется системой, так как везде все объекты различимы с указанной степенью точности, и все рыжие высокие мужчины с этой точки зрения одинаковы. Иными словами, мы можем считать индивид точно определенным, если укажем на последнюю классификационную группу, к которой он принадлежит: «тот x , который рыжий высокий мужчина». Такой оборот называется *дескрипцией* (с условием единственности), выражение «тот..., который» — оператором дескрипции или йота-оператором (записывается « $(ix) P(x)$ »). Будем считать, что индивид, определенный йота-оператором (с условием единственности), является индивидуальной по-

стоянной в наших примерах и мы могли бы обозначать его соответственно a, b, c, \dots . Deskрипцией объекта, обозначенного индивидуальной константой, является «возможный мир», перед которым стоит йота-оператор.

Deskрипция может быть и неопределенной, без условия единственности, например: «тот x , который рыжий и высокий». В этом случае будем употреблять эпсилон-оператор: « $(\epsilon x) P(x)$ ».

Логические функции

Чтобы определить тот вклад, который вносит логика в формулировку полиого описания состояния и в решение вопроса о том, какой из возможных миров является также и действительным миром, надо построить логический язык — язык, который формализовал бы свойства «логических» слов. Обычные используемые в математической логике исчисления ограничиваются такими словами, как *не, и, или, если..., то..., некоторые (существует... такой, что...)* и *все*. Вообще говоря, неясно, почему для логики нельзя брать также и другие слова, и в последнее время в логике формализуются также и другие понятия. Вместе с тем наиболее надежные результаты получены в результате формализации именно перечисленных выше понятий.

Слова *не, и, или, если..., то...* должны быть определены в логике как особого рода функции — логические функции. Определение логических функций может быть синтаксическим (1) или семантическим (2):

(1) либо необходимо сформулировать (аксиомы и) правила вывода такие, чтобы с их помощью можно было получить все истинные предложения, содержащие логические функторы;

(2) либо необходимо указать точные правила вычисления истинностного значения логической функции на основе истинностных значений входящих в нее переменных.

Смысл слова *не* уточняется таким образом: *не* (в польской нотации, функтор $N(x)$) — это имя функции, которая превращает истинное предложение в ложное и наоборот. Если в таблице сверху запишем функцию, а внизу — ее значение — истина (и) или ложь (л), то таблица получит такой вид:

x	Nx
и	л
л	и

Можно обобщить таблицу и на случай, если истинностных значений предполагается больше двух, вплоть до бесконечного множества значений.

Соответственно слово *и* можно определить следующим образом: *и* — это функция, которая двум истинным утверждениям ставит в соответствие объект «истина» и всем другим комбинациям предложений — объект «ложь».

Записывая выражение «*x* и *y*» как логическую функцию — конъюнкцию « $K(x, y)$ », где переменные принимают значение (И) и (Л), получим такое определение истинной и ложной конъюнкции: $K(И, И) = И$, $K(И, Л) = K(Л, И) = K(Л, Л) = Л$. Соответственно для дизъюнкции «*x* или *y*», т. е. для $D(x, y)$: $D(И, Л) = D(Л, И) = D(И, И) = И$; $D(Л, Л) = Л$. Для импликации «если *x*, то *y*», т. е. для $C(x, y)$: $C(И, И) = C(Л, И) = C(Л, Л) = И$; $C(И, Л) = Л$.

Здесь рассматривается случай, когда истинностных значений только два; из абстрактных соображений можно ввести сколь угодно много значений и обобщить приведенные выше определения. Обязательно ли определение логических функций с помощью матриц? В принципе может быть дано чисто синтаксическое определение истинных формул. Если, однако, не имеется простых правил вычисления значения функции на основе значений переменных, то это следует рассматривать как недостаток определения данной функции.

(В дальнейшем мы не будем пользоваться польской нотацией, так как для достаточно длинных формул она не очень наглядна. Конъюнкцию будем записывать как « $x \wedge y$ », дизъюнкцию — как « $x \vee y$ », импликацию — как « $x \supset y$ », отрицание — как « $\neg x$ »). Будем записывать отношение эквивалентности «*x* если и только если *y*» как « $x \equiv y$ », понимая его как сокращение для « $(x \supset y) \wedge (y \supset x)$ ».

Итак, введем символы: пропозициональной переменной *p*, *q*, ... предикатной переменной $P(\dots)$; индивидуальной переменной *x*, *y*, ...; индивидуальной константы *a*, *b*, ...; логических функторов — отрицания \neg , конъюнкции \wedge , дизъюнкции \vee , импликаций \supset , эквивалентности \equiv ; кванторов всеобщности \forall (« $\forall x P(x)$ » читается «все *x* таковы, что $P(x)$ ») и существования \exists (« $\exists x P(x)$ » читается «существует *x* такой, что $P(x)$ »). Охарактеризуем их логические (семантические) свойства, т. е. определим условия истинности для формул с этими символами.

Эти условия могут быть заданы с помощью правил введения и удаления логических функций. Вполне естественно правило введения конъюнкции: если в данный возможный мир входят предложение p и предложение q , то будем считать, что в него входит также и предложение $p \wedge q$. Так, в первый из возможных миров входят предложения В (а), Бл (А), М (а), В (а), \wedge Бл (а), Бл (А) \wedge М (а), В (а) \wedge Бл (А) \wedge М (а) и т. д.

Правила введения дизъюнкции основываются на свойствах этого функтора: если в возможный мир входит предложение p , то в него входит также $p \vee q$, где q — любое другое предложение (данного языка). Можно ввести импликацию следующим образом: если в возможный мир входит предложение p , то в него входит и предложение $p \supset q$, где q — любое предложение (данного языка). Аналогичным образом надо сформулировать правила удаления логических функций, например: если в возможный мир входит конъюнкция $p \wedge q$, то в него входит и p ; если в возможный мир входит конъюнкция $p \wedge q$, то в него входит и q .

Сразу следует заметить, что здесь оказываются недостаточными прежние соглашения относительно переменных и постоянных. В самом деле, переменная есть пустое место, на которое подставляется постоянная. Но если мы считаем принадлежащими к возможному миру также и формулы, построенные с помощью логических функторов, то можно ли подставлять вместо переменной также и эти формулы? Явно или неявно логика разрешает это делать. Поэтому следовало бы использовать не переменные, вместо которых подставляются конкретные предложения, предикаты или индивидуальные имена, а особые, метаязыковые знаки, вместо которых можно подставлять переменные.

Количество предложений, входящих теперь в каждый из возможных миров, возрастает в огромной степени. Задача заключается в установлении класса предложений, истинных не только в данном возможном мире и не только в данном множестве возможных миров, но в множестве всех множеств возможных миров. Предложения логики должны быть истинными независимо от значения входящих в них переменных, формулируемые ими условия должны выполняться на любой области, входить во все возможные миры.

Определение понятия «истина»

Формализованные языки строятся для того, чтобы в них можно было определить по формальным критериям класс истинных высказываний, являющихся (формальными) аналогами соответствующих истинных утверждений соответствующей содержательной теории. Желательно при этом, чтобы каждому истинному утверждению содержательной теории соответствовало истинное в формальном смысле слова высказывание формализованного языка, т. е. высказывание, истинность которого можно определить формальными средствами. Если эта цель достигнута, формализация языка называется *полной*, а формализованный язык (формализованную теорию) в таких случаях называют иногда *формальной системой*.

Остается уточнить, что значит «истинно в формальном смысле слова». Соблазнительно было бы сразу отождествить это понятие с понятием доказуемости (выводимости) по строго определенным правилам. Однако формальным является и определение значения предиката путем подстановок некоторых или любых индивидуальных постоянных на место соответствующих переменных. При этом определение истинности через подстановки в формулу может оказаться более фундаментальным, так как в общем случае неясно, является ли формула, истинная при любых значениях переменных, одновременно также и доказуемой формально (обратное доказать проще). Формализованный язык желательно построить таким образом, чтобы класс предложений (высказываний), истинных в синтаксическом смысле слова, совпадал с классом предложений, истинных в семантическом смысле. В таком случае говорят о *полноте* формализованного языка в узком смысле.

Для более скрупулезного анализа средств определения истинности удобно начать с понятия *модель*, охарактеризованного выше как предикат, соответствующий некоторой функции (операции).

Мы называли моделью функции $F(x, y, \dots) = w$ предикат $P(x, y, \dots, w) = v_i$, где v_i — один из элементов множества $\{I, L\}$ (для простоты ограничимся множеством из двух истинностных значений). Поскольку предикат также является функцией, особенность которой лишь в том, что значение ее может быть «истина» или «ложь» (но, конечно, не то и другое вместе), то закономерен вопрос: нельзя ли постро-

ить модель для предиката? Моделью предиката должен был бы быть новый предикат $S(x, y, \dots, w, v_i) = v_j$, где v_j — также один из элементов множества $\{И, Л\}$. (Знак равенства употребляется здесь не обязательно в математическом смысле, а обозначает лишь, что результатом некоторой операции, указанной слева от него, является значение, указанное справа от него). Например, моделью функции (операции сложения) F^+ (3, 4) является предикат $P(3, 4, 7) = И$. Предикат $P(3, 4, 8)$ имеет значение «ложь» (Л). Модель предиката $S(3, 4, 7, И)$ имеет значение «истина», модель предиката $S(3, 4, 7, Л)$ — значение Л, модель предиката $S(3, 4, 8, Л)$ — значение И, модель предиката $S(3, 4, 8, И)$ — значение Л (т. е. в последнем случае: «ложно, что « $3 + 4 = 8$ истинно»).

Такое представление может показаться вполне логичным, и, кажется, возможно построение моделей моделей, моделей моделей моделей и т. д. Смысл предиката, обозначаемого переменной $S(\dots)$, в данном случае естественно понимать как «истинно, что...» или «ложно, что...» или как иную истинностную оценку в случае, если они имеются.

Нетрудно заметить, что введенные выше переменные v_i, v_j — то же самое, что пропозициональные переменные или нульместные предикаты, так как значениями и тех и других переменных является «истина» или «ложь». Такое представление означает, следовательно, что в область индивидуальных переменных могут входить и имена индивидуальных объектов, и имена предложений, что мы не различаем свойство и свойство свойства и т. д., т. е., короче говоря, что мы не накладываем никаких ограничений на подстановки значений вместо переменных.

Это обстоятельство немедленно мстит за себя, так как оказывается возможным построить давно известные парадоксы (неразрешимые при подобном представлении о модели). Например, пусть a — предложение « b истинно», и пусть, далее, b — предложение « a ложно». Поскольку никакие ограничения на подстановки не накладываются, такие модели строить можно. Получается, что a — предложение « a истинно» ложно». Можно показать, что оно невозможно и при одном значении a . Действительно, пусть a истинно. Тогда мы имеем $И(И) = Л$, что возможно было бы лишь при допущении, что a ложно. Если же a ложно, то мы имеем $И(Л) = И$. Однако поскольку a ложно, то утверждение об истинности a ложно, или « $И(a) = Л$ ».

Этот парадокс был известен в древности как парадокс мегарика Эвбулида «Критянин Эпименид»; в изложении Аристотеля парадокс звучит довольно просто: «Лжет ли тот, кто говорит, что он лжет?» В XIV в. И. Буридаи придал парадоксу Эвбулида форму, которую лишь едва изменил Лукасевич и сделал самым популярным примером семантического парадокса (Стяжкин, 1967, с. 62, 167—179; Смирнова, Таванец, 1967). Ситуация чем-то напоминает веселую шутку, когда подарок вручается в большой пачке, в которой — меньшая, затем еще меньшая и т. д., а в последней — записка о том, что подарка не будет. Но в логике это — не веселая шутка, а настоящая драма, ибо речь идет о ситуациях, действительно возникающих в основаниях математики и угрожающих всем дедуктивным построениям.

Выводы, вытекающие из необходимости устранения семантических парадоксов для логики и метаматематики, были впервые проанализированы выдающимся польским математиком и логиком А. Тарским в 1933 г. Теория Тарского основывалась на идее необходимости различения языка-объекта и языка, на котором говорят о языке-объекте — метаязыка. В качестве исходного положения для определения истинности в формализованных языках А. Тарский взял понимание истинности предложения в «обычном» языке, т. е. в форме « x » есть истинное высказывание, если и только если x . Например, «Снег идет» есть истинное высказывание, если и только если (в действительности) снег идет».

Тарский обратил особое внимание на то, что в первом случае мы говорим не о снеге, а о предложении, что выражается в том, что предложение «снег идет» взято тут в кавычки. Чтобы избежать двусмысленностей, Тарский заменил имя предложения, т. е. само предложение как объект анализа, взятое в кавычки, другой переменной:

P истинно, если и только если x , где P — имя x .

Таким образом, — и это самое существенное — если предложения x, y, \dots принадлежат к языку-объекту, то предикат «истинный» принадлежит к метаязыку и не может быть использован в языке, ибо относится к именам предложений (истинность, по Тарскому, есть свойство имени предложения). При таких дополнительных ограничениях парадоксы не возникают.

В философских дискуссиях, развернувшихся после того, как работа Тарского стала известна на Западе, в адрес

такого понимания истинности раздавались различные упреки. Одни укоряли Тарского за то, что у него истинность стала свойством имени, т. е. знака, а не мысли, выраженной в предложении. Другие усматривали в концепции Тарского тот недостаток, что она апеллирует к действительности и тем самым якобы «платонистична». Тарский ответил своим оппонентам, что определение истинности в семантике не преследует цели пересмотреть какую-либо философскую доктрину об отношении знаний к действительности. Оно должно лишь в некотором предельном случае совпадать с «обычным» словоупотреблением. Этот ответ можно признать вполне резонным. Целью уточнения понятия «истина» в логике и метаматематике является выработка процедуры, которая непротиворечивым образом позволила бы указать класс всех истинных высказываний в данном формализованном языке и через него — в соответствующей содержательной теории. Смысл понятия «истина» при этом не пересматривается, а некоторым образом обобщается так, чтобы в предельном случае он совпадал с «обычным», стихийно-материалистическим пониманием истинного утверждения как «совпадения мыслей с действительностью». Этому условию уточненного понятия «истина», приведенное Тарским, удовлетворяет, но главное достоинство этого уточнения в том, что оно позволяет решить целый ряд конкретных проблем логики науки.

Выделив язык-объект и метаязык, Тарский ввел требование различения семантических категорий выражений как языка-объекта, так и метаязыка. К одной семантической категории относятся, попросту говоря, выражения, которые разрешено заменять друг другом в данном языке. Так, к разным категориям относятся индивидные и пропозициональные переменные, одноместные и двухместные предикаты и т. д. Отсылая читателя за уточнением понятия «более богатый и менее богатый язык» к упоминавшейся статье П. В. Таванца и Е. Д. Смирновой (1967), скажем лишь, что для того чтобы понятие «истина» было для данного объектного языка определено в его метаязыке, последний должен быть в некотором смысле богаче языка-объекта. Таким образом, поскольку, например, понятие истины для простой теории типов может быть определено в языке теории множеств Цермело, последняя является более богатым языком, чем расселовская простая теория типов (что доказал Дж. Кемени в 1949 г.).

Сказанное не означает, что нельзя говорить о модели предиката или, более общим образом, модели некоторой формулы или множества формул логики. Но при построении моделей мы должны исходить из объемного принципа и помнить, что истинность есть свойство метаязыковое. Метаязыковому свойству формулы «быть истинным» может быть сопоставлено множество формул, удовлетворяющих выраженному в данной формуле условию, т. е. формул, в которых данная формула истинна. Учитывая, что предикат есть некоторое условие, можно сказать, что его моделью является множество формул, которые данному условию удовлетворяют. То же можно сказать о модели некоторого множества формул. Множество можно задать по-разному: либо просто выписав все его элементы, либо указав их общее свойство. Общие свойства формул можно описать и в виде системы аксиом, и правил вывода, задав таким образом формализованный язык (или его синтаксис). Так что один формализованный язык может быть моделью другого формализованного языка. С помощью понятия «модель» можно определить важнейшие логические функции и понятия «истинно», «выводимо», «логически истинно».

Теперь построим определение истинности в логических терминах.

1) Определение истинности для предложения.

Предложение « p » истинно, если и только если p . Напомним, что предложением в каждой из рассматриваемых систем является нульместный предикат, т. е. результат замены « x » в каждом конкретном предикате на индивидуальную константу.

2) Определение истинности для предиката.

Определение истинности для предиката непосредственно дать невозможно, так как мешает неопределенность значения индивидуальной переменной. Можно, конечно, сказать: « $P(x)$ истинно, если и только если $P(x)$ », например: «Рыжий (x) истинно, если и только если x рыжий», но это не является предложением до тех пор, пока не будет указан какой-то конкретный x . Для этого надо заменить переменную « x » индивидуальной константой (дескрипцией), но тогда получим определение истинности для предложения, а не предиката.

Для определения истинности предиката можно обратиться к понятию *модели предиката*. Отберем те возможные миры, в которые входит данный предикат. В первом примере для «рыжий (x)» это будут миры 7, 8, 15, 16, 23 и 24

нашего «дерева возможностей», для «пернатый (x)» («не- $F(x)$ ») это будут миры 3, 4, 7 и 8. Соблазнительно рассматривать каждый из этих миров как модель соответствующего предиката. Но мы не знаем, является ли данный мнр также и действительным миром, а, значит, истинна ли конъюнкция преднкатов, входящих в данное описание состояния. Из соображений, выходящих за рамки логики, известно, что пернатых людей не бывает и таким образом возможности (3) и (4) отпадают. Логика не дает никакой гарантии, что рыжие высокие мужчны существуют в действительности. Будем называть возможный мнр, в который входит данный предикат, *полумоделью* предиката. Индивидуий объект выполняет предикат, если тот входит в возможный мир, являющийся его дескрипцией. Если возможный мнр также и действителен, т. е. еслн конъюнкция предикатов в силу каких-то фактических или теоретических обстоятельств также и истинна, то он является моделью предиката.

Такое определение можно обобщить н на случай n -местных преднкатов.

3) Определение истинности для молекулярных формул.

Пропозициональные и преднкатные переменные и константы будем называть атомарными формуламн. Молекулярными назовем формулы, образованные из атомарных с помощью логических связей (функторов). Даднм определение их истинности.

а) Предложение « $\neg p$ » истинно, если и только если предложение « p » ложно.

Предикат « $\neg P(x)$ » выполняется данной индивидуной постоянной, еслн и только если предикат « $P(x)$ » не выполняется ею.

б) Предложение « $p \wedge q$ » истинно, если и только еслн предложение « p » истинно и предложение « q » истинно.

Конъюнкция предикатов « $P(x) \wedge Q(x)$ » выполняется индивидуной постоянной, если и только если преднкаты « $P(x)$ », « $Q(x)$ » выполняются ею.

в) Предложение « $p \vee q$ » истинно, еслн и только если предложение « p » истинно или предложение « q » истинно.

Дизъюнкция предикатов « $P(x) \vee Q(x)$ » выполняется индивидуной постоянной, если и только если предикаты « $P(x)$ » или « $Q(x)$ » выполняются ею.

г) предложение « $p \supset q$ » истинно, если и только если предложение « p » ложно или предложение « q » истинно.

Импликация предикатов « $P(x) \supset Q(x)$ » выполняется индивидуальной постоянной, если и только если « $\neg (P(x))$ » или « $Q(x)$ » выполняются ею.

д) Предложение $p \equiv q$ истинно, если и только если предложения « p », « q » оба истинны или оба ложны.

Эквивалентность предикатов « $P(x) \equiv Q(x)$ » выполняется индивидуальной постоянной, если « $P(x)$ », « $Q(x)$ » оба выполняются или оба не выполняются ею.

Наконец, определим правила истинности для выражений с кванторами.

1) Предложение « $(\forall x) P(x)$ » истинно, если и только если всякая последовательность a, b, \dots индивидуальных постоянных выполняет $P(x)$.

2) Предложение « $(\exists x) P(x)$ » истинно, если и только если существует по крайней мере одна индивидуальная постоянная a , которая выполняет $P(x)$.

Как видим, существует способ превратить предикат в предложение и без замены индивидуальных переменных константами, а путем «связывания» индивидуальных переменных кванторами. В сущности в нашем случае понять это просто, ибо на самом деле выражение « $(\forall x) P(x)$ » является сокращением для « $P(a) \wedge P(b) \wedge \dots \wedge P(k)$ », а выражение « $(\exists x) P(x)$ » — сокращением для « $P(a) \vee P(b) \vee \dots \vee P(k)$ », что в наших примерах оправдано, несмотря на то что множество людей может быть и бесконечным, — индивид полностью задается описанием состояния. Таким образом, связывая переменные квантором, мы неявно указываем на некоторые или все индивидуальные константы.

Но это обстоятельство было замечено еще Пирсом в конце прошлого века, и введение кванторов он мотивировал как раз тем, чтобы не связывать логику с какой-либо концепцией конечного и бесконечного. И дело здесь не только в кванторах.

Изложение идеи определения понятия «истинность» через описание состояния для простоты ограничивается языком с одноместными предикатами, чтобы переход к более сложным подходам к семантике был более естественным. Значительно отличаясь от той редакции, которую эта идея получила у Карнапа, данное изложение по крайней мере согласуется с «классической» концепцией Карнапа.

Соображения, по которым концепция «описания состояния» Карнапа была подвергнута критике Дж. Кемени, можно показать на примере еще одного «дерева».

Пусть нам надо получить перечень чисел, разбивая отрезки числовой прямой на все более мелкие полуинтервалы — сначала от 0 до 1 (так что 1 не входит в полуинтервал), от 1 до 2 и т. д., затем в каждом полуинтервале произвольным образом. Последнее означает, что вначале можно образовать дробь $1/2$, затем — $1/3$, $2/3$; затем $1/4$, $2/4$, $3/4$ и т. д. Неважно, каким образом будут строиться деревья логических возможностей; неважно также, все ли числа в полуинтервале от 0 до 1 попадут в образованный с помощью дерева перечень; важно, чтобы дерево ветвилось до бесконечности. Получим, таким образом, бесконечный перечень

$$x_0, x_1, x_2, x_3, \dots$$

некоторых или всех действительных чисел x в полуинтервале $0 < x \leq 1$ (аналогично для других полуинтервалов).

Теперь представим каждое число в виде бесконечной десятичной дроби; если у нас имеются конечные десятичные дроби (с бесконечно повторяющимся нулем, напр., $0,50000\dots$) — заменим его на бесконечную дробь с повторяющейся девяткой (напр., $0,5$ на $0,4999\dots$). Получим бесконечное множество бесконечных десятичных дробей:

Образуем дробь так, как это указано стрелками: $0, x_{00}, x_{11}, x_{22}, x_{33}, \dots$. Теперь заменим в ней каждую цифру x_{nn} на отличную от нее цифру (так, естественно, чтобы не получилась конечная дробь). В результате от первой дроби эта новая дробь будет отличаться первой цифрой, от второй — второй и т. д. А это значит, что как бы мы ни строили (бесконечные!) деревья логических возможностей, всегда найдется действительное число в полуинтервале, которое не войдет ни в какой пересчет. Множество действительных чисел не просто бесконечно, а несчетно.

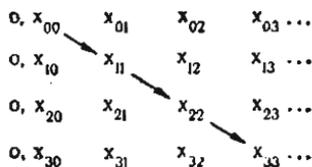


Рис. 5

Таким образом, мы не можем надеяться, что для каждого заданного индивида потенциально возможно определить, к какой сколь угодно малой группе он относится. А значит, мы не можем пользоваться оператором дескрипции и считать, что индивиды заданы путем определений. Даже если бы было задано бесконечное множество возможных миров, все они больше не определяли бы множества всех индивидов.

Можно было бы возразить, что все это — чисто искусственные математические конструкции, в то время как в природе мы всегда имеем дело с конечным числом возможностей. Но такое возражение несостоятельно. Так, определяя траекторию некоторого тела с помощью принципа наименьшего действия, мы рассматриваем (теоретически) бесконечное множество возможных траекторий или пробные, которые бесконечно близки к действительной. Та траектория, на которой некоторая величина («действие») имеет наименьшее значение, как говорят, «избирается природой» в качестве действительной траектории движения. Какое отношение эта теоретическая картина имеет к тому, что в действительности происходит — это еще вопрос открытый. По крайней мере мы должны считаться с соображениями бесконечности самым серьезным образом.

*Обобщение теории «описания состояния».
Определение логического следования*

Приведенные выше определения условий истинности и выполнимости формул неудовлетворительны уже для конечного множества вполне определенных индивидов, так как если мы строим сколь угодно сложные молекулярные формулы (хоть и с конечным числом переменных), то в них может быть более чем один индивид, значит, выполнять их будет уже не один возможный, а два или более возможных миров. Далее, надо было бы оговориться, что число предикатов в молекулярных формулах не должно превышать числа предикатных постоянных в соответствующих классификационных системах («деревах логических возможностей»). Обобщая это требование для любых случаев, мы должны говорить о полумодели для формулы не просто как о возможном мире, в который входит данная формула, а как о любой системе, в которой всем дескриптивным терминам данной формулы могут быть приписаны определенные значения. Например, в первой классификационной системе нельзя найти чего-либо соответствующего молекулярной формуле, в которой будет более чем три различных предиката и более чем 24 индивида, причем предикаты должны быть только одноместными. Иными словами, чтобы система была полумоделью, она должна обеспечивать данной формуле *интерпретацию*. Этому требованию мы не учиты-

вали до сих пор просто потому, что исходили не из произвольных формул, а преобразовывали в модели конкретные операции построения объектов в различных «деревьях».

Далее, поскольку в общем случае мы теперь не можем «остановиться» при движении по дереву логических возможностей «вниз», мы должны иметь дело не с индивидом, а с некоторой *бесконечной последовательностью*, причем самих последовательностей может быть «бесконечно много».

Мы не будем здесь приводить более точное и обобщенное определение выполнимости отдельной формулы, конъюнкции, дизъюнкции, отрицания и импликации, отметим лишь, что везде речь будет идти о выполнимости формул в некоторой бесконечной последовательности.

Существенные трудности возникают при определении выполнимости формул с кванторами, так как теперь нельзя ссылаться на *всех* индивидов. Но можно определять условия выполнимости для формул с квантором всеобщности « \forall », говоря о *любом* (каждом) x . Так, если x — k -й по номеру член некоторой бесконечной последовательности, то формула вида « $\forall x$ A » * выполняется в данной последовательности, если и только если она выполняется в каждой иной бесконечной последовательности, отличающейся от данной, возможно, только приписыванием k -й переменной.

В отличие от семантики, предполагающей конечность или счетную бесконечность множества индивидов, здесь для введения квантора всеобщности достаточно не определения индивида с помощью дескрипции, а *выбор* произвольного индивида — «представителя» класса, удовлетворяющего данному условию. Можно даже ввести кванторы, приняв за основу их определения специальный оператор — «оператор выбора» ϵ , или «эпсилон-оператор». При этом не предполагается известным, как сделать выбор индивида, а лишь то, что такой выбор всегда возможен.

Определение логической истинности и логического следования требует теперь более сложной и вместе с тем более общей концепции выполнимости формулы в полумоделях. Если в некоторой полумодели M всякая бесконечная последовательность выполняет формулу A , то говорят, что A *значима* в данной полумодели M . Если всякая последовательность выполняет формулу A во *всякой* полумодели,

* Выражение, обозначенное здесь как A , может содержать и другие переменные, кроме « x ».

то *A* логически истинна. Из множества формул Γ логически следует *A*, если и только если для каждой полумодели *M* всякая последовательность, выполняющая Γ в *M*, выполняет также и *A* в *M*.

Точного определения понятий мы здесь вводить не будем не только потому, что целью изложения является указание на связь между концепцией «возможных миров» и концепцией «полумоделей». Дело еще и в том, что для точного определения нужно предварительно ввести понятие «модель», принадлежащее к теории алгебраических систем.

Алгебраической системой называется объект, состоящий из трех множеств: непустого множества *A*, множества некоторых операций Ω_F , определенных на множестве *A*, и множества некоторых предикатов Ω_P , заданных на множестве *A*. (Не будем уточнять условий, которым должны удовлетворять операции и предикаты). Алгебраическая система называется *алгеброй*, если множество предикатов пусто, и *моделью*, если множество операций пусто. Так, алгебраическая система

$$U = \langle Z, + \rangle,$$

где *Z* — множество всех целых чисел, $+$ — операция сложения, является алгеброй (применение операции сложения к любой паре целых чисел дает целое число, т. е. элемент множества *Z*). Алгебраическая система

$$B = \langle Z, \leq \rangle,$$

где *Z* — множество всех целых чисел, \leq — предикат «меньше или равно», является моделью (задание предиката \leq для любой пары чисел дает истину или ложь). Другим примером модели является объект

$$U = \langle U, \subseteq \rangle,$$

где *U* — совокупность кругов, \subseteq — отношение между множеством и его правильной частью (« $A \subseteq B$ », значит «*A* есть правильная часть *B*») (Мальцев, 1970).

Такие модели имеются в виду, когда дается определение логической истинности и логического следования, определение (семантическое) дедуктивной системы и такого ее свойства, как непротиворечивость. основополагающими работами А. Тарского в середине 30-х годов были начаты исследования в теории моделей, т. е. теории множеств, снабженных некоторой системой отношений. Примерно

тогда же выдающимся советским математиком А. И. Мальцевым была обнаружена возможность применения математической логики к более классическим областям алгебры. С использованием основных понятий теории моделей, пограничной между алгеброй и математической логикой, и производятся уточнения понятий логической семантики.

Индукция и вероятность

Метатеория дедуктивных наук, или метаматематика, создается для того, чтобы можно было получить точный ответ, является ли соответствующая содержательная теория непротиворечивой и действительно ли каждое ее истинное утверждение является теоремой, т. е. выводимо по некоторым правилам. Цель метатеоретических построений для индуктивных наук очень популярно объяснил Карнап: Мы говорим ученому: «Вы заявляете мне, что я могу положиться на этот закон, делая некоторые предсказания. Как надежно установлен закон? В какой мере заслуживает доверия предсказание?» Сегодня ученый может ответить или не ответить на метанаучный вопрос такого рода в количественных терминах. Но я уверен, что, как только индуктивная логика будет достаточно развита, он сможет ответить: «Эта гипотеза подтверждается в степени 0,8 на основе известных свидетельств» (1971, с. 79).

В индуктивной логике центральным оказывается вопрос об обоснованности общего закона некоторой последовательностью фактов или, что является «оборотной стороной медали», об обоснованности предсказания относительно некоторых фактов общим законом, в частности при условии некоторых свидетельств, или без общего закона, лишь на основе некоторых свидетельств. Индуктивная логика, таким образом, по крайней мере непосредственно связана с теорией вероятностей и математической статистикой.

Прежде, чем пояснять, на основе каких соображений может быть введено понятие истинности и степени подтверждения в индуктивную логику, необходимо сделать одну оговорку. При изложении семантической теории «возможных миров» было сделано отступление от тех текстов, где она изложена в первоначальном виде: в качестве индивида относительно системы рассматривалась не единичная конкретная вещь, скажем, конкретный человек в конкретное

время, а некоторый минимальный класс объектов, полностью определенный соответствующим описанием состояния. Дело, однако, не меняется от того, что мы будем рассматривать в качестве индивида и конкретную вещь, если у нас имеется уверенность, что мы без труда поместим его в нижнюю «клетку» классификационной системы. Более того, даже если деревья логических возможностей бесконечно ветвятся «вниз», мы можем считать такую процедуру потенциально осуществимой, если только множество индивидов счетно бесконечно. Несчетность множества индивидов как раз и означает, что всегда найдутся индивиды, не входящие ни в какие ветви дерева логических возможностей. Поэтому изложенные выше соображения правомерны и при условии, что в качестве индивидов рассматриваются не минимальные классификационные единицы, а конкретные единичные вещи — в случае, если распознавание индивидов и отнесение их к классификационным группам (подмножествам основного множества) предполагается тривиально разрешимой задачей. Так, собственно, и строится теория «описания состояния».

При построении семантики для индуктивной логики уже нельзя говорить о минимальных подмножествах — надо исходить из единичных объектов и приписываемых им свойств, чтобы добраться до общего. Будем поэтому считать, что индивидуальная константа является именем конкретной индивидуальной вещи, а не минимального подмножества.

Пусть у нас имеется множество всех людей, разбитое на подмножества по их росту, цвету волос и полу, и пусть надо определить, с какой вероятностью взятый наугад индивид будет отнесен, скажем, к первому из 24-х «возможных миров». Если никаких дополнительных сведений, кроме «дерева логических возможностей», у нас нет, то можно определить вероятность того, что индивид окажется принадлежащим к одной из имеющихся в классификации групп, равной $1/K$, где K — число возможных миров или описаний состояния; в нашем случае априорная вероятность того, что индивид, взятый наугад, окажется рыжим высоким мужчиной, равна $1/24$. Подобное определение вероятности, исходя из априорной «равновозможности», восходит к Лейбницу и получило название «классического». Оно подвергалось критике в 20-х годах в силу своей оторванности от практики измерений вероятности;

следует отметить, что хотя действительно нет смысла исходить из того, например, что средняя вероятность быть рыжим, высоким и мужчиной для новорожденного равна $1/24$, такой подход к определению вероятности диктуется не априорными в полном смысле слова соображениями, а теми и только теми соображениями, которые положены в основу построения «дерева логических возможностей».

Альтернативный подход к определению вероятности предложен в начале 20-х годов Р. Мизесом и Г. Рейхенбахом. По Мизесу, если S — число всех проведенных независимых испытаний, S_i — число появлений события A при проведенных испытаниях, то вероятность p события A должна быть определена путем предельного перехода:

$$p = \lim_{S \rightarrow \infty} S_i/S.$$

Основываясь на подобных соображениях, Рейхенбах построил многозначную вероятностную логику. Отсылая за пояснением существа «частотной» концепции вероятности и вероятностной логики Рейхенбаха к литературе (Гнеденко, 1961, с. 40—46; Пятницын, 1960, с. 242—244), отметим лишь, что в силу ряда обстоятельств удобнее исходить из аксиоматического построения теории вероятностей на основе идей А. Н. Колмогорова, развитых в 20—30-х годах, и рассматривать индуктивную логику как интерпретацию такой теории.

Пусть имеется множество U объектов произвольной природы, которые назовем *элементарными событиями*. В наших примерах элементарными событиями будут: « x оказался рыжим высоким мужчиной», «событие, заключающееся в том, что выбрана последовательность Ч—Ч—Б—Б» и т. д., — короче говоря, индивиды, определенные некоторой дескрипцией. Рассмотрим некоторую систему F подмножеств множества U . Элементы ее будем называть случайными событиями, предположим также, что относительно структуры F выполняются следующие требования:

- 1) F в качестве элемента содержит множество U ;
- 2) если подмножества A и B множества U входят в F в качестве элементов, то множества $A + B$, AB , \bar{A} и \bar{B} также входят в F в качестве элементов (при этом $A + B$ есть множество элементов, входящих или в A , или в B , или в A и в B ; AB есть множество элементов, входящих

и в A , и в B ; \bar{A} (соответственно \bar{B}) — множество всех элементов U , не входящих в A (соответственно в B), т. е. «все, кроме A » («... кроме B »);

3) разрешено образовывать суммы и произведения сколь угодно большого числа подмножества U , так что если $A_1, A_2, \dots, A_n, \dots$ — подмножества множества U — есть элементы F , то их сумма $A_1 + A_2 + \dots + A_n, \dots$ и произведение $A_1 A_2 \dots A_n, \dots$ также являются элементами F .

Рассматривается, таким образом, некоторая алгебра, так называемая « σ — алгебра событий». Отметим, что поскольку в F входит в качестве элемента U , то согласно (2) в него входит также \bar{U} , или пустое множество. Если в A и B не входят общие элементы, то события A и B назовем *несовместимыми*. События A и \bar{A} называются *противоположными*, случайное событие U — *достоверным* событием, случайное событие \bar{U} — *невозможным* событием.

Введем теперь некоторое число — меру случайного события, руководствуясь следующими аксиомами:

1) Каждому случайному событию A из множества F поставлено в соответствие неотрицательное число $P(A)$, называемое его вероятностью.

2) $P(U) = 1$.

3) Если события A_1, A_2, \dots, A_n попарно несовместимы, то

$$P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n).$$

Отметим несколько следствий из этих аксиом.

Поскольку $P(U) = P(\bar{U}) + P(U)$, то вероятность невозможного события равна нулю.

Для любого события

$$P(\bar{A}) = 1 - P(A).$$

Для произвольных событий A и B

$$P(A + B) = P(A) + P(B) - P(AB).$$

Чтобы перейти к (вероятностной) логике, нужно дать соответствующую интерпретацию алгебре событий, построив модели для соответствующих операций. При этом принимается «основное допущение», являющееся реализацией принципа объемности: любым двум эквивалентным предположениям приписывается одна и та же вероятность (Кемени и др., 1965, с. 162).

Каждому элементу a (элементарному событию) множества U поставим в соответствие предложение p , которому припишем в качестве его вероятности некоторое положительное число $P(p)$, равное вероятности $P(a)$. Предложение p есть дескрипция индивида, так что все дескрипции попарно несовместимы. Очевидно, что сумма вероятностей всех дескрипций («возможных миров») равна 1.

Вероятность предиката может быть определена аналогично. Вероятность $P(F(x))$ предиката $F(x)$ равна сумме вероятностей предложений p_1, p_2, \dots , являющихся результатами подстановки индивидуальных констант вместо индивидуальной переменной.

Элементами множества F («поля событий») являются также произвольные подмножества множества U , их суммы, произведения и противоположные элементы. Нетрудно показать, что сумме случайных событий из F будет соответствовать дизъюнкция их моделей в множестве F^* , произведению случайных событий — конъюнкция соответствующих предложений, событию, противоположному данному событию — отрицание соответствующего предложения в множестве F^* , где F^* — модель множества F .

Введя переменные, мы можем строить сколь угодно сложные логические формулы и оценивать их вероятность в данном множестве F^* . При этом оказывается, что логически истинные формулы, поскольку они выполняются при любых подстановках значений переменных, эквивалентны дизъюнкции всех описаний состояния, и таким образом им приписывается одинаковая вероятность, равная 1. Иными словами, логически истинная формула есть достоверное событие. Логически ложная формула есть невозможное событие, и ей приписывается вероятность 0.

Отметим, что эквивалентность логических истин достоверному событию U не означает, что одних логических истин достаточно для определения класса возможных индивидов относительно каждого дерева логических возможностей. Это означает лишь, что совокупность логических истин определяет любое множество, в том числе и каждое конкретное множество U . Тем более выходит за рамки логики вопрос, каким образом каждому конкретному предложению p приписывается определенная вероятность; необходимо лишь, чтобы сумма всех вероятностей не превышала единицы.

Поскольку дизъюнкция (логическая сумма) всех предложений, соответствующая достоверному событию U , эквивалентна классу логически-истинных предложений, и, с другой стороны, логически ложные предложения эквивалентны невозможному событию, понятия «логически истинный» и «логически ложный» приобретают несколько расширительное значение. На самом деле ни из какой логики не следует, например, что конъюнкция « x брюнет и x шатен» ложна. Более того, из логики следует, что «шар черный и шар черный и шар белый и шар белый» эквивалентно «шар белый и шар белый и шар черный и шар черный» — здесь, как и в арифметике, от перестановки мест слагаемых сумма не меняется, однако в приведенном примере эти перестановки как раз и образуют различные возможные миры. Можно все же надеяться, что соответствующие правила образования классификационных групп каждый раз будут четко сформулированы и присоединены к правилам логики.

Что же касается приписывания вероятностной меры отдельным предложениям, то ясно, что оно опирается только на эмпирические данные и никакими доопытными условиями определено быть не может. В этом смысле любая индуктивная теория существенно неполна.

От утверждений относительно вероятности случайных событий легко перейти к утверждениям относительно вероятности предложений. Так, для любого предложения p :

$$P(\neg p) = 1 - P(p).$$

Для предложений p и q :

$$P(p \vee q) = P(p) + P(q) - P(p \wedge q),$$

или, если в p и q не входят общие части:

$$P(p \vee q) = P(p) + P(q).$$

Вычисление вероятности гипотезы h при условии благоприятного свидетельства e оказывается перефразировкой теории условных вероятностей, т. е. вероятности события при дополнительном условии, что произошло некоторое другое событие с заданной положительной вероятностью. И вообще вся «вероятностная логика» оказывается интерпретацией аксиоматического построения теории меры, определенной на борелевских телах множеств. Это обстоятельство и радует логику, так как теория индукции получает мощный математический аппарат, и удручает: неясно, имеет ли в таком случае теория логическое содержание.

Попытки ввести в теорию индукции собственно логическое содержание были сделаны Карнапом в работах 40-х годов. Карнап рассматривал системы с не более чем счетным множеством индивидов и конечным множеством одноместных предикатов, основываясь на теории описания состояния.

Вспомогательным средством для построения семантики индуктивной логики является у Карнапа понятие Q -предиката — некоторого предиката, эквивалентного конъюнкции, в которую входят один раз все предикаты данного языка, т. е. либо каждый из предикатов, либо его отрицание, но не то и другое вместе. Так, для конъюнкции предикатов (пропозициональных функций) « x высокий и x блондин и x мужчина» строится Q -предикат, имеющий значение «истина» тогда и только тогда, когда истинна указанная конъюнкция; неважно, какой он имеет смысл — предположим, это будет выражение «истина-восьмиугольный (x)», но поскольку оно логически эквивалентно конъюнкции приведенных предложений, мы можем приписывать ему и смысл слов «высокий и блондин и мужчина (x)». Иными словами, каждый Q -предикат эквивалентен некоторому описанию состояния, дизъюнкция всех Q -предикатов эквивалентна полному описанию состояния, и мера ее вероятности равна 1.

Далее вводится понятие *логической ширины* предиката. Логическая ширина предиката w равна числу описаний состояния, в которые входит данный предикат. Так, для предиката «высокий» $w = 8$, для предиката «рыжий» $w = 6$, для предиката «мужчина» $w = 12$. Каждый предикат эквивалентен дизъюнкции всех описаний состояния или всех Q -предикатов, в которые он входит. Легко видеть, что дизъюнкция всех описаний состояния, в которые входит предикат «рыжий (x)», истинна, если x действительно рыжий; если же x оказался не рыжим, то каждая конъюнкция, в которую входит «рыжий (x)», окажется ложной (конъюнкция ложна, если хотя бы один член ее ложен), а следовательно, ложной будет и их дизъюнкция (для истинности дизъюнкции необходимо и достаточно, чтобы истинным был хотя бы один ее член).

Далее вводится понятие *относительной логической ширины*. Относительная логическая ширина равна w/k , где k — число всех возможных миров (описаний состояния), эквивалентных им Q -предикатов). Если число

возможных миров, в которые входит некоторый предикат, или его логическая ширина, равны K , то относительная логическая ширина такого предиката равна единице. Относительная логическая ширина логически-истинных предложений и полного описания состояния равны единице. Относительная логическая ширина таким образом совпадает с «логической вероятностью», т. е. вероятностью при предположении, что все описания состояния равновозможны.

Исходя из этих определений, Карнап строит одну из возможных функций подтверждения — так называемую c^* -функцию. Если h — некоторая гипотеза, e — ей благоприятствующие факты, S — общее число проведенных испытаний, S_i — число результатов испытаний, благоприятствующих гипотезе, ω_i — логическая ширина предложения, выражающего гипотезу, k — число возможных миров, то

$$c^*(h, e) = (S_i + \omega_i)/(S + k).$$

Смысл введения c^* -функции заключается в следующем. Предположим, никакие испытания не производились, и $s = s_i = 0$. Тогда c^* -функция равна ω/k , или логической вероятности при предположении, что все описания состояния равновозможны. Предположим далее, что неизвестна относительная логическая ширина предложения или что число S всех проведенных испытаний несоизмеримо велико по сравнению с k , а число благоприятных исходов S_1 — по сравнению с ω . В обоих этих случаях можно считать и ω и k ничтожно малым или равным нулю. Тогда c^* -функция получает вид простого правила S_1/S , согласно которому вероятность обнаружения у индивида некоторого свойства равна относительной частоте появления данного свойства при достаточно большом числе испытаний.

Возможны и другие способы построения функций подтверждения, и, более того, нельзя указать способ, при помощи которого все мыслимые функции подтверждения перечислимы.

Из теории прямо следует, что при условии, что множество индивидов бесконечно, степень подтверждения гипотезы, говорящей обо всех индивидах и опирающейся на конечное число благоприятных испытаний, равна нулю. Поскольку такой пессимистический вывод противоречит практике науки, знающей массу случаев отлично обоснованных эмпирических закономерностей, Карнап попытался смягчить этот вывод, заменяя подтверждение для всех

случаев подтверждением для каждого отдельного случая. Построенная им c^* -функция для такого подтверждения не содержит указания на число всех индивидов, и поэтому она больше нуля, а при возрастании объема испытаний до бесконечности даже стремится к единице. Но все же и в этом случае никакое подтверждение не может дать окончательного решения вопроса в пользу эмпирически обосновываемого закона, и универсальные высказывания оцениваются лишь с большей или меньшей долей вероятности. Действительно ли таковы особенности эмпирических наук или это недостаток индуктивной логики — данный вопрос выходит за рамки возможностей самой логики.

Даже если многих зарубежных логиков в силу их симпатий к агностицизму устраивает такой общий вывод, они не могут не видеть неудовлетворительности общей теории индуктивных наук в другом отношении. Выше предполагалось, что в качестве индивида относительно любого дерева логических возможностей рассматривается конкретное индивидуальное событие или конкретная вещь, так как переход от утверждений об индивиде к утверждению о минимальном классе индивидов тривиально прост. Так, говоря о некотором Иванове Иване Ивановиче, что он — блондин среднего роста, мы не испытываем никаких принципиальных затруднений, потому что, указывая на класс блондинов среднего роста, мы имеем в виду конкретных Ивановых, Петровых и т. д. Совсем другое дело в эмпирических науках. Хорошо подтвержденное опытами положение теории о том, что масса ядра не равна сумме масс составляющих ядро нуклонов (протонов и нейтронов), не может быть соотнесено не только к наблюдениям масс, являющихся предметами, а некоторыми величинами, вычисляемыми теоретически, но и к нуклонам, непосредственно в опыте ненаблюдаемым. Метатеория эмпирических наук должна была бы описать на языке логики не только процесс подтверждения общих законов вплоть до получения полной уверенности, что в рамках данной теории данный закон справедлив; необходимо было бы еще описать в терминах логики процедуру введения хоть самых примитивных теоретических терминов на основе данных наблюдения и эксперимента. Пока перспектив решения этой задачи не видно.

В последнее время делаются успешные попытки построить семантику логики эмпирических наук на основе модальных

логик, в которых будет сказано ниже. Однако трудности, связанные с обоснованием универсальных высказываний (общих законов) и введенным теоретическим термином, не разрешены и на такой основе (Ледников, 1969).

«Новое знание»

и семантическая информация

После появления математической теории информации возникла возможность измерения количества «нового знания», несомого тем или иным текстом. Правда, понятие «информация» в том виде, как оно было введено К. Шенноном в 40-х годах, не вполне соответствует смыслу, который обычно вкладывается в слова «новое знание». Так, определенное количество информации, несомой отдельной буквой, противоречит интуиции, склонной относить информацию лишь к осмысленной последовательности букв или звуков. Однако поиски адекватного выражения в теории информации того понятия, которое вкладывается в слова «новое знание» и которое отождествляют с так называемой *семантической* информацией, основаны на идеях теории Шеннона.

Информация, несомая некоторым предложением, рассматривается как мера «степени неожиданности» события, о котором говорится в предложении: чем более неожиданным является событие, тем больше информации оно несет. Естественно рассматривать информацию, содержащуюся в предложении, как функцию вероятности этого предложения, причем информация возрастает при уменьшении вероятности и равна нулю для достоверного события (предложения, говорящего о достоверном событии). Если вероятность стремится к нулю, то информация стремится к бесконечности; «бесконечную информацию» можно понимать как «сообщение» обо всем, что угодно, а поскольку в логике принимается, что из ложного высказывания следует все, что угодно, то естественно говорить, что логически ложные предложения несут неопределенную информацию или не несут никакой информации.

В теории информации принимается логарифмическая мера количества информации. Если $P(p)$ — вероятность предложения p , то $I(p)$, или количество информации, полученной, если p оказалось истинным, определяется следующим образом:

$$I(p) = \log \frac{1}{P(p)} = -\log P(p).$$

Для предложения, соответствующего достоверному событию, вероятность $P(p)$ равна 1. Для любого числа логарифмом, или показателем степеней, в которую надо возвысить данное число, чтобы получить 1, есть 0, и, таким образом, для предложения, соответствующего достоверному событию, количество информации равно нулю. Будем называть *аналитически истинным* каждое предложение, эквивалентное достоверному событию (полному описанию состояния). В частности, аналитически истинным является каждое логически-истинное предложение или закон логики. В таком случае аналитически-истинные предложения не несут никакой информации, и вполне оправданно применение к ним введенного Виттгенштейном термина «тавтология».

«Новое знание» с этой точки зрения несут исключительно предложения, истинные *фактически*, т. е. не в силу языковых соображений, а в силу того, как оказалось «на самом деле». При этом чем более достоверным является предложение, утверждающее нечто в качестве универсального закона, тем меньше информации оно несет.

Таковы идеи семантической теории информации, которые положены в основу концепции, развитой Карнапом и его учеником Бар-Хиллелом. В последнее время интересное для логики развитие теории информации получила в работах Я. Хинтиikka. В целом, однако, принципы построения теории информации остались у Хинтиikka те же, что и у Карнапа — Бар-Хиллела.

Такие представления противоречат в целом ряде случаев нашей интуиции, ибо с этой точки зрения оказывается, например, что если некто знает аксиомы геометрии и правила получения теорем, то тем самым он уже знает и всю геометрию. Поскольку теория семантической информации применяется в практике информационной работы, приходится вводить в нее более или менее искусственные поправки. Теоретические, однако, основы ее согласуются с изложенным выше.

Проблемы семантики многозначных и модальных логик

Самая общая характеристика семантических проблем «неклассических» логик будет приведена прежде всего для того, чтобы лучше уяснить, в чем заключаются собственно семан-

тические проблемы и, следовательно, их философская интерпретация.

Построение логического языка предполагает, во-первых, построение некоторой логической системы, во-вторых, указание ее интерпретации. В чем состоит построение логической системы — более или менее понятно: необходимо задать список употребляемых знаков (символов), определить, какие последовательности знаков считаются правильно построенными формулами, выбрать несколько исходных формул и объявить их аксиомами (или построить несколько аксиомных схем, при подстановке в которые знаков логической системы будет получаться бесконечное множество аксиом), задать правила преобразования, с помощью которых из аксиом можно получать «чисто механическим» путем, т. е. не привлекая никаких иных соображений, кроме правил, другие правильно построенные формулы — теоремы. Принято считать, что языком логической системы становится только тогда, когда указана ее интерпретация, т. е. заданы правила соотнесения правильно построенных формул системы с объектами из множества значений правильно построенных формул. Это и понятно: ведь надо не просто выбрать несколько формул и «объявить» их аксиомами — необходима уверенность в том, что эти формулы истинны при любых подстановках переменных. Другие требования к логическим системам — непротиворечивость системы аксиом, ее полнота и невыполнимость — также должны иметь содержательное оправдание, хоть бы для них и был подыскан синтаксический эквивалент.

Выражения логической системы принадлежат к *языку-объекту*; когда формулируются правила образования и преобразования, мы объясняем, пользуясь *метаязыком* (т. е. языком, на котором говорим о языке-объекте), что имеется в виду. Тем не менее понятно, что задание *синтаксиса* языковой системы означает задание *структуры языка*. Не так понятно обстоит дело с семантикой. Семантику языка образуют объекты, именуемые значениями выражений языка. Но задать семантику — это значит не просто задать множество объектов, а еще и указать правила соотнесения выражений с этими объектами, в частности указать категорию языковых выражений. Иными словами, семантическая теория формулируется в метаязыке и является частью *метатеории* логического языка. По аналогии вполне

оправданно говорить о синтаксисе языка или его структуре, принадлежащему самому языку, и *синтактике* как метатеории синтаксиса, принадлежащей метаязыку.

Но в метаязыке не только задаются правила соотнесения правильно построенных формул языка с их значениями, а также и объясняется, что вообще имеется в виду при построении логического языка. Иными словами, помимо указания на правила интерпретации, в метаязыке дается или может быть дано *содержательное истолкование* цели формализации, характера принимаемых абстракций и получаемого результата и т. д. Очень часто такие объяснения относятся к семантике данного языка. Это по крайней мере спорно. Истолкование может оказаться ошибочным или вообще отсутствовать, а семантические объекты и правила соотнесения с ними языковых выражений могут быть указаны точно, и при этом все семантические понятия могут иметь точный синтаксический эквивалент. Поэтому мы впредь будем различать построение семантики для логического языка, с одной стороны, и содержательную оценку или объяснение смысла формализации — с другой стороны. Это и будет проиллюстрировано на семантических проблемах «неклассических» — модальных и многозначных — логик.

Пусть дано множество U элементарных событий, алгебра событий F и множество F^* предложений, эквивалентных соответствующим событиям. Каждое предложение из F^* может быть отнесено:

либо к множеству предложений, эквивалентных U , т. е. эквивалентных достоверному событию, либо к множеству предложений, эквивалентных \bar{U} , то есть эквивалентных невозможному событию, либо к множеству предложений, выполнимых (возможных, вероятных) при некоторых, не зависящих от правил построения системы F (соответственно F^*) условиях, или эквивалентных некоторым (но не всем) элементарным случайным событиям из U .

Так, интерпретируя выражение « $p \vee q$ » на предложениях одного из наших примеров (и помня, что позволено вводить Q -предикаты), можно получить такие предложения:

« x — высокий блондин среднего роста или x — низкая рыжая шатенка», ложное во всех возможных мирах,

« x — мужчина или x — женщина», истинное во всех возможных мирах,

«х — высокий блондин или х — шатенка среднего роста», истинное в точности в двух возможных мирах.

Нельзя ли выразить утверждение «возможно р» на языке логики? В самом простом случае это было бы простой перефразировкой обычного исчисления предложений (такой вид получает модальная логика, в частности, у Карнапа). Можно считать, что пропозициональная переменная получает одно из трех значений — «истинно», «ложно» «возможно» (И, Л, В). Если при этом учесть, что вместо пропозициональной переменной подставляются не только сложные формулы, но и предложения, соответствующие некоторым элементарным событиям или говорящие нечто об единичных конкретных индивидах, то это будет означать, что мы не обязательно требуем, чтобы каждое предложение было либо истинно, либо ложно; таков пример, который разбирает еще Аристотель — «возможно, морское сражение состоится завтра и, возможно, морское сражение не состоится завтра».

Исходя из таких соображений (являющихся содержательными истолкованиями, а не семантикой в нашем понимании), Я. Лукасевич построил в 1920 г. *семантику* для трехзначной логики, определив значения отрицания и импликации следующим образом:

$\neg p$		$p \supset q$			
p	$\neg p$	p	q		
			И	Л	В
И	Л	И	И	Л	В
Л	И	Л	И	И	И
В	В	В	И	В	И

Понятие «возможность» находит здесь чисто семантическое выражение. При этом оказалось, что можно построить удовлетворяющую этим семантическим таблицам систему аксиом, вовсе не используя какой-либо эквивалент слову «возможно» в исходных символах логической системы, т. е. пользуясь лишь словарем классической логики.

Трехзначная логика Гейтинга отличается от модальной логики Лукасевича в одном пункте: отрицанием В является Л (соответственно (В-Л) имеет значение Л, а не В, как у Лукасевича). Это означает, что класс тавтологий опреде-

ляется иначе, и соответственно аксиоматика имеет другой вид. Соображения, по которым эта семантика построена, относятся скорее к философии и методологии математики и основываются на одной из основных идей интуиционистского направления в метаматематике: закон исключенного третьего может применяться только в той части математических рассуждений, которые не выходят за пределы конечных математических систем. Эти содержательные соображения были выдвинуты интуиционистами задолго до построения интуиционистских логических систем, когда в принципе отвергалась даже возможность логик, соответствующих «математической интуиции».

Согласно Колмогорову, предожения можно понимать как формулировки (математических) задач, так что формулы логики могут получить такое истолкование: p (пропозициональная переменная) — «решить задачу p »; $\neg p$ — «приняв p , приходи к противоречию»; $p \vee q$ — «решить задачу p или решить задачу q »; $p \wedge q$ — «решить задачу p и решить задачу q »; $p \supset q$ — «сведи решение задачи q к решению задачи p ».

Соответственно утверждение p означает содержательно, что p доказано (задача p решена), утверждение $p \supset q$ — что задача q сводится к задаче p , и т. д.

Такое истолкование имело важные последствия в развитии логики и математики, в некотором смысле предвосхищая даже открытие через несколько лет А. Черчем теоремы об отсутствии общего алгоритма доказательства истинности или ложности некоторого класса формул исчисления предикатов. Надо, однако, отметить, что формально система Гливенко и современная конструктивистская логика (Марков, Шанин) эквивалентны интуиционистским системам и удовлетворяют одним и тем же семантическим требованиям. Концепция Колмогорова является, строго говоря, не столько семантикой, сколько содержательным истолкованием логических систем без закона исключенного третьего.

Упомянутые выше логические системы с трехзначной семантикой не требуют для аксиоматического описания словаря, отличного от словаря классической логики. Но понятия «возможно» и «необходимо» могут быть и явным образом введены в исходный терминологический базис логической системы (при этом достаточно ввести один из этих терминов, ибо «необходимо p » можно определить через понятие «возможно» — «невозможно не- p »). Введенные

В словарь логики модальных операторов «необходимо» и «возможно» (в дальнейшем будем обозначать их « \square » и « \diamond ») обязательно требует более чем двузначной семантики, так как иначе нельзя выразить разницы между « p » и « $\neg p$ ». Такова, в частности, система модальной логики Я. Лукасевича 1953 г.; она требует четырехзначной матрицы истинности. Характерно, что при всей прозрачности семантики для этой системы в ней остается содержательно неистолкованным различие между двумя видами возможности, формально различаемыми и обозначаемыми Лукасевичем как M и \mathcal{M} (перевериутое M).

Лукасевич строил свои модальные системы таким образом, чтобы в некотором смысле в них сохранялись классические пропозициональные исчисления. Большинство же модальных систем построено в качестве некоторого анти-тезиса классическим исчислениям, так как с точки зрения их авторов последние неадекватно описывают реальный процесс логического следования. К числу тождественно истинных формул классической логики относится формула $p \supset (q \supset p)$,

которая становится «парадоксальной» при подстановке конкретных предложений вместо переменных, например: «если Петр блондин, то если Петр брюнет, то Петр блондин». (Слово «парадоксальный» взято в кавычки, так как ни к каким парадоксам внутри теории такое несоответствие интуиции не ведет). С целью приближения к естественным представлениям о следовании построено много систем, даже беглый обзор которых здесь невозможен. Семантики для части систем подобного рода предложены недавно С. Крипке и Я. Хинтикка. Чтобы пояснить идею этих семантик, уместно начать с семантики для интуиционистской логики.

Пусть $\langle G, R, \vDash \rangle$ — пропозициональная интуиционистская модель; G есть непустое множество, R — транзитивное рефлексивное отношение на нем, \vDash (читается условно «вынуждает») — отношение между элементами G и формулами, удовлетворяющее следующим условиям:

для каждого $\Gamma \in G$

P0. если $\Gamma \vDash A$ и $\Gamma R \Delta$, то $\Delta \vDash A$ (где A — атомарная формула);

P1. $\Gamma \vDash (X \wedge Y)$, если и только если $\Gamma \vDash X$ и $\Gamma \vDash Y$

P2. $\Gamma \vDash (X \vee Y)$, если и только если $\Gamma \vDash X$ или $\Gamma \vDash Y$

P3. $\Gamma \vDash \neg X$, если и только если для всех $\Delta \in G$ таких, что $\Gamma R \Delta$, $\Delta \not\vDash X$.

P4. $\Gamma \models (X \supset Y)$, если и только если для всех $\Delta \in G$ таких, что $\Gamma R \Delta$, если $\Delta \models X$, то $\Delta \models Y$.

Формула X значима в модели $\langle G, R, \models \rangle$, если для всех $\Gamma \in G$, $\Gamma \models X$. Формула общезначима, если она значима во всех моделях.

Лучше всего для объяснения смысла этих построений процитировать целый параграф из книги М. Фиттинга, ставшей уже, видимо, классической: «Пусть $\langle G, R, \models \rangle$ есть модель. G рассматривается как собрание возможных миров, или, точнее говоря, состояний познания. Отдельное Γ в G может рассматриваться как собрание (физических) фактов, известных в данное время. Отношение R представляет (возможное) следование во времени. Это значит, что если даны два состояния познания Γ и Δ в G , сказать $\Gamma R \Delta$ — это сказать: если мы сейчас знаем Γ , возможно, что позже мы будем знать Δ . Наконец, сказать $\Gamma \models X$ — это сказать: зная Γ , мы знаем X , или: из собрания фактов Γ мы можем вывести истинность X .

Согласно этой интерпретации условие P3 предыдущего параграфа, например, может быть интерпретировано следующим образом: из фактов Γ мы можем вывести $\neg X$, если и только если ни из каких дополнительных фактов мы не можем вывести X .

Мы можем заметить, что согласно этой интерпретации представляется приемлемым, что если $\Gamma \models X$ и $\Gamma R \Delta$, то $\Delta \models X$, то есть если из некоторого объема информации мы можем вывести X , то, получив дополнительную информацию, мы по-прежнему сможем вывести X ; или если мы в некоторое время знаем, что X истинно, то в последующее время мы по-прежнему будем знать, что X истинно. Мы потребовали, чтобы это выполнялось только для случая автоматного X , но это может быть расширено на другие случаи» (Фиттинг, 1969, с. 21).

Может быть, однако, поставлена под сомнение ясность отношений между возможными мирами. Пусть μ — некоторый возможный мир в модальной системе Ω ; тогда условия истинности формулы $\diamond F$ (« F возможно») можно определить следующим образом:

если $\diamond F \in \mu \in \Omega$, то имеется в Ω по крайней мере одна альтернатива μ , которая содержит F .

Оговорка по поводу альтернативы излишня в классической теории описания состояния; как отметил Хинтикка, «наше единственное отклонение от традиционной идеи

заключается в отрицании предположения, что все возможные миры находятся на одном уровне (are on a par). Мы предположили, что не каждый возможный мир (скажем, P) реально является альтернативой данному возможному миру (скажем, Q) в том смысле, что он может быть реализован вместо Q . Более того, мы предположили, что только подлинные альтернативы имеют значение» (Хинтикка, 1969, с. 67).

Называя миры возможными, мы предполагаем не то, что они возможны по отношению друг к другу; наоборот, друг друга они, как правило, исключают. Возможные миры возможны по отношению к некоторому множеству предложений, в котором выражены уже имеющиеся знания; например, возможные последовательности выбора черных и белых шаров суть возможные миры по отношению к тому факту, что в ящике четыре шара, черных и белых поровну, и вынимать надо по одному. Будем исходить из того, что нам неизвестно для двух произвольных линейно упорядоченных множеств предложений, являются ли они альтернативными возможностями. Если же установлено, что возможные миры альтернативны, то заранее неясно, каковы свойства альтернативности, т. е. каковы отношения альтернативных миров.

Можно рассмотреть различные комбинации свойств рефлексивности, симметричности и транзитивности. Напомним, что для объектов a, b, c отношение $R(a, b)$ рефлексивно, если выполняется условие $R(a, a)$; транзитивно, если выполняется условие: если $R(a, b)$ и $R(b, c)$, то $R(a, c)$; симметрично, если выполняется условие: если $R(a, b)$, то $R(b, a)$.

Пусть отношение между альтернативными мирами рефлексивно. Очевидно, что это самое минимальное (слабое) требование, так как трудно представить себе, чтобы оно не выполнялось*. Содержательно требование рефлексивности может быть выражено в виде условий:

- 1) Если $\Box p$ в W_i , то $p \in W_i$.
- 2) Если $\Diamond p$ в W_i , то существует по меньшей мере один альтернативный возможный мир W_j такой, что $p \in W_j$.
- 3) Если $\Box p$ в W_i , и если W_i есть альтернатива W_j , то $p \in W_j$.

* Это условие не выполняется, однако, в деонтических логиках, где « p » обозначает выполняемое действие: из того, что действие необходимо выполнять, не следует, что оно выполняется.

Аксиоматическая система, удовлетворяющая этим требованиям, может быть построена следующим образом (система Т. Геделя; построенная Г. Х. фон Вригтом система M ей эквивалентна): В качестве базиса берется классическое пропозициональное исчисление и к нему добавляется правило вывода (если доказано p , то доказано $\Box p$) и две аксиомы:

$$1) \Box(p \supset q) \supset (\Box p \supset \Box q);$$

$$2) \Box p \supset p.$$

Потребуем теперь, чтобы отношение альтернативности удовлетворяло также требованию *транзитивности*, что содержательно выразим в следующем условии:

3) Если $\Box p \in W_i$ и если W_i есть альтернатива W_j , то $\Box p \in W_j$.

(Условие (3) при этом выполняется автоматически).

Чтобы выполнить это семантическое условие, необходимо и достаточно дополнить предшествующую систему аксиом аксиомой

$$4) \Box p \supset \Box \Box p.$$

Полученная система является аксиоматизацией геделевского типа системы модальной логики $S4$ К. Льюиса.

Наконец, потребуем дополнительно, чтобы отношение альтернативности удовлетворяло требованию *симметричности*, что выразим в условии:

5) Если $\Box p \in W_i$ и если W_i есть альтернатива W_j , то $\Box p \in W_j$.

Иными словами, теперь не только каждая формула, необходимая в данном W_i , оказывается необходимой в его альтернативе W_j , но и, наоборот, каждая формула, необходимая в W_j , необходима также в W_i . Этому семантическому условию соответствует присоединение аксиомы (3*):

$$3^*) \Diamond p \supset \Box \Diamond p.$$

Полученная система является аксиоматизацией геделевского типа системы модальной логики $S5$ К. Льюиса.

Таковы известные свойства некоторых модальных систем, которые удалось очень красиво систематизировать благодаря методам Крипке и теории модельных множеств Хинтиikka.

Семантика Крипке и семантика Хинтиikka являются семантиками в собственном смысле этого слова, а не просто

истолкованиями. Что касается истолкований, то вопрос о приемлемости каждой из систем модальной логики остается неопределенным. С точки зрения Лукасевича, наиболее близкой к интуиции является его четырехзначная модальная логика. С точки зрения Карнапа наиболее близкой к интуиции является система Льюиса $S5$. Уверенно можно утверждать, что ни одна из систем Льюиса полностью не решила задач, которые ставил перед собой их создатель, так как вместо «парадоксов» материальной импликации позволяет строить «парадоксы» строгой импликации. В этом отношении более совершенными являются системы, построенные Аккерманом и усовершенствованные Андерсоном и Белнапом; эти последние, а также система «абсолютного исчисления предикатов» (Смирнов), свободны от «парадоксов». Но для этих «хороших» систем пока не существует семантик.

Поиски семантик для модальных логик часто основываются на понятии «вынуждения» принять некоторую формулу (англ. «forcing»). Идея «форсинга» вытекает из семантических построений для классической и интуиционистской логики голландского математика Э. Бета и использована впервые в технических целях П. Коэном. Но она может быть использована также и для очень широкого содержательного истолкования существа логических построений, что показал на примере интуиционистской логики польский математик А. Г. Гжегорчик (1964).

Существует большое число логических систем иного типа, для которых нет сейчас удовлетворительных семантик. В частности, сознательно избегает семантических образований при построении систем «сильного следования» А. А. Зиновьев, так как стремится свести все содержательные истолкования непосредственно к синтаксису.

Современная логическая семантика исторически началась с критики Фреге представлений традиционной формальной логики об аналитических и синтетических истинах. По своему характеру это была критика скорее техническая, чем философская. Представления о том, что «понятие предиката содержится в понятии субъекта» или «не содержится в понятии субъекта», на которых основаны данные Кантом определения аналитической и синтетической истинности, не удовлетворяли Фреге потому, что не указывали точного критерия аналитичности.

С помощью семантических и синтаксических средств

такие точные критерии построены для многих формализованных языков. При этом логике пришлось довольно свободно оперировать понятием «истина», умышленно не задумываясь о высоком значении этого слова и сводя его содержание к некоторому «объекту» среди множества других безликих «истинностных значений», возможно, бесконечного. Сознательно или стихийно логик и математики при этом исходили из того, что употребление слова «истина» по крайней мере не должно противоречить убеждению огромного большинства людей в том, что истина или правда — это соответствие знаний тому, что есть на самом деле. И все же такое истолкование в рамках логики непосредственно возможно лишь для некоторого предельного случая, а именно случая, когда предложения непосредственно говорят о явлениях внешнего мира. Когда же логика оценивает истинностное значение сложных предложений с выражениями «если..., то...», «или» и т. д. («функториальные предложения»), понятие «истина» неизбежно обобщается. Это дало повод Лукасевичу сказать: «Проблема Канта (т. е. проблема: как возможны истинные синтетические суждения а priori? — М. П.) теряет свою значительность и должна быть заменена гораздо более важной проблемой: каким образом возможны истинные функториальные предложения?» (1959, с. 191).

Этот вопрос имеет и логико-семантическую, и теоретико-познавательную сторону. С философской точки зрения он может пониматься так: в каком смысле являются истинными аналитические предложения логики и математики? Поскольку же многие законы природы сформулированы на математическом языке и имеют вид «функториальных предложений», то вопрос этот оказывается частью большого вопроса об объективном содержании утверждений естественнонаучных теорий, сформулированных на математическом языке и непосредственно не соотносимых с наблюдаемыми процессами или явлениями.

Можно привести аналогию между обобщением понятия «истина» в логике и обобщением понятия «пространство» в математике и физике: так называемое гильбертово пространство есть некоторое бесконечно-мерное многообразие, оно является естественным обобщением «евклидова пространства», но если вопрос об объективном статусе предельного случая — евклидова пространства — представляется ясным, то в каком смысле пространством

является бесконечно-мерное многообразие, предстоит еще выяснить.

Существенно, что важным средством обобщения понятия «истина» в логической семантике является понятие «возможных миров». Это понятие также имеет сейчас гораздо более абстрактное содержание, чем представлялось логикам, введшим его в семантику. Но, возможно, именно на примере этого понятия в его историческом развитии удобнее всего показать взаимосвязь «чисто» логической и философской проблематики.

Лукасевиц считал, что поставленный им вопрос должен быть исходным пунктом как новой логики, так и «новой философии». Сопоставление новых вопросов или по крайней мере новых логических формулировок вопросов с философской традицией необходимо не только для того, чтобы оценить возможности логики и значение полученных ею результатов. Это необходимо прежде всего для того, чтобы «новая философия» не повторяла старых ошибок.

2. ИСТОРИКО-ФИЛОСОФСКОЕ ОТСТУПЛЕНИЕ

Идеи семантики «возможных миров» восходят к Лейбницу и через него к Платону и Аристотелю. Во всех этих системах концепция логической возможности естественно соединялась со всей совокупностью философских воззрений их авторов, на каждом этапе развития философии по-своему. Не претендуя на полноту и всесторонность изложения, обратимся к истории философии с единственной целью: на хорошо известном материале рассмотреть связь логических проблем с традиционными общими проблемами философии, в частности общими проблемами философии культуры (философии истории). Это целесообразно и в связи с частыми апелляциями к прошлому в современной философской жизни и прежде всего для оценки недавних позитивистских попыток решительно избавиться от так называемой философской метафизики.

Платон и Аристотель

Как известно, уже элеаты и пифагорейцы занимались логическим анализом парадоксов, очень похожих на те, из анализа которых выросла современная метаматематика. Платон стремился создать общие представления, на основе

которых решались бы трудности и собственно логические, и морально-этические. Противоречия, возникающие при анализе понятий единого и многого, движения и покоя, добра и зла для Платона — частный случай противоречий, возникающих при анализе высоких абстракций вообще. Когда мы говорим «железо» или «серебро», отмечает он в диалоге «Федр», «то разве мы не мыслим все одно и то же», когда — «справедливость» или «добро», разве мы тут не расходимся друг с другом и сами с собой?» (Phaedr. 263a). Решение проблемы по Платону заключается в том, чтобы понять, что истина достигается не тогда, когда рассматривается движущийся конкретный предмет или быстротекущее событие, а когда постигается их «покоящаяся» сущность, тождественное во многом. Равным образом истинная любовь не есть постоянно изменяющаяся любовь к телу, а любовь к постоянному — к душе («Пир»). Проблемы истины, любви, блага, справедливости и т. д. решаются аналогичным образом. Чтобы решить, что такое благо или справедливость, надо соотносить их не с индивидом, ибо тогда и получаются парадоксы, а с обществом, государством, полисом.

Получается, правда, идеал жестокого общества с общностью жен, детей, имущества (прежде всего рабов), браками по жребью, умерщвлением не только неполноценных младенцев, как это было принято у лакедемонян, но и детей, родителей, старших или младших установленного возраста, — и уж безусловно жестокого ко всем не-эллинам, «варварам». Но он довольно логичен: здесь господствует гармония, мера, симметрия. Платон иногда отождествляет свойства людей со свойствами их общностей — любознательность свойственна не только отдельным эллинам, но и Элладе в целом, любостыжательство — Египту и Финикии, гневливость — Фракнии и Скифии и т. д. Однако мужественность как свойство некоторого сообщества не означает, что мужественны все, — достаточно, чтобы мужественным был класс воинов. Уже в зародыше проведенное Руссо различие между «волей всех» и «всеобщей волей» — ибо различаются «качество всех» и «всеобщее качество». Переход от качества общества к качествам индивида нужен Платону лишь для того, чтобы указать связь между единичным и общим и постигать истину лишь на уровне «общих идей».

С помощью введения «общих идей» Платон пытается разрешить все парадоксы. Тело движется и поконится, но

в разных отношениях: вихрь покоится относительно некоторой вертикальной линии, но совершает вращательные движения; стрелок тянет лук к себе и от себя, но к себе — одной рукой, от себя — другой («Государство», *R. P.* 436). Противоречия в обществе возникают там и постольку, где и поскольку каждый вмешивается не в свое дело, в гармонии противоречий нет — ни в природе, ни в обществе.

Именно Платон, продолжая традицию Парменида, впервые сформулировал идеал теоретического знания — «созерцание сущего» в форме гармонического единства его частей.

Но живая действительность как в природе, так и в обществе была далека от этого ледяного неподвижного платоновского идеала. Чтобы свести койцы с концами, Платону требуется концепция множества возможностей.

Каждый человек, по Платону, может быть и выше себя, если умеряет свои страсти, и ниже себя, если страсти овладевают им. Именно потому, что в индивиде есть и покоящееся, и движущееся, и доброе, и злое, т. е. потому, что *мир явлений относителен*, этот последний находится посредине между существующим и несуществующим. Образом существующего в уме человека является знание, образом ничто, несуществующего — незнание, образом же мира явлений есть мнение. Мнение, по Платону, тем и отличается от знания, что не имеет взаимной связи частей и потому непрерывно изменяется. Это положение позаимствовано и рационалистической философией Нового времени.

Хотя Платон неоднократно иронизирует над наивными материалистическими теориями эволюции ионийской школы (в «Пире» Аристофан рисует картину происхождения любви, которая выглядит как сатира на ионийские взгляды), тем не менее его концепция в сущности позаимствована и отличается от ионийской «лишь» идеалистической интерпретацией. У материалистов Эмпедокла, Анаксагора и других комбинировались части тел, а у Платона комбинируются идеи. Именно в этом Платон усматривает возможность идеального государства — собственно, оно отличается от реального лишь одной комбинацией элементов: в нем правят философы. Возможность идеального государства доказана уже тем, что идеальный образец показан теоретически. От живописца не требуется, чтобы он доказал, что нарисованный им прекрасный человек также и возможен. Идеи тасуются, как колоды в карте, в этом возмож-

ность и заключается. Отклонения тимократии, олигократии, демократии и тирании от идеального образца — аристократии появляются, так сказать, как совершенно случайные мутации. В результате того, что «род будет иной раз рождасть детей, когда бы не следовало», появляются смещения «железа с серебром, меди с золотом», «в общество проникает неподobie и негармоничность» — а все оттого, что мир явлений есть мир изменения и многих возможностей.

В философии идейных противников Платона — Левкиппа и Демокрита — «ничто» в знании соответствовала пустота в реальном мире, «неделимому» в знании — атомы; мир также был для них одним из возможных миров, результатом комбинаций свойств атомов — очертания, соприкосновения и поворота, но поскольку случайному в мире «падающих» атомов не оказывалось места, различие между возможным и необходимым терялось. Позже потребовалось ввести «случайное отклонение» атомов (Эпикур), что объясняло множество возможностей, но противоречило детерминизму. Но и для линии Демокрита, и для линии Платона характерно отождествление логически возможного с реально возможным. Борьба материализма и идеализма осуществлялась на основе идеологических форм, в которых античное мировоззрение осознавало окружающую действительность.

Платон не видел здесь особых трудностей прежде всего потому, что у него миром правит множество идей так же, как для язычника-эллина — множество богов, и для каждой возможности найдется свой бог. Язычество рассматривало «божий промысел» по подобию человеческой воли, и по головам людей и богов в равной мере ходили нежные стопы Ананке — судьбы, некоей совершенно уже загадочной и внешней силы, обычно оставляемой вне рассуждений. Настоящей проблемой возможность и необходимость, необходимость и свобода стали для идеалистического мировоззрения тогда, когда победило единобожие, и на Ягве, Саваофа, Аллаха и т. п. была возложена единоличная ответственность за все, происходящее в мире.

Однако логическая уязвимость концепции множества «идей» была сразу же подмечена гениальным учеником Платона — Аристотелем. Указав, что принятие платонистского «мира идей» влечет вывод о неограничении большом и, возможно, бесконечном множестве идей, правящих каждым

единичным, Аристотель полагал, что тем самым опроверг платонизм; критика идеи актуальной бесконечности осталась еще делом будущего.

Если же на деле Аристотель не изжил платонизма, то в этом едва ли не в первую очередь повинна его общая концепция знания, а не просто непонимание связи между единичным и всеобщим.

В соответствии с концепцией Платона Аристотель разделяет знание, мнение и заблуждение: «Предмет науки и наука отличаются от предполагаемого и от мнения, ибо наука есть общее и (основывается на) необходимых (положениях); необходимо же то, что не может быть иначе» (Analit.— II I 33, 89a 2). Критическое же отношение к платонистскому «миру идей» проявляется лишь в том, что за мнением признается возможность быть истинным и вообще познавательная значимость.

Эта классификация, лежащая в основе аристотелевского понимания логики, в свою очередь основывается на представлениях Аристотеля о сущем, возможном и необходимом. Истину Аристотель понимает как соответствие мыслей действительности, давая этому соответствию две характеристики: 1) соединение в мысли того, что соединено в действительности и 2) утверждение о существующем, что оно существует (аналогично о разделении и о несуществовании). Существование же бывает актуальное и потенциальное: «А о бытии в возможности мы говорим, например, про Гермеса, что он — в дереве, и про половинную линию, что она — в целой, потому что ее можно было бы оттуда отнять... В других же случаях мы говорим о действительном бытии» (Met. IX 6,). Опять-таки логическая возможность деления линии пополам отождествляется с реальной возможностью для человека поседеть или поползнуть, с возможностью сделать статую Гермеса из дерева или камня, — в полном соответствии с духом античного мировоззрения. Эта возможность противопоставляется случайности как чему-то совершенно внешнему, никакого отношения к сущности предмета не имеющему. Понятно, что «о случайном нет знания, основанного на доказательстве. Ибо случайное не есть ни то, что необходимо бывает, ни то, что бывает в большинстве случаев (возможное по сущности. — М. П.), но оно есть нечто такое, что происходит помимо того и другого. Между тем доказывается либо то, либо другое» (Analit.— II I 30, 87b 29).

Нет нужды показывать, какое огромное значение для всей системы Аристотеля имело положение о бытии актуальном и потенциальном — отсюда происходит его представление о материи и форме. Отметим существенный для логики момент. Если доказывать можно и относительно необходимого, и относительно возможного (по сущности), то логическая теория должна была бы охватывать и модальную логику. Однако, как показал Лукасевич, хотя силлогистика у Аристотеля по существу представляет собой аксиоматического типа теорию, не худшую по логической структуре, чем евклидова геометрия, то модальная логика у Аристотеля с современной точки зрения совершенно неудовлетворительна. Аристотель, чувствующий бедность своей модальной логики, оправдание для этого находил в том, что «наука есть общее и основывается на необходимых положениях». Рассуждение же о возможном должно опираться на посылки фактического характера, не выводимые с указанием на необходимость: «Вот почему остается (признать), что мнение бывает о том, что истинно или ложно, но может быть и иначе. А это и есть принятие непосредственной и не необходимой посылки. И это соответствует действительности, ибо мнение есть нечто непостоянное, и такова его природа...» (Analit.— II I 33, 89a 2).

Таким образом, логика имеет дело с доказательством, а доказательство — с объектами особого рода: с отношениями *необходимости*. Возможное существует так же, как необходимое, и является предметом другого рода знания. Случайное же вообще не относится к науке. Отсюда и оценка Аристотелем эмпирических знаний, ставшая началом традиционных трудностей всей последующей философии науки: «Но и посредством чувственного восприятия нельзя знать (общее). Ибо хотя чувственное восприятие есть восприятие качества (вообще), а не (только) чего-то определенного, однако чувственно необходимо воспринимается что-то (определенное) в данном месте и в данное время. Напротив, общее и находящееся во всем нельзя чувственно воспринимать, ибо это не есть что-то (определенное) и не (существует именно) в данное время, иначе оно не было бы общим. Ведь под общим мы понимаем то, что есть всегда и везде. А так как доказательства ведутся общими (суждениями), общее же нельзя чувственно воспринимать, то очевидно, что посредством чувственного

восприятия нельзя знать» (Analit.— I I 31, 87в 29). Эта длинная цитата содержит почти классическую формулировку проблемы и показывает, что, несмотря на частичное преодоление платонизма (единичное существует не отдельно от общего, общее существует только через единичное), позиция Аристотеля в принципе остается платонистской.

Все сказанное относится к аристотелевскому пониманию логики, но может быть оспорена связь подобного решения чисто философских проблем с собственно логико-семантическими. Аристотель создал впервые собственно формальную логическую систему, что проявилось, как отметил Лукасевич, во введении впервые в логику переменных («А присуще Б»). Если говорить о семантике, то представляется вполне естественным, что вместо переменных подставляются конкретные существительные, прилагательные или глаголы. Проблема возникла бы, если бы Аристотель развивал логику высказываний: тогда было бы, возможно, неясно, что подставлять вместо пропозициональных переменных — предложения естественного языка или истинностные значения. Но за естественностью подстановки слов вместо переменных у Аристотеля кроется вовсе не столь уж самоочевидное представление об объектах логических законов. Вполне естественно с точки зрения Аристотеля, но не вполне естественно с нашей точки зрения, что логические законы суть утверждения о *мире*. Законы логики, по Аристотелю, просто наиболее достоверные из всех начал, которые надлежит применять философу для построения картины мира: «Невозможно, чтобы одно и то же вместе было и не было присуще одному и тому же в одном и том же смысле... — это, конечно, самое достоверное из всех начал...» (Met. IV 4). Отрицание законов логики эквивалентно утверждению, «что все носит случайный характер». Такое понимание логики стало основой представлений так называемой традиционной формальной логики Нового и Новейшего времени.

Если существование возможного наряду с действительным — тезис, который весьма органически вписывается во всю натурфилософию Аристотеля, его учение о бытии, то не совсем ясна роль представлений о случайном. Однако она выяснена в литературе, и характерно, что это связано опять-таки с «семантикой» аристотелевской логики.

«Ищем же мы в четырех направлениях: что (вещь) есть (такая-то), почему (она) есть, есть ли (она) и что (она)

есть» (Apatit.— II II 1, 89в 23). В этой формулировке требований к научному описанию или объяснению П. В. Копнин справедливо усматривал аналогию позднейшим теориям значения и смысла (1972, с. 13). Ответить же на вопрос, «почему она есть», можно, указав одну из разновидностей причин, к числу которых относится причина *целевая*.

Случайное имеет место, по Аристотелю, там, где имеется размышление и предварительный выбор,— случайное он понимает как не входившее в цели и намерения человека (Зубов, 1963, с. 13). Человек может не достигнуть цели, или действовать напрасно, природа ничего не делает «напрасно». Но в природе есть тоже целесообразность, есть «целевая причина», есть и отклонения от намеченной цели — вот откуда «случайное»!

В чистом виде необходимость в природе проявляется, по Аристотелю, в таких явлениях, как законообразные движения неба и небесных светил. Многократно он заявляет, что природа не знает сделанного «напрасно». Но это означало бы, что в природе не бывает случайностей. В «Физике» Аристотель не может оставаться на этой позиции и объясняет действие целевой причины в природе именно тем, что она испытывает многие варианты и тоже «делает напрасно». Таким образом, в основе концепции возможного, случайного и действительного оказывается не просто платонистское, а прямо-таки антропоморфное представление Аристотеля о «действии целевой причины».

Яркий пример характерного для античного мира понимания аристотелевской «целевой причины» представляют рассуждения Плутарха.

Плутарх в биографии Перикла комментировал исторический анекдот о характерных объяснениях однорогости барана, преподнесенного однажды Периклу, которые были даны материалистом Анаксагором и гадателем Лампоном: «...Как я полагаю, ничто не мешает тому, чтобы оказались правы и естествоиспытатель и гадатель, так как один правильно объяснил причинную связь, а другой — целевую. Ибо задачей первого была рассмотреть, из чего данная вещь возникла и как она произошла, а второго — для какой цели она произошла и что она собой знаменует. Те же, которые думают, что, найдя причинную связь в каких-либо явлениях, они тем самым доказали, что эти явления нельзя считать знаменами, упускают из виду, что, рассуждая так, они отрицают не только существование божественных

знамений, но и всяких искусственных сигналов, как, например, сигналов, подаваемых ударами железных дисков или определение времени по длине тени на солнечных часах. Во всех этих случаях мы имеем дело с сигналом, но он устроен путем искусственных приспособлений, основанных на причинной связи» (Плутарх, 1941, с. 82).

По духу этот комментарий — совершенно аристотелевский. В нем отчетливо видно стремление примирить материалистическую по основной тенденции «естественную философию» с гаданиями и «божьими знамениями», потребовавшими «целевой причины»; не случайно последняя стала позже идейным оружием христианских теологов. Античная философия, объединяя в рамках «любви к мудрости» все тогдашнее естественнонаучное знание, была *учением о мире*, частью этого учения оставалась и логика. Само понимание различия необходимого, возможного, случайного в философии и логике Аристотеля основано на представлениях о принуждении, возможном и случайном в жизни человека, прежде всего в социальном бытии. Проблема ставится в высшей степени антропоморфно по содержанию, но зато совершенно прозрачно в историческом отношении: как причинно-следственные связи могут быть также сообщениями, «посылаемыми» природными явлениями друг другу и человеку. Решению этой проблемы и подчинена концепция возможного.

Место концепции «возможных миров» в философии Лейбница

В формировании концепции «возможных миров» Лейбниц исходил из идеи Гоббса: «Имеются два рода знания, из которых первый есть *знание факта*, второй — знание последовательной зависимости одного утверждения от другого» (Гоббс, 1965, с. 113). Но на формулировку и решение проблемы Лейбницем оказала громадное воздействие вся обстановка идейной борьбы его времени — даже в сферах, весьма отдаленных от его собственно научных интересов. Основоположник математической логики живейшим образом откликнулся на веяния эпохи, и связь «философской метафизики» с логикой у него особенно видна.

Считаясь с разным рода философскими и даже теологическими соображениями, Лейбниц был далек от мысли «выводить» свои физические, натурфилософские, логиче-

ские взгляды из какой-либо теологии или религиозной философии. Будучи тем не менее человеком широкого компромисса и в полтике, и в философии, Лейбниц старался свои философские и естественнонаучные воззрения согласовать и с религией в той степени, чтобы по крайней мере на поверхности не видны были какие-либо противоречия. В этом отразился не только его объективный идеализм, но и общий стиль мышления его эпохи, широко использовавшего библейские «парадигмы», как теперь принято говорить.

Центральной проблемой философии культуры, в искаженной, теологической форме повлиявшей на постановку и решение Лейбницем ряда конкретных философских и естественнонаучных проблем, была проблема свободы воли. Кроме философии Нового времени в ее рационалистическом и эмпиристском варианте, важным источником общих представлений Лейбница была религиозно-схоластическая философия.

Проблема свободы и необходимости составляла главную опасность для цельности монотеистической религиозной философии. Пожалуй, наиболее выразительно внутреннее противоречие идеи всемогущего и всеблагого бога проявилось в известном вопросе, волновавшем целые поколения схоластов: может ли бог создать камень столь тяжелый, что сам не сможет его поднять? Парадоксальность вопроса заключается в том, что любой ответ на него несовместим с идеей божьего всемогущества.

Когда были обнаружены парадоксы «наивной» теории множеств, было отмечено, что парадокс «бога и камня» имеет логическую структуру, сходную со структурой известного парадокса Цермело-Рассела. В этом нет ничего удивительного: нередко реальные противоречия познания и общественной жизни получали мистическую, религиозную формулировку. В том, что в парадоксах «свободы воли бога» в искаженном виде отражалась вполне реальная проблематика, можно убедиться, придав ему «земную» форму, — например, такую: может ли абсолютный деспот создать законы столь всеисполняемые или аппарат исполнительной власти столь всемогущий, что сам вынужден им повиноваться?

Средневековые схоласты усматривали выход из ситуации «бог и камень» в различении сущности и существования. *Что* вещи есть, какова их сущность — это зависит от их

природы, и действия вещей, изучаемые наукой, подчиняются естественной необходимости, определенной их сущностью. Но что вещь *есть*, существуют — это зависит от акта творения, от воли бога. Слабость такой аргументации была раскрыта Ф. Энгельсом в его ранних статьях о Шеллинге, прямо примыкавшем к этой схоластической традиции. Схоластическая концепция сущности и существования оказала воздействие и на Лейбницеву теорию возможных миров, одному из которых — разумеется, наилучшему — бог «дает существование». Отметим, что схоласты здесь опираются на учение Аристотеля о целях науки, оставив из четырех задач познания две. Связь с последующими семантическими теориями также очевидна: в терминологии Фреге, что вещь *есть* — об этом говорит наличие у ее имени непустого денотата (значения), что вещь есть — об этом говорит смысл имени. Это различие мы опять-таки находим у Лейбница в форме, гораздо более близкой к теории Фреге, чем теория имен, развитая Миллем.

С физическими воззрениями Лейбница концепция возможности и действительности связана непосредственно, о чем можно судить по полемике между Лейбницем и Кларком.

Священник Кларк, ньютонианец, в полемике с Лейбницем «выводил» существование бога, опираясь как раз на Лейбницев закон достаточного основания: поскольку каждое явление должно иметь достаточное основание, в сущности, причину, то фактическое положение каждого тела в пространстве тоже должно иметь свое основание, это последнее в свою очередь — свое основание и т. д., а основанием всех оснований должен быть бог, великий часовщик, запустивший ньютоновскую машину Вселенной. Лейбниц же не хотел принять связанную с механистическим материализмом идею первотолчка — по-видимому, из вполне конкретных естественнонаучных соображений; но эти последние у него самого связаны с религиозно-философскими.

Дело в том, что Лейбниц вовсе не был таким плоским телеологом, как это представлялось Вольтеру. Он понимал, что не стоит взваливать на господина ответственность за все происходящее в мире, так как тут же возникает проблема божьей вины, божьей морали и т. п. Обращаясь к механической картине мира, Лейбниц выражал сомнение: а должно ли быть действительно основание для того, чтобы данное тело находилось именно в этой точке пространства, а не

в той? В какой степени различимы, вообще, разные точки пространства? Уже простейшие преобразования системы координат подсказывают мысль о том, что с некоторой точки зрения различие «там» и «здесь» относительно. Различные точки различимы с нашей позиции в мире, но существует ли такая система координат, которая и «для бога», т. е. абсолютно, и для нас является системой отсчета? Иначе говоря, существует ли Ньютоново абсолютное пространство?

И Лейбниц отверг гипотезу Ньютона об абсолютном пространстве, облачая это в философски-религиозные соображения. «Для бога» не существует различия между точкой в том и этом месте, между правым и левым и т. п.; «для бога» (читай — абсолютно) существуют только инвариантные образы явлений человеческого мира, или симметрии; человек же получает *относительный мир явлений* (способен различить «дальше» и «ближе», «левое» и «правое» и т. д.), и задача познания — обнаружить в этом относительном то, что остается неизменным при любых возможных изменениях в явлении, — пользуясь современной терминологией, инвариантное, симметрию. Это была формулировка принципа относительности или принципа симметрии почти с тем же смыслом, что и в современной науке, но в чуждом современной науке облачении.

Какой конкретный «вид» примет предмет, в частности какие ему будут приписаны координаты, — это дело случая или дело факта, здесь имеется много возможностей. Математический «вид» предмета как совокупность координат есть один из «возможных миров», знание о котором есть «истина факта». То, что остается неизменным при различных изменениях «вида» предмета и явления, принадлежит к «истинам разума», если оно остается во всех возможных мирах, и таким образом, также и «для бога» (абсолютно). Вот почему в своей физике Лейбниц стремился опираться не на принятый Ньютоном метод координат, а на методы, которые получили позже развитие в вариационном исчислении. Вот почему он считал возможным построение такой математической теории, которая абстрагировалась бы не только от различия местоположения фигур (симметрия поворота на угол и смещения на плоскости), правого и левого (симметрия зеркального отражения), вещи и ее проекции на плоскость (проективная геометрия), но и вообще от всех преобразований, сохраняющих свойство непрерывности

(например, теории, рассматривающей обруч целый иognутый как один и тот же). Современная топология родилась из Лейбницева науки об *analysis situs*.

Но истины разума, справедливые для всех «возможных миров», можно вывести путем дедукции. Поэтому Лейбниц и полагал, что в будущем ученым не придется тратить время на бесплодные споры — достаточно взяться за перья и сказать: «посчитаем» (*calculamus!*) Движимый этой идеей «универсальной характеристики», Лейбниц взялся за разработку математической логики.

Приимая во внимание идеи схоластов о сущности и существовании, логично было бы предположить, что вещи как-то существуют и в возможном, и в действительном мирах, причём бог «переводит» их из мира в мир (придаёт свойство «существования»). Сколько в таком случае существует возможных миров? Если рассуждать по аналогии с выбором системы отсчета координат, то таких систем отсчета и таких возможных миров должно быть бесконечное множество. Вместе с тем напрашивается вывод, что наряду с *одним* действительным миром существует *одно* множество всех возможных индивидов и всех возможных свойств, т. е. один возможный мир.

Как показал Б. Мейтс, проблема решается Лейбницем таким образом, что возможных миров все же бесконечно много; дело в том, что мир является не собранием индивидов, а собранием *монад*. В нашем уме монадам соответствуют не имена (как было бы, если бы мир для Лейбница состоял из вещей), а *полные индивидуальные понятия*. Монада не есть вещь; ей соответствует и имя индивида, и полный набор атрибутов (признаков, предикатов) индивида. Пользуясь примерами Лейбница, можно сказать, что в полное индивидуальное понятие Адама входят не только его личные качества, но и то, что он — отец Каина и Авеля, так как если бы Адам не был отцом Каина и Авеля, то это был бы другой Адам. В полное индивидуальное понятие Адама входит, следовательно, и то, что он — праотец всех остальных поколений, Лейбница в том числе. Отсюда и идея связи монады со всем универсумом, идея всеобщего детерминизма: уже в полных индивидуальных понятиях Адама и Евы заложена вся человеческая история. Бог, по Лейбницу, не решает, создавать ли Иуду предателем или порядочным человеком: он либо создает Иуду-который-станет-предателем, либо вообще его не создает.

Здесь у Лейбница возникает ряд проблем, оставшихся для него загадкой.

Естественно, что атрибут не может иметь такого свойства, что, зная его, можно было бы заключить, к какому индивиду оно относится. Следовательно, все «простые атрибуты» логически совместимы, или конъюнкция их непротиворечива. Совокупность атрибутов Адама столь же непротиворечива, сколь непротиворечива совокупность атрибутов Пегаса, хотя он — вещь несуществующая. И Лейбниц никак не мог понять, каким образом один предикат может логически влечь за собой другой предикат, так что если *x* есть человек, то *x* обязательно есть разумное животное. Это подрывало идею «совозможности» всех атрибутов, и тайну логического следования одного атрибута из другого Лейбниц назвал доступной богу, но не человеку.

Таким образом, проблема логического следования органически связывается у Лейбница с естественнонаучными и общепhilософскими проблемами. Сравнение постановки вопроса с античностью показывает, что в обоих случаях речь идет в конечном итоге о картине мира. Однако, если Платон и Аристотель связывают свои взгляды на возможность и действительность в одинаковой степени как с человеческим, так и с природным бытием, у Лейбница неразрешимыми оказываются вопросы, связанные с отношением свободы и необходимости в духовном начале, которое он в соответствии со своими идеалистическими воззрениями отождествляет с мировым духом, богом, творцом.

*«Возможные миры»
и немецкая классическая философия*

Ранние работы Канта в той или иной форме вращаются в кругу понятий, выработанных Лейбницем. Но уже у последователей Лейбница — Вольфа и других — а также у Канта и в послекантовской немецкой философии в проблематике «возможных миров» на первый план выступает проблема свободы, логическая сторона теории теряется.

Кант с самого начала выступает как оппонент лейбницевой теории. Можно выделить три источника кантовской критики теории «возможных миров»: естественнонаучный, морально-этический и логический.

Кант-естествоиспытатель стоял на позициях ньютоновской классической механики с ее абсолютным пространством

и временем и отлично понимал, какую угрозу ей представляет принцип относительности в формулировке Лейбница. Это вынудило Канта занять весьма реакционные позиции в отношении к некоторым математическим идеям Лейбница, развитым к тому времени Эйлером: например, без всяких оснований он подверг сомнению идеи топологии. Важное место в философской эволюции Канта занимали соображения о различии правой и левой руки. Кант различает наряду с равенством типа конгруэнтности также «неконгруэнтное подобие» типа подобия правой и левой руки, зеркального отображения и т. п., т. е. «ненастоящие» равенства, и, исходя из этих соображений, отрицает возможность единого геометрического описания зеркально-симметричных фигур и более широкого класса симметрий. Различие двух типов равенств или подобий служит для Канта основанием для утверждения, что правая рука требует «иного действия созидательной причины, чем то, которым могло бы быть создано ее (неконгруэнтное) подобие» [т. 1, с. 378]. Это должно было обосновать наличие безотносительной системы отсчета, позволяющей различать неконгруэнтно-подобные вещи также и с точки зрения «разума», а не только «факта».

Может быть, Кант не был бы столь неблагоприятно настроен к Лейбницева теории симметрии, если бы она не ассоциировалась у него с *моральным релятивизмом*. Правда, лейбницаизм не было связано непосредственно с моральным релятивизмом, так как сочеталось с объективно-идеалистической телеологией; Кант же главного врага своей этики видел в гедонизме и натурализме, выводившими все моральные блага из принципа личного удовольствия. Однако Кант отмечал также и то, что лейбнице-вольфовская мораль является гедонизмом наизуоборот, ибо первая утверждает, что счастье в моральном совершенстве, второй — что моральное совершенство — в счастье. И то, и другое заключается в отождествлении добродетели и личного удовольствия, в то время как для Канта была очевидна антиномия: стремление к добродетели еще не порождает счастья, и наоборот — стремление к счастью не порождает еще добродетели! (т. 4, с. 445). Лейбницаизм снимало проблему вообще, так как человеку в причинно-обусловленном мире не оставалось выбора действий и не нужна была по сути моральная оценка и самооценка. Так же, как в физике Канту нужно было абсолютное пространство,

так же в этике ему нужны были независимые от эмпирии моральные «координаты».

Наконец, аргументы логического характера вытекали из отрицания того, что существование является предикатом.

Философия Лейбница, как и вся философия Нового времени до Канта, в явном или неявном виде содержит в себе нечто похожее на «онтологическое доказательство бытия божия» Аисельма Кентерберийского, без чего рационализм не мог обосновать тезис о тождестве бытия и мышления. Из того, что понятие бога включает все предикаты совершенного существа, в том числе «существование», «выводилось» существование бога. Кант впервые обратил внимание на то, что существование не может быть предикатом, так как если возможная и действительная вещь есть одна и та же вещь, то они не могут различаться ни одним предикатом, в том числе предикатом существования — иначе они были бы разными вещами.

Для Канта этот тезис имел огромные философские последствия. В частности, он пришел к выводу, что основания бытия должны отличаться от оснований логического рассуждения, закон достаточного основания — от закона причинности. Как известно, начав с этих рассуждений, Кант не мог удержаться на позициях материализма и скатился к агностицизму «вещи в себе» и «явления».

Это заставляло сделать и другой вывод: перечисление каких бы то ни было предикатов вещи не является утверждением о ее существовании. Это весьма сомнительное положение в иной форме восстанавливало провозглашенный схоластами разрыв между сущностью и существованием. Отсюда вытекало, что нужно различать свойства вещи, или различные ее проявления («движения» и «место» вещи, ее «где-нибудь» и «когда-нибудь») от вещи самой по себе. Лейбницева идея возможных миров трансформируется таким образом: можно постулировать существование вещей, которые «не находятся нигде в мире», и «многие миллионы миров, понимаемых в чисто метафизическом смысле» (Кант, т. I, с. 68—69). Чтобы не впасть в платонизм, Кант позже поселил эти абстрактные «вещи» в человеческой голове, и это было следствием отделения «вещи самой по себе» от ее проявлений в пространстве — времени.

Надо сказать, что Кант исходил здесь из лучших материалистических побуждений (имея в виду естественнонаучный

материализм своего времени). Его идея о том, что существование не является предикатом, прямо направлена против платонистского заселения мира существующими в сознании абстрактными объектами. Кант в сущности исходит из материализма номиналистического толка. «Не следует говорить: в природе существуют правильные шестиугольники; следует сказать: некоторым вещам в природе, как-то пчелиным сотам или горному кристаллу, присущи предикаты, совокупность которых мыслится в шестиугольнике» (т. 1, с. 402). Ошибки, связанные с платонизмом, Кант прямо выводит из случайностей происхождения и неправильностей употребления *языка*, явно формулируя идейные установки, приписываемые нередко Расселу. В ранних работах Кант также относил к возможным мирам и разные типы пространств, предвосхищая тем самым открытия геометрии XIX в. Но результатом философской эволюции Канта стал априоризм.

Понятно, почему для Канта главным стал вопрос: как возможны синтетические суждения *a priori*.

Кант вообще гораздо ниже Лейбница в понимании перспектив развития формальной логики. Но в одном он, а не Лейбниц, совершил поворот от взглядов Аристотеля, так и оставшихся достоянием традиционной формальной логики после Канта: для Канта суждения, подобные законам формальной логики, ничего не говорят о мире, а являются лишь схемами рассуждения, выполняющими полицейские функции предотвращения возможных ошибок. Они вообще бессодержательны, так как являются всего лишь нормами мыслительного поведения; потому и формальная логика, по мнению Канта, давно завершила свое развитие. Аналитические суждения потому и являются бессодержательными, они не дают нового знания, ибо в сущности являются априорными нормами. Понятно, что истины факта нетривиальны; они являются синтетическими. Но ведь существует же «вытекание» одних знаний из других, например, в математике — следовательно, оно происходит по доопытным законам!

Хорошо известно, как Кант эту проблему решил, какова общая схема теоретического знания с кантовской точки зрения.

Гегель еще менее, чем Кант, был в состоянии решить вытекавшие из лейбницево́й концепции теоретического знания философские вопросы формальной логики (подробнее

см. Шиикарук, 1964, с. 130—143). Следует, однако, иметь в виду, что Гегель критикует законы формальной логики именно как принципы учения о мире. Как принципы устройства мира, законы формальной логики, конечно, заслуживают подобной критики.

Вся проблематика, связанная с «истинами разума» и «истинами факта», рассматривается Гегелем в той части «Феноменологии духа», где он характеризует «наблюдающий разум», или «инстинкт разума», что уже само по себе говорит об отношении Гегеля ко всем этим дихотомиям «аналитического и синтетического».

Поразительна глубина, с которой Гегель вскрывает противоречия, свойственные «наблюдающему разуму». Каждому, кто знаком с коллизиями позитивистского анализа «языка наблюдения» начиная от попыток логически сконструировать этот язык из чистых «комплексов ощущений» и кончая отказом от сведения языка наблюдения к «чувственно данному», должно броситься в глаза, что Гегель тонко отмечает невозможность такого сведения: «Когда сознание, не дошедшее до мысли, объявляет наблюдение и опыт источником истины, то его слова могут звучать, пожалуй, так, словно оно должно иметь дело только с ощущением вкуса, обонянием, осязанием, слышанием и видением. ... И оно сразу же согласится, что для него дело вообще не только в процессе восприятия, и не признает за наблюдение, например, восприятие того, что этот перочинный нож лежит рядом с этой табакеркой. Воспринимаемое должно иметь, по меньшей мере, значение чего-то *всеобщего*, а не чувственного *этого*» (т. 4, с. 131). Впрочем, здесь продолжается традиция, явно видная уже в цитированном выше месте из Аристотеля.

Вместе с тем для Гегеля разум в наблюдении познает сам себя, что и ликвидирует всякое различие между «истинами разума» и «истинами факта»: факт не менее, чем умозрение, раскрывает разуму его собственную природу! Аналогичным образом Гегель критикует всякое вероятностное знание, индукцию, аналогию: «Вероятность, к которой можно было бы свести результат аналогии, теряет перед *истиной* всякое различие между меньшей и большей вероятностью; как бы она ни была велика, она ничто перед истиной» (т. 4, с. 135). Опытное знание, таким образом, не может дать истины, если оно ограничивается только исследованием природы: «Сознание, следовательно, в опыте имеет

бытие закона, но точно так же оно имеет его и как *понятие*, и только в силу *обоих обстоятельств*, вместе взятых, закон для него истинен; закон имеет силу закона потому, что он проявляется в явлении и в то же время в себе самом есть понятие» (Гегель, т. 4, с. 135).

От проблематики «возможных миров» остается, на первый взгляд, только терминология, и в знаменитом положении «все разумное действительно, все действительное разумно» речь идет отнюдь не об «истинах разума», возможных и действительном мирах.

И все же это только на первый взгляд.

Начиная с Канта, немецкая идеалистическая диалектика рассматривает логические проблемы уже не в связи с «проблемой творения», а в связи с вопросом о свободе и необходимости в деятельности человеческого духа. И если Кант при этом ограничивается анализом возможностей познающего разума, то Гегель, отходя от более близкой Канту естественнонаучной проблематики, ставит перед собой задачу, которую действительно надо было решить прежде, чем рассуждать о «допытном» и «послепытном»: рассмотреть все «образования сознания» в их связи, как явления человеческой истории и культуры. Здесь проявилось величие Гегеля, несмотря на мистико-идеалистическую форму, в которую облачены его гениальные догадки.

И даже в тех местах, где Гегель особенно уязвим, проведенный им принцип историзма в анализе «образований сознания» позволил ему высказать глубокие диалектические мысли. В частности, Гегель первый показал относительность разделения всего сущего на действительное, возможное, случайное, необходимое, — разделения, которое имело столь существенное значение для понимания логики, начиная с Аристотеля.

3. ВОЗМОЖНОСТЬ, НЕОБХОДИМОСТЬ: МАРКСИЗМ ПРОТИВ ПОЗИТИВИЗМА

Уже беглое рассмотрение нескольких примеров из истории философии убедительно демонстрирует связь между семантикой возможного и действительного, с одной стороны, и «большими», «проклятыми» философскими вопросами — с другой. Эта связь достаточно ясна; туманными можно назвать скорее те общие философские построения, с кото-

рыми была связана судьба элементов логической семантики по крайней мере на ранних этапах ее развития. Действительно, схоластическую «проблему» божьего всемогущества нельзя назвать реальной философской проблемой, несмотря на то что какое-то «земное» содержание в отчужденной, извращенной форме в этой «проблеме» найти можно. Не следует ли из этого, что все не поддающееся точному выражению в логико-семантической терминологии должно быть объявлено «метафизикой», недостойной внимания серьезных людей, и передано куда-то в область между беллетристикой и религией?

Разумеется, из того, что в истории философии бывали и туманные, практически бессмысленные, чрезвычайно отдаленные от реальных социальных и научных проблем утверждения и «псевдопроблемы», вовсе не следует, что таковы *все* положения, являвшиеся предметом острой идейной борьбы в философской жизни прошлого. Такой крайний «вывод» делали неоднократно представители неопозитивизма, особенно в ранний период его развития. Следует, однако, отметить, что многие философы-позитивисты, как, например, Кариап, вовсе не отрицали, что в философии имеется множество важных проблем, помимо тех, которые они пытаются решать средствами логики. Как и Рассел, Кариап всегда стремился записать обсуждаемое теоретическое положение в терминах логики, с кванторами и прочими значками, и если это не удавалось, терял к делу по крайней мере значительную долю интереса.

Конечно, холодное «этого я не понимаю» — тоже форма оценки некоторого утверждения. Конечно, вопрос о том, что можно и чего нельзя выразить на языке логики, имеет важное философское значение. И тем не менее та или иная оценка возможностей современной формальной логики сама по себе вовсе не определяет философской позиции. Это особенно важно подчеркнуть сейчас, когда крах школы «логического» позитивизма стал почти общепризнанным фактом и когда отказ целого ряда зарубежных философов от использования формальной логики в теоретико-познавательных исследованиях лишь прикрывает тот факт, что они продолжают оставаться на идейных позициях позитивизма, зачастую даже ухудшенных.

Методологической основой оценки современной буржуазной философии для исследователя-марксиста является критический анализ В. И. Лениным непосредственного

идейного предшественника «логического» позитивизма — «эмпириокритицизма» Маха и Авенариуса. Сравнивая усилия махистов опровергнуть материализм, опираясь на новейшую физику, с аналогичными попытками так называемых физиологических идеалистов, В. И. Ленин отмечал: «Уклон в сторону реакционной философии, обнаружившийся и в том и в другом случае у одной школы естествоиспытателей в одной отрасли естествознания, есть временный зигзаг, преходящий болезненный период в истории науки, болезнь роста, вызванная, больше всего *крутой ломкой* старых установившихся понятий» (т. 18, с. 323). Таким же преходящим явлением в развитии логики науки оказался и «логический» позитивизм. Как философское течение он сложился через десять — пятнадцать лет после начала интенсивного развития логико-методологических исследований в области оснований математики и оказался связанным с абсолютизацией реальных сторон и трудностей процесса познания, которые нельзя назвать иначе чем «болезнью роста».

В чем же заключается «уклон в сторону реакционной философии», обнаруженный «логическим» позитивизмом? Беда позитивистов заключалась не в том, что они якобы отвернулись от традиционной философской проблематики в сторону формальной логики, а в том, что они на деле ответили на «традиционные» вопросы в духе реакционной философской традиции, философского идеализма. Здесь проявилось обстоятельство, вскрытое В. И. Лениным при анализе махизма: философский идеализм нашел свое выражение не в том, что отличает «логический» позитивизм от других направлений идеалистической философии, а в том, что обще ему со всем философским идеализмом вообще!

Разумеется, результаты, полученные Карнапом как одним из видных специалистов в области логики и оснований математики, могут быть критически оценены и со специальной, формально-логической точки зрения. Сделанная им первая попытка общей характеристики формализованных языков, занимающая 120 страниц его «Логического синтаксиса языка», в свете сегодняшних представлений не может считаться удовлетворительной, несмотря на свою чрезвычайную скрупулезность и стремление к точности, несмотря на то обстоятельство, что тут впервые проведено очень существенное различие между языковыми и метаязыковыми средствами и т. д. Аргументированной критике подверглась его теория экстенционала и интенционала,

не решающая главных проблем теории значения в логической семантике. Построенный Карнапом в «Логическом синтаксисе» вариант теории типов принадлежит к тому же роду формулировок одной из версий оснований математики, что и теории А. Тарского и К. Геделя, но значительно им уступает. Карнапу удалось доказать, что объект многочисленной критики в теории множеств, так называемая аксиома выбора, является аналитической («логически-истинной») в построенном им «координатном языке П», но это доказательство основано на очень сильных допущениях. Сомнительно, решает ли предложенная Карнапом «аксиома минимальной модели» проблему общей аксиомы ограничения в теории множеств. Теория семантической информации Бар-Хиллела — Карнапа описывает слишком упрощенные случаи и т. д. и т. п.

Однако не в затронутых вопросах проходит линия размежевания «логического» позитивизма и философского материализма. «Логический» позитивизм — это не конкретная логическая теория, а общеполитическая концепция, оценить которую следует, исходя из ленинского понимания партийности в философии: «Нас интересуют исключительно гносеологические выводы из некоторых определенных положений и общеизвестных открытий. ...Наша задача поэтому ограничивается тем, чтобы отчетливо представить, в чем суть расхождения этих направлений и в каком отношении стоят они к основным линиям философии» (т. 18, с. 266). Существо позитивизма «логического», как и позитивизма «эмпириокритического», в том, что это — идеалистическая по сути концепция познавательного процесса, лишь имеющая вид «партии золотой середины» в философии — именно в философии, в основном вопросе, разграничивающем философские партии. И не только к «логическим» позитивистам, но и к их идейным преемникам сегодня вполне относится общая оценка, данная В. И. Лениным: «Реалисты» и т. п., а в том числе и «позитивисты», махисты и т. д., все это — жалкая каша, презренная *партия середины* в философии, путающая по каждому отдельному вопросу материалистическое и идеалистическое направление» (т. 18, с. 361).

Главным, что разделяет марксистскую философию и неопозитивизм, является отношение к «великому, основному вопросу философии» — вопросу об отношении материи и сознания, мышления и бытия. «Взять ли за первичное природу, материю, физическое, внешний мир — и считать вторичным сознание, дух, ощущение (опыт, по *распространенной* в наше время терминологии), психическое и т. п., вот тот коренной вопрос, который *на деле* продолжает разделять философов *на два большие лагеря*» (Ленин, т. 18, с. 356). Это положение является краеугольным камнем марксистского материализма, и всякое отступление от него, совершаемое под прикрытием самой современной терминологии, не может быть расценено иначе, как философский ревизионизм. Об этом надо сказать ясно и четко, ибо задача философа-марксиста — не топтаться на месте, но проводить в жизнь одну линию в философии, линию философского материализма.

Несостоятельность «логического» позитивизма как определенной программы философских исследований, как и несостоятельность любых форм позитивизма, заключается прежде всего не в переоценке или недооценке тех или иных логико-технических средств, методов и т. п. Несостоятельность «логического» позитивизма обнаружилась, с марксистской точки зрения, в том, что, провозгласив «псевдопроблемой» основной вопрос философии и заявив о позиции «нейтральности» в нем, «логический» позитивизм *на деле* занял в философской борьбе субъективно-идеалистические позиции и *поэтому* оказался неспособным решить выдвинутые развитием науки философские вопросы.

Переход позитивизма «эмпириокритического» периода на позиции субъективного идеализма совершился под прикрытием тезиса о «нейтральности элементов опыта», что обстоятельно показал В. И. Ленин в работе «Материализм и эмпириокритицизм». Этот же махистский тезис получил у «логических» позитивистов новую форму — форму логико-идеалистическую, вследствие чего выбор между идеализмом и материализмом якобы оказывался лишним теоретическим содержанием выбором одного из равноправных «языковых каркасов». При этом предполагалось некое равноправие «вещного языка» и «языка чувственных данных».

В литературе неоднократно отмечались неудачи попы-

ток раннего неопозитивизма логически реконструировать «язык чувственных данных». С философской точки зрения, однако, суть дела, на наш взгляд, не в этом. Неверно само утверждение об эквивалентности (взаимозаменности при определенных условиях) утверждений о вещах и утверждений об ощущениях «и других «феноменальных» объектах», по выражению Карнапа. Каждое знание есть знание о *чем-то*, каждое предложение содержит утверждение о чем-то, но не о самом себе. Поэтому одно дело, когда мы «на языке чувственных данных», т. е. пользуясь словами «ощущение красноты», «ощущение твердости» и т. п., говорим об ощущаемом, воспринимаемом и т. п., т. е. в конечном итоге о внешнем по отношению к нам миру, другое дело — когда мы сами ощущения делаем «феноменальными объектами», или, попросту говоря, сообщаем нечто об ощущениях, а не о мире. Чувство боли тоже есть сообщение о каких-то процессах в нашем организме. В этом отношении оно отличается от объективного заключения врача только характером и полнотой информации. Когда же само болевое ощущение становится объектом внимания или рассуждений либо врача, либо больного, то это — совсем другая ситуация.

Эти тонкости приобретают значение мировоззренческое, когда оценивается человеческое знание, научное в частности. Совершенно безразлично, о чем говорят научные теории — о мире, исследованием которого занимается ученый, или об ощущениях самого ученого. Первое утверждает материализм, второе — субъективный идеализм, позитивизм же делает услугу идеализму, заявляя о «*равноценности*» обоих утверждений.

Таким образом, объявляя вопрос об объективности внешнего мира «псевдопроблемой», «логический» позитивизм, как и другие формы позитивизма, на деле переходит в этом вопросе на идеалистические позиции. Это обстоятельство достаточно полно показано в марксистской литературе. Вопрос о первичности материи, природы по отношению к сознанию в принципе решен. Возвращаться к вопросу о том, существует ли материальный мир независимо от человеческого сознания, нередко приходится потому, что существуют и будут в силу известных социальных условий и классовых интересов существовать бесчисленные попытки возродить идеалистическое мировоззрение, давно себя исторически изжившее.

Если «проблема реальности» вновь и вновь возникает с развитием науки, то это вовсе не потому, что наука подвергает сомнению материалистическое убеждение подавляющего большинства ученых в независимом от них существовании Вселенной. В общем это убеждение сейчас менее, чем когда-либо, нуждается в доказательствах. Обсуждение проблемы физической реальности в последние десятилетия вызвано другим: далеко не всегда ясно, что именно в научной теории говорится о реальных процессах, а что является вспомогательным теоретическим допущением. Таково содержание дискуссий о реальности «лоренцовых сокращений» стержня в теории относительности, о реальности «виртуальных процессов» и т. д. Даже проблема реальности общего (классов, множеств) по-новому поставлена в логике и математике.

Несостоятельность «логического» позитивизма как философии науки проявилась в том, что он не помог решать эту проблему, одну из наиболее волиующих современного ученого, поскольку он пытается осмыслить ход и результаты развития науки, — не помог, а предложил снять ее как якобы фиктивную.

Следует отметить, что даже такие лидеры неопозитивизма, как Карнап, отлично понимали, что физические вещи и их психические образы — далеко не одно и то же. Карнап подчеркивал, что «свойства вещей понимаются не как нечто психическое, скажем, образы или чувственные данные, а как нечто физическое, как то, что имеют сами вещи, — сторона, или аспект, или компонента, или признак вещи» (Карнап, 1959. с. 53). «Представителем» этих (объективных) свойств в языке является предикатор — знак предиката (свойства). Эту объективную точку зрения Р. Карнап в своей семантике пытается провести последовательно. Но все дело в том, что с равным правом можно говорить, например, о свойствах четных и нечетных чисел. Какого рода «стороны, или аспекты, или компоненты, или признаки вещей» соответствуют подобного рода предикаторам? В этом-то и заключается трудность, порождающая в разных конкретных случаях «проблему реальности» в естествознании. И вот для «решения» этой-то трудности и предлагается концепция «языковых каркасов» и «внешних и внутренних вопросов существования», согласно которой вопрос о природе объекта объявляется вопросом произвольного выбора «языкового каркаса», а вопрос о существовании, скажем,

виртуальных частиц оказывается равноценным вопросу о существовании решения некоторой математической задачи. Абстрактные объекты вводятся в теорию вместе с принятием «способа говорить о мире», или языкового каркаса — но и «свойства вещей», точнее, сами вещи оказываются столь же абстрактными объектами, так что поиски реально существующих вещей и процессов оказываются лишенными смысла!

Здесь проявилась характерная черта позитивистской «партии середины», отмеченная В. И. Лениным: смешение в каждом отдельном вопросе материалистического и идеалистического направлений. Важно также подчеркнуть, что те материалистические положения, которые столь нередки в работах Карнапа, в особенности последнего периода, нередко имеют и слабости, свойственные старому естественнонаучному материализму, материализму «здорового смысла».

Материализм «здорового смысла» знает лишь материальные вещи и их движения и отношения, с одной стороны, и зеркальные отражения или образы их в сознании — с другой стороны, так что естественно говорить даже о вещах и их «представителях» в языке — именах. Наиболее ярко это проявляется в так называемом «Фидо — «Фидо» — принципе» лингвистического позитивиста Дж. Райла (как собака Фидо имеет представителя, имя «Фидо», так вещи имеют представителей в языке, а что сверх того, то от лукавого). Карнап тяготеет к семантической схеме Фреге «имя — смысл — денотат», стремясь избавиться ее от платонистического наслоения и туманного «смысла», оставляя по возможности имя и объект.

Само по себе возвращение к стихийно-материалистическим представлениям в отдельных вопросах недостаточно для последовательного проведения материалистической линии в философии наук. Необходимо основываться на той форме материализма, которую он получил в трудах Маркса, Энгельса, Ленина.

Уже в 1844 г. Маркс подчеркивал материалистический тезис о том, что природа есть «неорганическое тело человека», «с которым человек должен оставаться в процессе постоянного общения, чтобы не умереть» (1956, с. 565). Но свойства природы, характеризующие ее как объект человеческой деятельности, в том числе познавательной, не существуют в природе непосредственно. «Человеческие

предметы не являются природными предметами в том виде, как эти последние непосредственно даны в природе...» (1956, с. 632). В чем же отличие предметов природы в их непосредственной данности от предметов природы как «человеческих» предметов? Идеализм конструировал это отличие путем анализа познавательного или чувственно-оценочного отношения субъекта к предмету своего знания. Марксизм исходит из материальной практической деятельности как реального общественного бытия индивидов. Поэтому прежде всего он исследовал то, как живой, «чувственный» человек создает продукт своего труда. В ходе труда объективные цели, замыслы человека «овеществляются», «получают форму предметности», по выражению Маркса. В какой степени деятельность человека *создает* здесь свойства предметов?

Вопрос, поставленный и решенный Марксом в ранних рукописях в наиболее общей форме, подробнее рассматривается в его позднейших экономических трудах. Полезность вещи делает ее потребительной стоимостью независимо от общественной формы ее присвоения. «Благо», «ценность», «потребительная стоимость» — таковы свойства самой вещи, когда она попадает в сферу потребления. Поскольку, пишет Маркс, «свойства данной вещи не возникают из ее отношения к другим вещам, а лишь обнаруживаются в таком отношении» (т. 23, с. 67), то в этом смысле потребительная стоимость или полезность является таким же объективным свойством вещей, как и вес, длина и т. д.

Однако свойство быть потребительной стоимостью не является, по Марксу, ее естественным свойством. Люди «приписывают предмету характер полезности, как будто бы свойственный самому предмету, хотя овце едва ли представлялось бы одним из ее «полезных» свойств то, что она годится в пищу человеку» (т. 19, с. 378). Свойства объектов внешнего мира, поскольку последние вступают во взаимодействие с человеком, являются в указанном смысле продуктом общественного развития, общественными свойствами.

Такое развитие концепции материализма о соотношении субъекта и объекта позволяет избежать односторонностей старого материализма и решить проблемы, на которых издавна спекулировал идеализм. Оно имеет то огромное преимущество, что позволяет ясно поставить неисследованные вопросы и тем самым стимулировать их разрешение!

Полезность железной руды как сырья для металлургии — свойство самой руды и никоим способом не порождено человеком, но оно — не естественное, а общественное свойство в том смысле, что открытие его возможно лишь в результате исторического развития общества. Свойство сообщать нечто о проходящих в природе процессах принадлежит самой вспышке сверхновой звезды или другому явлению, но ей, вспышке, «не приходит в голову», что она полезна для решения той или иной теоретической задачи из области астрономии или космогонии. Пользуясь современной терминологией, можно сказать, что свойство сообщать нечто или нести информацию принадлежит самим природным явлениям и в этом смысле независимо от человека, объективно. Но оно имеет общественный характер в том смысле, что объективные процессы и явления *становятся* информацией для человека, когда общественный субъект оказывается способным разгадывать загадки природы. «Извлечь» информацию из природы — дело несравненно более сложное, чем извлечь воду из источника, ибо первая не находится в природе в непосредственном виде, как и полезность вещи вообще. Как оказывается возможным, что природные (и общественные!) процессы, ранее «молчавшие» или выступавшие для человека в качестве «божественных знамений», «разгадываемых» вещателями, вдруг начинают «говорить», сообщать секреты Вселенной — на этот вопрос можно ответить, лишь исследуя историю как природы, так и познающего ее общества. Но на него совершенно нельзя ответить, объявляя природные процессы равноценными «комплексам ощущений».

Идея отражения и понятие истины

Марксистский материализм является продолжателем традиции стихийного материализма естествознания, рассматривающего истину как образ, отраженное действительного положения дел, как то, что соответствует действительности. Самый общий смысл терминов «истина» и «отражение» прост и понятен без дополнительных разъяснений. Если некоторое утверждение истинно, или если оно отражает действительность, то это и значит, что в действительности объективно, независимо от человека и человечества дело обстоит именно так, как сообщается в данном утверждении. С материалистической точки зрения — в полном согласии,

кстати, с представлениями современной логики — обобщение и уточнение понятия «истина» должно исходить из того, чтобы в некотором предельном случае, когда рассматриваются утверждения о мире, свойство «быть истинным» означало то же самое, что свойство «соответствовать действительности».

То обстоятельство, что некоторые человеческие представления оказываются истинными, а некоторые — ложными, не нуждается в теоретическом обосновании: вопрос об истинности человеческих знаний решается не путем остроумных теоретических построений, а на практике, которая в конечном итоге и отделяет истину от лжи. Таковы исходные посылки марксистской философии в вопросе об истине, являющиеся сознательным выражением многовековой практики естествознания.

Вслед за Расселом и Витгенштейн, и позитивисты Венского кружка неоднократно повторяли мысль о том, что действительность может быть дана человеку лишь в виде образа ее. Эту совершенно правильную и даже тривиальную мысль Г. Маргенау выразил следующим образом: «К несчастью, нельзя найти краткого изложения смысла физической реальности отдельно от физической теории: в самом деле, мое убеждение в том и состоит, что реальность не может быть определена, кроме как путем ссылки на преуспевающую физическую теорию» (1951, с. 262). Но так как, по афористическому выражению Л. Витгенштейна, глаз может видеть мир, но не может видеть себя (а тем более свое отношение к миру), вопрос о том, как мысли относятся к действительности, был объявлен псевдопроблемой. И Рассел, и Витгенштейн считали возможным свести анализ знания как образа мира к анализу соответствия структуры языка структуре мира, считая, что в идеальном случае структура языка должна совпадать со структурой мира. Это вовсе не был разрыв с традицией в философии. Нет нужды доказывать, что представление о тождестве структуры языка и структуры мира является воспроизведением в новых условиях старого идеалистического положения о «тождестве мышления и бытия со стороны формы».

М. Шлик провозгласил, что неопозитивизм реабилитирует «старое доброе выражение» «совпадение мыслей с действительностью», рассматривая его как синоним «совпадения (соответствия) мыслей опытным данным». При этом, как известно, понятие «истинность» оказалось приме-

нимым лишь к связи между предложениями, структура языка оказалась избираемой чисто конвенционально, и сам выбор оценивался не по принципу «истинно или ложно», а по принципу «целесообразно или нецелесообразно».

Философский порок «логического» позитивизма заключается в этом отношении отнюдь не в том, что позитивистами были предприняты попытки «измерить» с помощью логики «расстояние» между эмпирическими данными и теоретическими конструкциями. Однако не здесь лежит философский центр тяжести неопозитивистской методологии. Главный порок неопозитивизма в любой его форме — истолкование абстракций науки как «рабочих гипотез», лишенных объективного содержания и призванных лишь упорядочить «элементы опыта».

Следует отметить, что дух конвенционализма противоречит стихийным убеждениям большинства естествоиспытателей. Понимание теоретических конструкций науки как результата свободного мыслительного творчества, как ряда соглашений, единственное разумное требование к которым — внутренняя непротиворечивость и согласие с фактами, казалось бы, должно импонировать ученому, прежде всего своим духом терпимости к альтернативным путям в науке. Однако привлекательность конвенционалистской концепции научного знания на деле гораздо меньше. Ученого, даже если он работает в наиболее абстрактно-теоретических областях, не покидает ощущение, будто он преодолевает сопротивление вполне реального объекта своей деятельности; Фреге был даже убежден, что математик открывает истины точно так же, как географ — неизведанные земли. Низведение роли величайших достижений человеческого духа до функций обычных инструментов практической деятельности по крайней мере вызывает грусть. Мало утешает то, что изобрести математическую схему, которая охватывала бы единым взором и движение частиц в ускорителях, и движение галактик труднее, чем изобрести молоток; есть немало теоретических конструкций, которые приносят пока меньше пользы, чем гвозди и молоток, и не хочется думать, что польза или эстетическое удовлетворение красотой математических построений — единственное, что несет человеку космология или теория элементарных частиц. Наука всегда гордилась тем, что рассказывает человечеству правду о том, что происходит вокруг него; но с тех пор, как оказалось, что истина может быть по

крайней мере несколько и что выбирать между конкурирующими теориями надо так же, как мы выбираем между конкурирующими проектами строительства моста или здания, ни один из которых не является ложным, а, может быть, даже ни один не является лучшим — с тех пор истинность, кажется, перестала быть высшей наградой и высшей оценкой, которую может получить создание ума ученого. Отсюда недалеко и до того, чтобы ученый перестал считать своим священным долгом бороться за истину в науке при любых условиях.

И все же если многие крупные ученые на Западе приняли конвенционалистскую концепцию науки, то объясняется это, помимо социальных факторов, тем обстоятельством, что главный оппонент ее в научной среде конца прошлого — начала двадцатого столетия, «классический» естественнонаучный материализм, показал в условиях революции в естествознании свою несостоятельность.

Противники марксистского материализма неоднократно подвергали критике идею отражения, рассматривая ее как остаток наивного материализма, для которого ощущения «похожи» на прообразы, как один предмет на другой. Следует ясно сказать, что отказ от принципа отражения означал бы разрыв с самим существом материалистической традиции, воспринятой и развитой в материалистической диалектике. Развитие семиотических идей, теории информации и т. д. не дает никаких оснований заменять теорию отражения «теорией символов» или ее модификациями.

Конечно, ощущения можно рассматривать как знаки или символы, что, собственно, и было сделано школой И. П. Павлова, создавшего теорию первой и второй сигнальных систем. Дело, однако, заключается в том, что теорию познания ощущение и всякое знание вообще интересует не с той стороны, с какой оно реализуется в символах, знаках, а с той стороны, которую принято сейчас называть информацией, несомой символами (знаками). За объявлением ощущений символами скрывался тот философский смысл, что отрицалась способность чувственного знания нести сообщение о состоянии дел в объективном мире. Возражая против «теории иероглифов», В. И. Ленин писал: «Изображение необходимо и неизбежно предполагает объективную реальность того, что «отображается» (т. 18, с. 248). В этом и состоит существо термина «отражение». Вовсе не предполагается, что ощущение, если бы его «вынуть» из мозга и

сравнить с предметом, оказалось бы «похожим» на него; таким же образом бессмысленно спрашивать, сколько углов у понятия треугольника, или объявлять понятие треугольника «похожим» на реальные треугольники, так как у тех и других по три угла! Нисколько не облегчается положение, если мы будем «уточнять» понятие «отраженное» с помощью терминов «изоморфизм» или «гоморфизм». Ни изоморфизма, ни гоморфизма между знаниями и действительностью не может быть по той же причине, по которой у понятия и объекта не может быть равного или почти равного числа углов, сторон и т. п. Единственное требование, предъявляемое к отражению, — сообщать об объекте то, что имеет место на самом деле, объективно.

Рассмотрение ощущения не со стороны содержащихся в нем знаний о мире, объективной истины, а как некоего предмета, подлежащего сравнению с другими предметами, принадлежит как раз к иной философской традиции. Конспектируя «Лекции по истории философии» Гегеля, В. И. Ленин отмечает следующее место об ощущениях в теории познания киренаиков: «Киренаики считали истинным ощущение не то, что в нем, не содержание ощущения, но его само, как ощущение» (т. 29, с. 250). Отсюда неизбежно вытекало: «Ощущение есть неопределенно единичное», а если-де включить мышление, то является общее и исчезает «простая субъективность». И, отметив на полях: «NB киренаики и Мах и К^о», В. И. Ленин заключает: «Феноменологии à la Мах и К^о на вопрос об *общем*, «законе», «необходимости» *etc.* неизбежно становятся идеалистами» (т. 29, с. 251). Исходным пунктом материалистического понимания познания является рассмотрение ощущения не просто как феномена наряду с другими феноменами, не просто как знака или сигнала, а как «то, что в нем», «содержание ощущения», и с этой точки зрения как знание, данное в ощущениях, оно должно быть истинным, чтобы вести к практическим успехам.

Но это только исходный пункт диалектико-материалистического понимания познания как отражения внешнего мира. Ибо в отличие от метафизического материализма материализм Маркса — Ленина рассматривает отражение не как мертвое, зеркальное копирование природы, а как активный, творческий процесс, в ходе которого мысль преобразует действительность на изолированные фрагменты, чтобы глубже ее познать.

Эти хорошо известные ленинские положения выражают сущность того, что именуется теорией отражения в диалектическом материализме. «Движение познания к объекту всегда может идти лишь диалектически: отойти, чтобы вернее попасть...» (т. 29, с. 252). Теория познания, совпадающая с диалектикой в этом смысле, является не набором догматических ответов на все мыслимые вопросы — наоборот, она и позволяет ставить вопрос о том, в чем именно заключается отход от «вечно зеленого дерева жизни» в той или иной абстракции, составляющей вместе с тем ступень к познанию конкретного. Такая теория познания всегда открыта обобщениям опыта общественной практики, естественных и общественных наук, так как она и должна сложиться из ряда конкретных областей знания, причем в числе этих областей В. И. Ленин особенно отмечал историю языка (т. 29, с. 314). При этом выраженные в структуре языка и логической структуре мышления связи и отношения марксистский материализм не рассматривает как мертвое воспроизведение структуры мира, поскольку и язык, и мышление складываются на основе практического освоения действительности.

Вопреки первоначальным декларациям о том, что только теория объясняет смысл соответствующего фрагмента действительности, позитивисты становятся на путь поисков «фрагментов реальности» в виде набора «чувственных данных», сопоставление которых с теоретическими построениями и должно служить тем «соответствием мыслей действительности», о котором говорил Аристотель. Но это-то и является псевдопроблемой. В конечном итоге установление истинности теории — дело практики, в частности, если речь идет о естествознании, эксперимента и наблюдения. Коль скоро теория оказалась истинной, задача заключается в том, чтобы понять ее; это и будет «смысл соответствующей реальности». Но для того, чтобы понять, о чем говорит теория, пользующаяся языком высоких абстракций, необходим анализ понятийного аппарата или языка теории.

Сказанное о природе теоретических абстракций относится и к абстрациям возможного, необходимого, действительного. Как нет в объективной действительности стоимости, массы, энергии, информации и т. д. в чистом, непосредственном виде, так нет в ней отдельно возможных, необходимых, случайных, действительных явлений. Все эти категории — средства «отойти, чтобы вернее попасть».

*Творчество и необходимость
в познании и практике*

Если верить современным критикам марксизма, главное противоречие между марксизмом и позитивизмом в вопросе о свободе в научном познании состоит в том, что марксизм считает научные истины однозначно причинно обусловленными внешней действительностью, в то время как позитивизм стоит на позициях «свободного творения понятий». Некоторые критики марксизма считают даже неразрешимой для материализма вообще проблему происхождения заблуждений, так как, подобно всем явлениям сознания, заблуждения являются результатом внешних воздействий на человека, отражением мира в сознании и, следовательно, неотличимы от истины.

Действительное противоречие между марксистским материализмом и позитивизмом заключается не в признании или отрицании свободы, в частности, в научном творчестве, а в признании или отрицании того обстоятельства, что познание истины является предпосылкой господства человека над общественными и природными силами. При этом марксизм творчески переработал достижения традиционного рационализма, провозгласившего свободу «познанной необходимостью», но отнюдь не приемлет не критически этой Спинозовской формулировки.

Рационалистическая философия XVII—XVIII вв. разумность человеческой деятельности прямо и непосредственно выводила из разумности мира, а совпадение того и другого было в конце концов делом «наперед установленной гармонии». С точки зрения Спинозы, для свободы в общепринятом смысле слова никакого места не остается. Индивид одним-единственным способом может установить «разум бытия», и это детерминирует его поведение.

В интерпретации старого рационализма исчезает различие между бессильным осознанием неминуемости собственного рабства и гордым осознанием объективной истины. А у Энгельса речь идет не просто об «осознании необходимости», а о «способности принимать решения со знанием дела» (т. 20, с. 116). А это по существу меняет постановку вопроса.

Принимать решение можно тогда, когда есть выбор. Если выход один, то и решение не нужно. А творчество означает не только выбор из готовых вариантов: в процессе

творчества человек сам мысленно строит разные варианты будущего результата и средств его достижения, чтобы потом избрать наилучший. Необходимость вмешивается в процесс творчества не тем, что сводит к нулю выбор. Но, во-первых, она существенно ограничивает варианты иаличным, достигнутым в процессе исторического развития матерналом. И главное — результат деятельности имеет объективные последствия, становится достоянием не индивида, а общества. Проявлением этого обстоятельства является ответственность.

В работах Маркса, Энгельса, Ленина проблема свободы и необходимости решалась главным образом на материале общественно-политическом, но анализ свободы и необходимости в действиях классов и политических партий чрезвычайно поучителен и для понимания марксистского отношения к свободе в других формах сознания, в том числе и науке.

Аналогично в научном творчестве существенны не мотивы тех или иных решений теоретика, толкнувшие его к выводам. Не здесь следует искать механизм отражения действительности. Существен результат, его значение для науки, существенна ответственность ученого перед наукой за продукт своей деятельности. Эта ответственность имеет много различных аспектов, с теоретико-познавательной точки зрения существен один — истинность теорий как создания человеческого разума. С точки зрения результата безразлично, какими путями к истине человек шел; это обстоятельство является в данном отношении случайным, и здесь создатель теории *свободен*.

Если бы к этому сводилось содержание пресловутого «принципа терпимости», принципа «наука не знает морали», то здесь и спора не было бы. Оставляя в стороне огромную значимость ответственности ученого перед обществом, где наука понастоящему «знает мораль», ограничиваясь одним теоретико-познавательным соображением, можно категорически утверждать: терпимость в выборе путей к истине кончается там, где начинается ответственность за предложенный вариант, и никакого примирения истинны и заблуждения быть не может. Есть научное творчество, где понятия творятся относительно свободно. Есть результат научного творчества, в оценке которого не может быть снисходительности, а должно быть холодное и бесстрастное «истинно», «вероятно», «не доказано», «ложно».

Объявление понятий ученого продуктом свободного твор-

чества должно быть не концом, а началом анализа понятийного аппарата науки. Поставив на этом точку, философ явно или неявно объявляет научные теории не больше чем «рабочими гипотезами». Надо еще определить, в какой степени творение связано предшествующим материалом, в какой степени на него накладываются ограничения эмпирическим базисом теории и каков теоретический результат свободного парения человеческой мысли, обязанной открыть правду.

* * *

Общезвестно деление современной буржуазной философии на «сциентистское» и «антисциентистское» крыло, — последнее относят также к «философии жизни». Хорошо известно также, что независимо от личных пожеланий того или иного философа существо так называемого «сциентизма» — если иметь в виду именно философскую, гносеологическую сердцевину позитивистской программы в различных ее проявлениях — не так уж далеко от иррационалистической «философии жизни», поскольку ограничивает разум, чтобы уступить место вере. Менее известно, что оба крыла базируются на абсолютизированной разных сторон одних и тех же теоретических источников. Крупнейшие представители экзистенциализма начинали с феноменологии Гуссерля; на Гуссерля же большое влияние оказала логико-семантическая концепция Фреге, его теория значения и смысла. Из Фреге же исходил и Рассел, и Карнап. Но в центре внимания последних оказались проблемы теории доказательства, или — в области семантики — переноса истинности значений с одного предложения на другое. Это повлияло и на своеобразие их философских позиций. С другой стороны, Гуссерль больше всего интересовало «придание смысла» явлениям (*die Sinngebung*); в экзистенциализме концепция «понимания» получает полностью или в основном иррационалистический характер. Достаточно одеть мир в тот или иной «понятный костюм» путем интуитивного «усмотрения сущностей» (*die Wesensschau*), чтобы мир был «объяснен» — такова в сущности картина познания, рисуемая этим направлением; из него, как из самой философии познания, устранен доказательный, дискурсивный элемент, гарантирующий возможность различать истину и заблуждение. В позитивизме же расцветает и всячески обосновывается предрассудок о том, что «понять — значит запомнить и научиться употреблять».

Материалистическая в существе своем традиция критики философских спекуляций получила полное развитие в марксизме, для которого идеология и философия в том числе являются или должны являться столь же доказательными, как и наука. С точки зрения логики это означает, что по крайней мере противоречить формально-логическим законам не должно никакое диалектическое по содержанию рассуждение. «Логической противоречивости», — при условии, конечно, правильного логического мышления — не должно быть *ни* в экономическом *ни* в политическом анализе» (Ленин, т. 30, с. 91); концепции «ультралевых», превращавшие анализ противоречий действительности в противоречивые построения, В. И. Ленин назвал «карикатурой на марксизм».

Какие вопросы, в том числе философские по своему характеру и значению, могут быть решены средствами формальной логики — ответить на это может лишь практика научного познания. Речь идет не о том, чтобы как-то заранее ограничить сферу формальной логики, а о том, чтобы ее применение не вело к *философским ошибкам*. Это требует, в частности, понимания характера самих логических систем, умения выделить предпосылки, принимаемые при построении той или иной системы, и выводы из этих предпосылок, и не путать их с результатами исследования научных теорий средствами данной логической системы.

ЯЗЫК ЛОГИКИ

1. СМЫСЛ ЛОГИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ

В современной зарубежной литературе нет недостатка в критике по адресу «логического» позитивизма, по крайней мере в его старой форме, форме 30—40-х гг. Коснемся здесь в первую очередь вопросов, связанных с итогами и перспективами применения формально-логического аппарата в области, обычно именуемой «логикой науки».

Лейтмотивом целого ряда критических выступлений является обвинение «логического» позитивизма в подмене реальных научных понятий формально-логическими их реконструкциями. При этом критика методов «логического» позитивизма смыкается с критикой формалистического направления в метаматематике, не угасающей в среде математиков уже несколько десятилетий.

Примером резко критических выступлений подобного рода в области философии математики может быть ряд работ английского математика Имре Лакатоша (Лакатос), хорошо известного советскому читателю благодаря увлекательной книге «Доказательство и опровержение. Как доказываются теоремы» (1967). Оценивая «формализм», Лакатош приходит к выводу, что «для живой математики непригодна эта мрачная альтернатива машинного рационализма и иррационального отгадывания вслепую» (с. 9). Выход в области логики Лакатош усматривает в развитии общей теории решения задач и «ситуационной логики», т. е. «логики открытия» К. Поппера.

В области общей философии науки и теории познания подобные аргументы выдвигаются прежде всего представителями школы английских «аналитиков», в значительной степени испытавшей влияние позднего Витгенштейна, а

также другими философами и логиками. Так, П. Эчинштейн в ряде публикаций главный недостаток «логического» позитивизма усматривает в забвении живой жизни научных теорий за формальными построениями. По его мнению, вместо того чтобы заниматься формальными реконструкциями понятий науки, следует изучать теории в их действительном функционировании. Предложенная Эчинштейном характеристика объяснения в науке показывает, чем бы он хотел заменить формально-логические построения. Эчинштейн основывается на таких схемах: « A стремится объяснить q определенным способом в ситуации S , ссылаясь на E или на некоторое число вещей, среди которых E является главнейшим»; « A стремится сделать q понятным определенным лицам в ситуации S , ссылаясь на E или на некоторое число вещей, среди которых E является главнейшим, при условии, что то, во что A верит, есть или может быть правильным ответом на Q » и т. д.

Нет никакого сомнения, что содержательный анализ процесса решения математических задач в работах Пойя (1957, 1970), Лакатоша и др. имеет большое теоретическое и педагогическое значение. Может быть подвергнута сомнению педагогическая и тем более теоретическая ценность альтернативы формальному анализу описания и объяснения в науке, предложенной П. Эчинштейном и другими авторами. Ясно, однако, что инициатором некоторая реакция на экспансию формально-логических методов и на тот подход к решению методологических задач дедуктивных наук, который ассоциируется с термином «формализм». Налицо стремление обратиться «непосредственно к мыслительному акту» *вместо* построения его формального аналога, реализуемое нередко в призывах к созданию новых, содержательных логик.

Математическая логика исследует формализованные системы, представляющие собой анатомизированное мертвое тело некоторых ветвей человеческого познания, а не его живую действительность — таков лейтмотив подобных выступлений.

Повод для такого истолкования смысла формально-логических построений дали прежде всего сами логики, притом отнюдь не обязательно позитивистского унастроения. Сошлемся на Лукаевича, по своим философским унастроениям близкого к неотомизму. Приведем несколько цитат из книги, где говорилось о формах мышления, Лука-

севич отмечал: «В обеих цитатах я нахожу выражение «форма мышления», которое я не понимаю. Мышление есть психическое явление, а психическое явление не имеет протяженности. Что же имеется в виду, когда говорят о форме объекта, который не имеет протяженности? Выражение «форма мышления» неточно, и мне кажется, эта неточность возникает из ошибочного понимания логики. Если вы основательно полагаете, что логика есть наука о законах мышления, вы будете склоняться к мнению, что формальная логика есть исследование мышления» (1959, с. 48).

Логик такого умонстроения стал бы несколько спокойнее, если бы вместо слова «форма» говорили «структура», но слово «знание» по-прежнему внушало бы ему недоверие. Однако нельзя не видеть, что подобные рассуждения отнюдь не являются серьезным аргументом против того, что логика исследует структуру знания или законы мышления.

Логические системы строятся не сами для себя, а как описание некоторых процессов, происходящих вне теоретической логики. Можно спорить о том, описывают ли логические системы реальный процесс открытия или доказательства или они только формируют требования, нарушать которые не может ни одно теоретическое построение по крайней мере в области дедуктивных наук. Но невозможно оспаривать тот факт, что при соответствующей интерпретации логические системы должны соответствовать чему-то, а именно — реальному процессу доказательства (или логического следования) по крайней мере в дедуктивных науках.

Вывод в формальной логике не может быть, конечно, отождествлен с реальным процессом работы человеческого мозга по получению каких-то следствий из посылок. Но неверно было бы заключать отсюда, что последние процессы описываются психологией, логика же не имеет к ним никакого отношения. Вывод в математической логике есть формальное построение, на котором изучаются свойства реальных логических рассуждений. Теории вывода строят абстрактные знаковые модели вывода, которые могут быть использованы для описания тех или иных сторон мышления с помощью специально подобранных интерпретаций, и, таким образом, лишь частично совпадают с эмпирическим материалом, на котором интерпретируются.

В этом смысле современная формальная логика так же, как и традиционная, исследует формы мысли — не некие

пространственные конфигурации психических состояний, имеваемых «мыслями» или «знаниями», а способы организации, или структуры, научных знаний. Действительно, формальная логика используется для построения и изучения свойств формализованных теорий. Но формализованные теории — это всего лишь аналоги определенных содержательных теорий, они строятся так, чтобы каждое истинное утверждение исследуемой содержательной теории имело аналог в виде истинного утверждения формализованной теории (формализованного языка). Что же касается формализованных языков, то их структура является совершенно четкой, — в них явно выделены элементы и логические отношения между ними. Поскольку эти элементы интересны всего лишь как аналоги соответствующих фрагментов содержательной теории, изучение отношений между ними позволяет сделать выводы об отношениях между соответствующими элементами содержательных теорий, т. е. о структуре этих фрагментов человеческих знаний.

Нельзя не согласиться с замечанием А. А. Зиновьева: «Дело просто в том, что отношение логических систем к интеллектуальной деятельности утратило (если оно вообще когда-либо было таким) тривиальный характер непосредственного совпадения теоретического с эмпирическим и оказалось опосредованным специальным исследованием» (1962, с. 6). Соотнесение результатов исследования с реальностью стало в логике поэтому едва ли не столь же сложной проблемой, как, например, в физике. Продолжая эту аналогию, можно было бы сказать, что и «традиционный», и современный физик при изложении классической механики используют, например, понятия «материальной точки» и мгновенной передачи воздействия на любое расстояние, но при этом «традиционалист» искренне верил, что мир состоит из точек и от Солнца к Земле воздействия передаются мгновенно, а современный физик понимает, что это — допущения, серьезно обоснованные и отражающие поэтому в некоторой степени реальное положение дел, однако, все же достаточно односторонние и принимаемые поэтому с большой условностью. Аналогичные соображения должны быть приняты во внимание и при анализе результатов исследования структуры знания современной формальной логикой.

Решительные декларации многих логиков о том, что они занимаются не исследованием реальных психических актов,

а построением некоторых формальных объектов, удовлетворяющих четко сформулированным требованиям, имели источником тенденцию к преодолению психологизма в логике, действительно тормозившего развитие формальной логики как науки. Психологизм нашел яркое проявление в учении Канта об аналитическом и синтетическом, основанном на туманных рассуждениях о том, что «содержится в понятии», «несодержится в понятии», «содержится в скрытом виде» и т. п. Именно ссылка на психологические оценки не позволяла явно определить в каждом конкретном случае, является ли утверждение аналитически истинным, а определение класса аналитически истинных предложений для каждой содержательной теории является делом первостепенной практической значимости. Традиционная формальная логика лишь усугубила этот недостаток логики Канта, оперируя по-прежнему «расчленением представлений», «соединением представлений» и т. п. Замена ссылок на мнимую психологическую очевидность точными критериями, формулируемыми на математическом языке, несомненно означала решительный шаг вперед в развитии формальной логики. В этой связи можно сразу сказать, что если речь идет о подмене современной формальной логики ее математическим по методам аппаратом чем-то психологически более правдоподобным, но лишенным всех преимуществ точности, то этот лозунг «назад, к психологизму» является явно реакционным. Речь может идти о расширении фронта работ, об анализе значимости и подлинного смысла полученных результатов; но коль скоро «новые логики» будут строиться как формальные дисциплины, они будут нести на себе печать слабостей ныне сложившихся логических систем.

И все же можно утверждать, что стремление к «депсихологизации» формальной логики принесло и некоторые нежелательные последствия. Принципиальный отказ логиков от апелляции к психологическому материалу прежде всего не способствовал пониманию результатов, полученных при анализе научного знания логическими средствами. Недостаточно ясным оказывается, что же в действительности говорит математическая логика о реальном процессе рассуждения. Это обнаруживается каждый раз, когда замечают несоответствие логико-математических схем «нашей интуиции», но разрыв между представлениями о мыслительной деятельности как совокупности некоторых

психологических актов и ее описанием в логике продолжает оставаться весьма заметным.

«Логический» позитивизм как философское течение не может быть отождествлен с так называемым формализмом в метаматематике. Но известная связь между установками «логических» позитивистов и методами формализма несомненно имеется. В особенности следует отметить родство методологии позитивистов с некоторыми установками логицизма.

Логицизм как метаматематическая программа может быть оценен в свете итогов исследований в области оснований математики достаточно ясно. Если говорить собственно о его метаматематической содержании, то оценка его не может быть однозначной. Программа логицизма была полезной в том смысле, что вдохновила огромную работу, позволившую в конце концов выразить на языке логики самое существенное в содержании математического словаря и добиться больших успехов в обосновании математики с помощью сравнительно простой унифицированной системы аксиом и правил вывода (Черч, 1965). Но общеизвестен и тот факт, что программа логицизма оказалась невыполнимой: из чистой логики математика получена быть не может.

Идеал логицизма, отстаивавшийся, в частности, Карнапом, предполагал следующую схему: логика — математика — эмпирические науки. Даже те математики, которые не разделяли логицистской программы в целом, сходились на том, что течение, возникшее из задачи укрепления основ математики, «преследует гораздо более широкие цели; оно стремится создать единый аппарат понятий, который мог бы служить общим базисом для всего человеческого знания» (Тарский, 1948, с. 20). Уже тогда, когда писались эти строки, было ясно, что математическая логика далеко не всегда может служить подобной цели, что справедливо отметила в примечании к ним С. А. Яновская. Но вопрос можно поставить и иначе: не влияет ли на оценку логицистских идеалов тот факт, что предполагаемая в качестве средства достижения столь широких целей логика является *математической* логикой?

Действительно, математический словарь в его существенной части удалось свести к логическому. Но при этом само построение логики пришлось осуществить так, что оно основывается на некоторых математических по существу предпосылках, таких, как понятие функции, переменной,

множества (класса); даже понятие «значение» формулируется в логической семантике таким образом, чтобы оно согласовалось с обычным для математика представлением о значении функции, значении переменной и т. д. Не будет ли честнее прямо сказать, что использование в логике науки собственно «чистой логики» предполагает изначальное неформальное введение явно математических понятий и представлений?

С этим связано другое обстоятельство. Проявляя большую осторожность в сопоставлении логико-математических схем с актами интеллектуальной деятельности, логики, как правило, с большой легкостью апеллируют к аналогиям из области «естественного языка». В сущности, логика рассматривается очень часто как тот же «естественный язык», только лишенный недостатков туманности и неопределенности, хотя и довольно искусственным образом. Не задумываясь, авторы учебников подставляют вместо переменных в формулы логики предложения «естественного языка», чтобы получить примеры логического вывода или трудностей, подобных «парадоксам матеральной импликации», — хотя известно, что значениями пропозициональных переменных являются абстрактные объекты «истина» и «ложь» (в двухзначной логике). Конечно, формальная логика должна интерпретироваться как-то на естественном языке, иначе она была бы бессодержательной; но, вероятно, отношение логических схем к естественному языку не менее сложно, чем отношение их к актам интеллектуальной деятельности.

В настоящей главе будет сделана попытка оценки *выразительных возможностей языка логики*, прежде всего в ее «классической» части. При этом предполагается явно отделить рассуждения о естественном языке от рассуждений о логических объектах, чтобы прояснить связь между первыми и вторыми.

С этой точки зрения важным, на наш взгляд, является различие между теоретическим и внетеоретическим смыслом, связанное с понятием свойств объектов, зависящих и не зависящих от способа их именованя (арифметизации). Обратимся к аналогии, чтобы пояснить, что имеется в виду.

В соответствии с принципами «Эрлангенской программы» Клейна содержание геометрии составляет изучение тех свойств фигур, которые не меняются при всевозможных движениях, — а не просто «пространственных свойств фигур».

Эта идея может быть расширена до аналогии с механикой. При этом оказывается, что такие понятия механики (кинематики), как «траектория», «скорость», «ускорение», вообще говоря, «сами по себе никакого механического смысла не имеют и рассматриваться механикой не могут... Механический смысл имеют только такие свойства (движущихся) тел, которые не меняются при преобразованиях Галилея» (Яглом, 1969, с. 30—31).

Может быть, требование, предъявляемое к выражениям для того, чтобы они имели теоретический смысл, можно ослабить. Понятие «траектория», «скорость», «ускорение» в отличие от понятий «валентность» или «гениный дрейф» могут быть выражены на языке кинематики и в этом понимании имеют механический смысл. Но кинематика не занимается определением конкретных траекторий, скоростей и ускорений. Более того, она не указывает для произвольного объекта, является ли он траекторией, скоростью, ускорением или не является. Каждая теория содержит средства определения некоторых классов объектов, и, строго говоря, только эти объекты имеют для нее смысл. Геометрия Евклида определяет класс свойств объектов, сохраняющихся при поворотах на угол и параллельном переносе на плоскости, и только соответствующие термины имеют геометрический смысл. Аналогично в механике все имеющие механический смысл явления должны записываться в виде формул, инвариантных относительно некоторых фиксированных преобразований (сохраняющих свой вид при этих преобразованиях).

Закон, формулируемый данной теорией, может быть записан и с помощью выражений, содержащих ссылки на свойства, зависящие от способа именованя объектов (в частности, их арифметизации). Но предпочтительнее запись закона в таком виде, чтобы в нем фигурировали ссылки исключительно на те величины или, шире говоря, свойства объектов, которые не зависят от способа их измерения, арифметизации, именованя, или запись в форме некоторого инварианта относительно фиксированного класса преобразований.

В самом широком смысле может быть проведена аналогия с любым пониманием слова «закон». Закон есть общее в явлениях, есть существенное отношение. Иными словами, утверждение имеет статус закона, если в нем говорится о свойствах или отношениях, определенных на любом объек-

те или на n объектах данного класса. Имя конкретного объекта здесь является «вариантой» величиной, которую в формулировке закона желательно опустить, указав лишь общее условие, независимое от того, на какие именно объекты оно накладывается. Если в общем случае такое представление о законе может оказаться излишне сложным, то к логике оно по крайней мере легко применимо. Законы логики формулируются в виде логических теорем (в том числе аксиом), истинность которых не зависит от выбора конкретных констант и места переменных.

Тот факт, что построение логики начинается с некоторых в сущности общематематических идей, является общепризнанным. Добавляя к их числу идею инвариантности законов в некотором неформальном смысле, можно отчетливо сформулировать отношение к логицистским и формалистическим представлениям о смысле логических законов (теорем логики).

Формалистический метод построения логико-математических систем таким образом, что знакам изначально не приписывается вообще никакое значение и лишь впоследствии точно определяется, какие значения могут получать переменные и функции, как можно оперировать тем или иным символом, полностью оправдал себя в развитии науки. Представление о математике как об «игре со знаками» есть абстракция, относительно плодотворная. В некотором смысле (который будет уточнен ниже) вполне приемлемо также рассмотрение логических законов как тавтологий, ставшее обычным в современной логике. Это, однако, не означает, что логические законы суть пустые схемы, лишённые какого бы то ни было смысла. Наоборот, с указанной точки зрения лишь свойства, выраженные в той или иной формулировке логических законов, имеют *логический смысл* (по аналогии с тем, что говорят в геометрии о геометрическом смысле или в механике — о механическом смысле). Свойства какого объекта или каких объектов могут быть полностью или частично определены средствами логики как науки? Вряд ли нужно обосновывать ту мысль, что таким объектом является доказательство, или логическое следование, или логическая структура по крайней мере некоторых научных теорий. Очевидно, что любой логик принимает в качестве исходного требование выразить в терминах логики такое свойство, как непротиворечивость, присущее «хорошим» теориям; это требование,

как и многие другие, не выдуманно логиком для собственного удовольствия, а навязано содержанием той работы, для которой логика создается. Если «тавтологичность» законов логики понимать как утверждение о том, что последние не несут никакой информации о внешнем мире, то надо принять во внимание прежде всего то обстоятельство, что логика и не обязана давать такой информации; действительно, из принятия закона непротиворечивости не следует, что в объективной действительности нет и не может быть противоречий. Из него не следует даже, что в конкретных научных теориях, в том числе весьма «хороших», не бывает противоречий; но противоречий в теориях *не должно быть*, их надо устранять, если они появляются, и это содержательное требование находит свое выражение в «тавтологии» $\neg(A \wedge \neg A)$. Это, впрочем, не снимает вопроса о том, как косвенным образом свойства объективного мира находят свое выражение в логических законах.

Учитывая по возможности полно те содержательные требования, которые предъявляются при построении различных логических систем, можно более трезво оценить картину состояния наших знаний, рисуемую с помощью логики.

2. ИСЧИСЛЕНИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЙ

Термин «исчисление предложений» будет употребляться как более адекватный перевод «propositional calculus», следуя замечанию О. Ф. Серебряникова. Изложенные ниже соображения не претендуют на построение семантики в собственном смысле слова. Скорее их следует рассматривать как неформальное дополнение к некоторым попыткам дать содержательное истолкование различных, в том числе модальных, логических систем. От этих работ предлагаемая точка зрения отличается явным различием предложений логики от предложений «обычного» языка.

Предложение

Переменная, как говорилось, есть место, на которое может быть подставлено имя любого конкретного объекта из области определения переменной, являющегося значением данного имени. Иными словами, вместо переменной подстав-

ляется имя константы. В логике вместо пропозициональных переменных подставляются *истинностные значения*; пропозициональная константа есть имя истины или лжи (в двузначной логике). Как применять формулы логики *вне логики* — это особый вопрос. Чтобы заранее не отождествлять «язык логики» и «обычный язык», будем описывать тот и другой с помощью различных метаязыков. Для описания «обычного» языка будем использовать метаязык Λ , в котором переменные будут обозначаться строчными греческими буквами с индексами или без них — $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \beta, \dots$ и т. д. Для описания языка логики будем использовать метаязык L , в котором для обозначения переменных (пропозициональных) будем использовать строчные латинские буквы $p, q, r, \dots, x_1, x_2, \dots$ — с индексами или без них.

Пропозициональная переменная в Λ есть место, на которое может быть поставлено любое конкретное предложение. Точнее, на место переменной может быть написано *имя* предложения, т. е. некоторая совокупность знаков (букв); объектом, обозначенным данным именем, является мысль, выраженная в предложении, или *смысл* предложения, или информация, содержащаяся в предложении. Иными словами, информация, содержащаяся в предложении, есть значение константы, подставляемой вместо переменной в Λ . Двум предложениям языка, описываемого в Λ , соответствует одна постоянная, если и только если они имеют одинаковый смысл. Имеют ли они одинаковый смысл — этот вопрос решается на основе интуиции (понятие «информация» употребляется здесь в обычном, нетеоретическом смысле слова, как синоним слова «сообщение»).

На место переменной в L может быть подставлена или другая формула по заранее оговоренным правилам, или имя константы, значением которого есть истина, ложь или другие логические объекты, если это специально оговорено. Иными словами, областью определения переменной в L является множество логических значений, в двузначной логике — множество $\{И, Л\}$.

Представляется, что сказанное является большим, чем соглашение. Конечно, такого различения области определения можно и не принимать. Но бесспорно другое: в сильном смысле этого слова понятие «смысл» не имеет смысла в логике высказываний. Можно, правда, считать, что понятие «смысл» *выразимо* в логике, так как в логике

употребляются *разные* пропозициональные переменные для обозначения разных истинностных значений, а можно предполагать, что если различаются истинностные значения предложений, то это является следствием различия смыслов предложений. Иными словами, предполагается как будто, что предложения имеют различный смысл, если и только если они имеют или могут иметь различное истинностное значение. Тем не менее фактом является то, что в логике вместо переменных подставляются не «информации» или «смыслы», а лишь логические валентности (значения), и что определение того обстоятельства, имеет ли предложение смысл и какой именно, выходит за сферу компетенции логики. Поэтому удобнее с самого начала об этом сказать ясно. Это дает возможность без угрызений совести, употребляя пропозициональные переменные (в Λ), говорить о том, что Э. Уркварт называет «кусками информации» (*pieces of information*) и А. Гжегорчик — информацией, содержащейся в атомарных предложениях.

Вместе с тем указанный подход запрещает непосредственно относить к языковой и психологической реальности формулы логики. Вследствие этого, например, формула $p \supset (q \supset p)$ не имеет в себе ничего парадоксального, так как значением ее не является предложение типа «если дважды два четыре, то если снег черен, то дважды два четыре». С другой стороны, формулу $\neg \alpha \wedge (\alpha \vee \beta) \supset \beta$ допустимо считать схемой рассуждения, а формулу $\neg p \wedge (p \vee q) \supset q$ не обязательно считать ее адекватной формулировкой на языке логики, так как на языке логики она получает новый, обобщенный смысл, выяснение которого в общем случае не достигается путем прямой интерпретации на естественном языке.

Следовательно, «парадоксы» материальной импликации парадоксами в общем-то не являются. Но это не значит, что вся работа по их устранению — плод недоразумения, ибо об отношении логики к языку пока не говорится ничего.

Отношения между предложениями

Предполагается, что в Λ описывается какой-то связанный текст, скажем, текст некоторой научной теории. Среди множества предложений, которые в этом тексте сформулированы и могут быть сформулированы, найдутся такие,

которые можно объединить, в одно сложное предложение. Информация, содержащаяся в этом сложном предложении, является объединением информации, содержащихся в каждом элементарном предложении. Предполагается при этом, что все элементарные предложения при этом как-то связаны друг с другом по смыслу (содержащаяся в каждом из них информация *релевантна*). Сточки зрения интуиции это наиболее очевидно в случае, если все объединяемые предложения представляют собой различные (по смыслу) ответы на один и тот же вопрос. Будем называть объединяемые таким образом предложения *альтернативами* и операцию объединения обозначать « \vee » (читается «или»). Переводя сказанное на язык алгебры и употребляя вместо « \vee » алгебраическую операцию « \cup », скажем, что операция объединения подчиняется законам объединения множеств:

$$\begin{aligned} A \cup A &= A, \\ (A \cup B) \cup C &= A \cup (B \cup C), \\ A \cup B &= B \cup A, \end{aligned}$$

где A , B , C обозначают множества предложений $\{\alpha\}$, $\{\beta\}$, $\{\gamma\}$, состоящие из одного предложения или нескольких объединенных предложений. Предполагается также наличие «пустого» («бессмысленного») предложения, для которого справедливо

$$A \cup 0 = A.$$

Понятие отрицания используется при этом неявно, так как предполагается, что предложения различны по смыслу и в альтернативе $\alpha \vee \beta \vee \gamma \dots \alpha$ не тождественно (по смыслу) β , β не тождественно γ и т. д. При желании можно рассматривать β как отрицание α , γ как отрицание β и т. д., хотя не предполагается, что альтернативы на самом деле полностью отрицают друг друга. Альтернативные гипотезы в науке нередко оказывались совместимыми. Предполагается, однако, что на каждый вопрос даются все альтернативные ответы.

Будем считать, что множества предложений можно некоторым образом *упорядочивать*, введя отношение возможности β относительно α и определив его следующим образом:

β возможно относительно α (сокращенно $M(\alpha, \beta)$ или $\alpha \supset \beta$), если и только если выполняются следующие требования:

$M(\alpha, \alpha)$ (рефлексивность);

если $M(\alpha, \beta)$ и $M(\beta, \alpha)$, то $\alpha = \beta$ (антисимметричность);
если $M(\alpha, \beta)$ и $M(\beta, \gamma)$, то $M(\alpha, \gamma)$ (транзитивность).

Множество предложений, описываемых в Λ , является таким образом частично упорядоченным. Отдельные участки языка можно и полностью упорядочить, потребовав, чтобы для каждой пары предложений выполнялось условие $M(\alpha, \beta)$ или $M(\beta, \alpha)$. Такие подмножества предложений в Λ будут называться *возможными мирами*.

Можно вспомнить примеры возможных миров из предшествующей главы. Поскольку выражение « β возможно относительно α » громоздко, будем читать его «если α , то β ». В приведенных примерах линейно (полностью) упорядоченные множества предложений можно прочесть так: «если первым вынут черный шар, то вторым вынут черный шар; если вторым вынут черный шар, то третьим вынут белый шар; если третьим вынут белый шар, то четвертым вынут белый шар». Это будет один возможный мир из шести, приведенных в примере. Подчеркнем, что отношение «если, то» здесь антисимметрично: определяется возможность третьего шара по отношению ко второму, а не наоборот. То же самое требование можно предъявить и в примере с высокими, низкими и средними блондинами, брюнетами, шатенами и рыжими. Правда, здесь можно возразить, что последовательность классификации не имеет такого принципиального значения, как в примере с шарами, и, начиная с деления на мужчин и женщин, можно прийти в точности к тем же возможным мирам, как и начиная с деления на высоких, низких и средних людей. Но это возражение будет здесь отведено по тем соображениям, что «в точности то же» должно означать «в точности то же по смыслу», а в общем случае последовательность постановки вопросов в формулировке альтернативных ответов на смысл влияет. Поэтому предпочтительнее просто утверждать, что одно и то же множество предложений может быть упорядочено различным образом, отношение «если..., то...», понимаемое как отношение по смыслу, рассматривать как антисимметричное и понятие эквивалентности ввести лишь при переходе к логике или для более сложных случаев эквивалентности по смыслу — отдельно. Условие антисимметричности означает, что эквивалентные предложения (т. е. такие, что $\alpha \supset \beta$ и $\beta \supset \alpha$) эквивалентны по смыслу и таким образом по определению неразличимы (являются одним и тем же предложением).

Таким образом, будем считать, что не влияет на смысл только порядок перечисления альтернатив в силу $A \cup B = B \cup A$. Что же касается эквивалентности по смыслу (неразличимости) возможных миров, то изменение порядка следования друг за другом возможных друг относительно друга предложений делает в общем случае миры неэквивалентными.

Для приведенных примеров нет нужды определять, какие возможные миры являются альтернативными, ибо в каждый из возможных миров входит либо предложение из данного фиксированного класса, либо его альтернатива. Но подобные упорядоченные множества являются, вообще говоря, лишь одними из подмножеств множества предложений, описываемых в Λ . В тексте может быть поставлено много разных вопросов и предложено много разных альтернатив, и можно поставить вопрос более общим образом: имеется ли возможность для двух произвольных линейно упорядоченных последовательностей в Λ сказать, что они являются альтернативными?

Ответим на него следующим образом: если в двух возможных мирах K и M имеются такие $\alpha \in K$ и $\beta \in M$, что α является (по смыслу) альтернативой β , то миры K и M будем называть альтернативными. Таким образом, в общем случае мы не будем требовать, чтобы для данного множества A предложений в каждый из альтернативных возможных миров входило либо предложение α ($\alpha \in A$), либо его альтернатива; достаточно, чтобы по крайней мере об одном из предложений в каждом и двух возможных миров можно было сказать, что оно альтернативно некоторому предложению в другом мире. Добавим, что то обстоятельство, что здесь имеет место альтернатива, далеко не очевидно и может потребовать специальных изысканий.

Если $M(\alpha, \beta_i)$ и для каждого $i \neq 1$ $\beta_i = 0$, или, попросту говоря, если, кроме β_1 , никакое иное предложение невозможно относительно α , то будем говорить, что β_1 необходимо относительно α или что принятие α *вынуждает* принять β_1 . Естественно, что если дан некоторый возможный мир, то относительно этого возможного мира каждый предшествующий член последовательности вынуждает последующий член последовательности.

Определение истинности

Каждое предложение в Λ говорит (сообщает, информирует и т. п.) нечто о действительности, о чем-то отличном от него самого; в противном случае оно ничего не говорит (имеет 0 информации, бессмысленно). Но произнести предложение — еще не значит утверждать, что дело обстоит именно так. Когда мы формулируем альтернативные ответы на поставленный вопрос, то мы еще в общем случае не утверждаем, что дело обстоит именно таким образом; мы полагаем лишь, что утверждаться может одна из альтернатив. Будем исходить из того, что истинным (ложным) может быть лишь утверждаемое предложение, и дадим такое (неформальное) определение истинного предложения: α истинно, если и только если α и утверждается, что α .

Соответственно определение ложного предложения будет выглядеть следующим образом: α ложно, если и только если не α и утверждаться, что α .

Влечет ли такое определение семантические парадоксы? Воспользуемся известным примером Лукасевича и сделаем по очереди две подстановки вместо α , полагая при этом, что «предложение « α » истинно» есть синоним « α истинно». Пусть единственным предложением, напечатанным в некоторой книге на 10 стр., есть предложение «предложение, напечатанное в книге на 10 стр., ложно». Подставим в правой части определения конкретное предложение вместо переменной α , а в левой части — другое выражение вместо переменной, а именно «предложение, напечатанное в книге на 10 стр.». Получим: «Предложение, напечатанное в книге на 10 стр., истинно, если и только если предложение, напечатанное на 10 стр., ложно и утверждается, что предложение, напечатанное в книге на 10 стр., ложно».

По крайней мере явно это выражение уже не имеет парадоксальной формы. Его можно рассматривать как определение условий, при которых ложное предложение можно считать истинным: ложное предложение можно считать истинным, если оно содержит также и указание на то, что оно ложно. Выполнимо ли это условие — это вопрос другой, и можно отдельно утверждать, что оно невыполнимо, так как предложение может говорить о чем угодно, но не о самом себе.

Нетрудно видеть, что здесь неявно соблюдено требование, выдвинутое Тарским: различается язык логики и ме-

язык для логики, которым по существу является Λ . Существенно, однако, следующее: не обязательно считать, что предикат «истинный» приписывается *имени* предложения, а не его смыслу или мысли, выраженной в предложении. Источником затруднений явилось то обстоятельство, что переменная, т. е. пустое имя, вдруг стала именем конкретного одного-единственного объекта благодаря тому обстоятельству, что на стр. 10 оказалось одно-единственное предложение. Устраивать парадокс можно и идя по пути накладывания ограничений на подстановки вместо α .

Определение логических функций

Для перевода утверждений в Λ в утверждения в L необходимо на основе определений в Λ указать условия приписывания значений выражениям в L . Выражения в L (правильно построенные формулы L) суть переменные и логические функции.

Можно принять следующее условие приписывания значений пропозициональным переменным в L :

p истинно, если и только если α истинно,

где p — имя α и имя любого β, γ, \dots , истинного тогда и только тогда, когда истинно α . Отображение множества переменных в Λ в множество переменных в L , таким образом, гомоморфно. Это и не дает возможности подставлять α вместо p , и наоборот. Говоря « p есть имя α », будем иметь в виду, что это весьма условное выражение, ибо p есть также имя любого другого предложения, истинного при тех же условиях, при которых истинно α , а множество всех таких условий не может быть определено. Обобщая это обстоятельство, будем считать, что p есть имя объекта «истина» и записывать это: $p = 1$.

Аналогичное определение может быть дано для « p ложно» или $p = 0$.

Известно, что одноместная логическая функция «отрицание» является наиболее капризной, и от содержательных предпосылок, принимаемых при ее определении, зависит характер соответствующих логических систем. Предлагаемая редакция этих содержательных предпосылок совпадает в общем с уже принятыми в литературе, отличаясь от них способом изложения.

Иногда говорят, что отрицание привносится в процесс наблюдения логикой, так как акты наблюдения дают

лишь позитивные результаты, и из того, что наблюдалось яблоко желтое и яблоко красное, не следует, что в наблюдении было «не-желтое яблоко». На это можно возразить, что несовместимость различных восприятий является, по-видимому, более ранним психологическим законом, чем логика. Но достаточно утверждения, что до построения логической теории, на уровне интуиции ясно, что отрицанием предложения α является его альтернатива, хотя бы обе альтернативные гипотезы частично совпадали по смыслу.

Поэтому при построении функции отрицания можно пойти по такому пути: считать, что если в предложении объединено n альтернатив, то в L ему соответствует функция $x_1 \vee x_2 \vee \dots \vee x_n$, где $1, 2, \dots, n$ являются истинностными значениями и, например, $N(x_1) = 2$ (отрицание $x_1 = 2$), $N(x_2) = 3, \dots, N(x_{n-1}) = n$. Так можно построить семантику для многозначного (в том числе бесконечнозначного) варианта логики и затем рассматривать в качестве частного случая двузначную. Этот подход неудобен тем, что, во-первых, число истинностных значений каждый раз будет зависеть от числа альтернатив, во-вторых, в случае не только бесконечного, но и достаточно большого числа альтернатив либо слишком велика будет информация, содержащаяся в объединении альтернатив (в общем случае она будет стремиться к бесконечности), либо слишком мала будет информация, содержащаяся в каждой из альтернатив (при $n \rightarrow \infty$ она будет стремиться к бесконечно малой величине). Вообще этот путь недостаточно формален, так как слишком связывает семантические различия пропозициональных переменных в L с различиями по смыслу в Λ ; к тому же он затемняет то обстоятельство, что «истина» и «ложь» являются основными истинностными оценками.

Классическая логика с ее законом исключенного третьего исходит из предпосылки о том, что *каждое предложение α, β, \dots утверждается*. Поскольку в этом случае при определении истинности α становится излишним добавление «... и утверждается α », определение получает вид:

p истинно, если и только если α , где p — имя α (и всякого эквивалентного по истинностному значению α предложения).

Это — классическое определение (неформальное) истинности по А. Тарскому. Аналогично определяется ложное p .

Определение отрицания в L вводится на основе определения (неформального) отрицания в Λ следующим образом:

β ложно, если и только если утверждать β — то же самое (по смыслу), что не утверждать α , и α истинно;

β истинно, если и только если утверждать β — то же самое (по смыслу), что не утверждать α , и α ложно.

$\neg p$ истинно, если и только если p есть имя α , $\neg p$ есть имя β , и β истинно.

$\neg p$ ложно, если и только если p есть имя α , $\neg p$ есть имя β , и β ложно.

При этом принимаются все оговорки, связанные с выражением «есть имя».

Если не принимается предпосылка о том, что всякое α утверждается и, следовательно, либо истинно, либо ложно, то возможно двоякое введение отрицания. Определение отрицания для истинного и ложного предложений во всех случаях идентично (с поправками на «... и утверждается α »). Но отрицание предложения, которое не утверждается, может быть определено путем постановки слова «не» либо непосредственно перед пропозициональной переменной, либо перед словом «утверждается» («не утверждается»).

Примем вначале такое определение:

p неопределенно ($p = 1/2$), если и только если α и не утверждается α либо не α и не утверждается α , и p есть имя α .

Определим теперь значение $\neg p$ для $p = 1/2$.

В а р и а н т.

Пусть p неопределенно, если и только если α не утверждается — независимо от того, имеет или не имеет место α в действительности. Пусть, далее, β есть отрицание α в том смысле, что

α и не утверждается не α , либо

не α и не утверждается не α .

Пусть, далее, $\neg p$ есть имя β и всякого другого предложения, удовлетворяющего тем же условиям. Тогда ясно, что отрицание p так же неопределенно, как и p . Логическая функция $N(p)$ удовлетворяет условиям: $N(1) = 0$, $N(0) = 1$, $N(1/2) = 1/2$.

Если считать, что отрицанием «не утверждается α » является «не утверждается не- α », то переводом этого определения на язык логики будет трехзначная матрица истинности Лукасевича.

И в а р и а н т.

Пусть p определено, как и ранее, для условий $\alpha \vee$ не α и не утверждается α . Пусть, далее, β есть отрицание α в том смысле, что в определении условий истинности β всюду, где стояло слово «и» в определении истинности для α , оно опущено, и всюду, где его не было, оно поставлено, т. е. β означает, что либо

α и утверждается не α ,

либо

не- α и утверждается α .

Если $\neg p$ есть имя β в указанном смысле, то в этом случае отрицанием неопределенности будет ложь. Логическая функция $N(p)$ удовлетворяет условиям: $N(1) = 0$, $N(0) = 1$, $N(1/2) = 0$.

Если считать, что отрицанием не утверждаемого α является утверждение противоположного, то переводом этого определения на язык логики будет трехзначная матрица Гейтинга для интуиционистской логики.

Определение конъюнкции и дизъюнкции не представляет проблемы: конъюнкция истинна, если и только если истинны все ее аргументы, для истинности дизъюнкции достаточно, чтобы истинным был хотя бы один из аргументов. Для определения импликации примем такое определение возможности β относительно α :

β невозможно относительно α , если и только если α не ложно, β есть его отрицание и β ложно.

При переводе на язык классической двузначной логики это дает единственный вариант невозможности β относительно α или ложности импликации $p \supset q$ (в польской записи — $C(p, q)$: $C(1, 0) = 0$). Для трехзначной логики Гейтинга к числу ложных относится также случай $C(1/2, 0) = 0$, так как отрицанием $p = 1/2$ является $\neg p = 0$. Но в трехзначной логике Лукасевича $q = 0$ не является отрицанием $p = 1/2$ — отрицанием неопределенности является неопределенность. Объяснение того, почему $C(1, 1/2) = C(1/2, 1/2)$ (а у Лукасевича также $C(1/2, 0) = 1/2$), тривиально, как и $C(1/2, 1) = C(1/2, 1/2) = 1$.

После появления множества неэквивалентных логических систем получила распространение точка зрения, согласно которой логика человеческого мышления в широком смысле слова либо является игрой случая и продуктом ничем не ограниченного соглашения, либо, по крайней мере, избирается каждый раз в соответствии с содержанием мыслитель-

ной работы. Хочется еще раз подчеркнуть, что при построении логических систем логик вовсе не действует по принципу «чего изволите-с?». Каждый раз принимаются некоторые огрубляющие дело предпосылки, и каждый раз получается система, пригодная для тех или иных целей, и не может быть построена система без никаких предпосылок, — но все они согласуются друг с другом, если учтены принятые предпосылки, так как в конце концов описывают одну и ту же реальность — реальность процесса доказательства.

Общим для рассмотренных случаев является отождествление в языке логики любых логических функций (и переменных), если они неразличимы по истинностному значению. Правило подстановки как раз и обеспечивает такое равноправие всех правильно построенных формул, коль скоро соблюдаются все необходимые условия. Фигурально выражаясь, с точки зрения логики фразы «завтра будет дождь» и «либо дождик, либо снег либо будет, либо нет» в одинаковой степени являются прогнозами погоды; более того, последняя фраза имеет для логика гораздо большую ценность, ибо она «истинна» при любых условиях в отличие от конкретных, исключающих альтернативы прогнозов. В то время, как при определении истинности предложений A мы исходили из понятия «соответствие мыслей действительному положению дел», в L такое понимание сохраняется, но расширяется также на случай всевозможных комбинаций истинных и ложных предложений. Неограниченное правило подстановки как раз и означает, что термин «истина» во всех случаях понимается одинаково, различаются лишь «всегда истинные» предложения (формулы логики) от «иногда истинных» (причем последние могут быть как отдельными пропозициональными переменными, так и сложными, «молекулярными» формулами). Тем самым принимается допущение, что логические законы неотличимы от утверждений о положении дел в действительности. Именно потому, что это всего лишь допущение, причем неясно, в какой степени оно обязательно для любой логической системы, нельзя в языке логики безоговорочно считать пропозициональную переменную и логическую функцию именем конкретного предложения.

3. МОДАЛЬНЫЕ ИСЧИСЛЕНИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЙ

Выше в языке Λ использовалось выражение «возможно», обозначавшееся сокращенно знаком $M()$. «Необходимо» понимается как «невозможно не...», в соответствии с определением Аристотеля. Однако при переводе на язык логики не использовались особые знаки для понятия возможности. Трехзначная логика Лукасевича была построена для описания как раз рассуждений о возможностях, но аксиоматизация ее не требует особых модальных операторов — она может быть достигнута и с помощью обычных логических функций, определенных выше. Рассмотрим, какими содержательными соображениями могут быть оправданы некоторые системы пропозициональных исчислений, использующие специальные модальные операторы «возможно» и «необходимо», определяемые аксиоматически. Для обозначения этих выражений в языке логики будем использовать знаки соответственно \diamond и \square , чтобы не смешивать эти термины с выражениями из Λ . Понятно, что можно ограничиться одним из них, так как «невозможно не- p » эквивалентно «необходимо p ».

Метод умножения матриц

Выдвинем к оценке формул логики дополнительное требование: различать типы истинности предложений, являющихся аналогами предложений α, β, \dots языка Λ , т. е. говорящих нечто о действительном положении дел, и истинности логических функций, говорящих нечто не о действительном положении дел в мире, а о логических связях между предложениями. Это можно пояснить на следующем примере. Пусть я утверждаю: «мой шеф оскорбил меня, и я ответил ему в резкой форме», и пусть только первая половина этого сложносочиненного предложения говорит правду. Оценивать истинность его мы можем двояким образом. Как сообщение о действительности оно будет иметь истинностное значение «истинна и ложь» $(1,0)$, т. е. полуправда. Как конъюнкция в логическом смысле, оно будет оценено как «ложь» (конъюнкция истины и лжи ложна). Это второе обстоятельство следует понимать как оценку правильности употребления союза «и»: я не

имел права в данном случае употреблять союз «и» — так можно выразить ту мысль, что сказанное является полуправдой. Тем не менее в жизни часто нельзя отвергать полуправду так же, как и ложь. Суть требования сводится к тому, чтобы давать предложениям двойную истинностную оценку: на нулевом уровне — как утверждению о действительности, на уровне, который назовем первым — как связи между предложениями, отвечающей или не отвечающей определению (в данном случае определению конъюнкции).

Итак, примем все семантические допущения, необходимые для классической логики, кроме одного: отождествления типа истинности переменных и логических функций разного уровня.

Рассмотрим систему с отрицанием и импликацией. Составляя таблицу значений для импликаций, будем руководствоваться следующими соображениями. Оценку истинности для α , $\alpha \supset \beta$ будем производить, как указано выше для классического случая. На основании этих оценок дадим оценки пропозициональным переменным в L , относимых далее к нулевому уровню, что означает, что переменные нулевого уровня можно заменять только переменными нулевого уровня. Иными словами, переменные p_0 , q_0 и т. д. будут соотноситься только с предложениями α , β и т. д., формулы $p_0 \supset q_0$ — с утверждениями об относительной возможности $M(\alpha, \beta)$. Пропозициональные переменные p , q , ... и построенные с помощью импликаций и отрицания логические функции от этих переменных будут оцениваться, как в классической логике; переменная высшего уровня p обозначает импликацию переменных нулевого уровня $p_0 \supset q_0$.

Рассмотрим, как можно оценить истинностное значение логических функций высшего уровня на основе истинностных значений переменных нулевого уровня.

Формула высшего уровня $x \supset y$ оценивается как формула, выражающая отношение между импликациями предложений нулевого уровня $(p_0 \supset q_0) \supset (r_0 \supset s_0)$. Для оценки построим матрицу истинностных значений таким образом: в вертикальной колонке запишем значения первых членов первой и второй импликаций (антицедентов), в горизонтальном ряду сверху — значения вторых членов (консеквентов), так что внутри матрицы первая цифра оценивает значение первой, вторая — второй импликации.

Полученная при классических правилах оценки матрица будет иметь следующий вид:

$p_0 r_0$	$q_0 s_0$			
	1,1	1,0	0,1	0,0
1,1	1,1	1,0	0,1	0,0
1,0	1,1	1,1	0,1	0,1
0,1	1,1	1,0	1,1	1,0
0,0	1,1	1,1	1,1	1,1

Заменим пару (1,1) цифрой 1, пару (0,0) — цифрой 0, пару (1,0) — цифрой 2 и пару (0,1) — цифрой 3. Матрица приобретает вид:

$p_0 r_0$	$q_0 s_0$			
	1	2	3	0
1	1	2	3	0
2	1	1	3	3
3	1	2	1	2
0	1	1	1	1

Эти матрицы удовлетворяют логическую систему модальной логики Лукасевича, аксиоматически описанную, как так называемое *C-N-δ-p*-исчисление. По мнению Лукасевича, четырехзначная модальная логика, удовлетворяющая этой матрице, наиболее адекватным образом соответствует его идее описания возможностей.

При содержательном истолковании этой ситуации следует иметь в виду такое обстоятельство. Во всех предыдущих случаях отдельная пропозициональная переменная принадлежала к некоторому возможному миру, а поскольку вместо нее возможна подстановка и молекулярной формулы, то все логические формулы считались также принадлежащими к данному возможному миру и либо истинными, либо ложными в нем. Логически истинные формулы оказывались истинными во всех возможных мирах. В данном же случае молекулярные формулы высшего уровня не принадлежат к возможным мирам; они образуют свои собственные деревья логических возможностей. Переход к возможным мирам, соответствующим нулевому уровню,

совершается по особой процедуре. Должно быть известно, что p_0 соответствует α , q_0 — β и т. д.; тогда, если, например, известно, что $p \supset q = 0$, это означает, что в данном мире (при переходе от классической к четырехзначной оценке) $p \supset q = 1, 0$, или $p_0 \supset q_0 = 1$, $r_0 = s_0 = 0$, или, иными словами, β возможно относительно α , но δ невозможно относительно γ , что в свою очередь означает, что в этом мире γ истинно и δ ложно, значение α и β неизвестно, но известно, что если α истинно, то β тоже истинно. Так может быть получена довольно естественная интерпретация значений 2 и 3 в логике Лукасевича, т. е. значений модальностей, которые с его точки зрения различались чисто формально.

Если мы будем увеличивать число «этажей» и рассматривать, например, не пару, а тройку импликаций аналогичным образом, то получим шестизначную матрицу по методу умножения матриц, предложенному С. Яськовским. Умножение матриц можно продолжать сколь угодно долго и в пределе получить бесконечнозначную логику.

Предложенное истолкование метода умножения матриц и четырехзначной логики Лукасевича, не является, очевидно, единственно возможным; с другой стороны, возможны другие ограничения и подстановки вместо пропозициональных переменных и другие методы оценки истинности формул. К тому же здесь набросан лишь фрагмент такого истолкования. Однако для целей изложения достаточно подчеркнуть, что *не обязательно считать формулы логики принадлежащими к тому же языку, на котором говорят о «возможном мире» или «возможных мирах»*. Соответствующее допущение должно быть сделано явно, и тогда получаются специфические логические системы, отличные от тех, которые получаются без этого допущения. Если не предполагать, что формулы логики принадлежат к возможным мирам в Λ , то логические законы выступают в роли ограничений на совместное вхождение различных предложений Λ в возможные миры.

«Позволение» и «вынуждение».

«Парадоксы» материальной импликации

Логика типа систем Лукасевича исходит из того, что классическая материальная импликация является адекватным средством выражения в логике интуитивного понятия следования.

Большинство модальных систем строились как раз для устранения некоторых недостатков, обнаруживаемых при непосредственной интерпретации логических формул, истинных с точки зрения классического определения импликации, на предложениях естественного языка. Как уже говорилось, такое прямое сопоставление мы считаем неправомерным, что, однако, не означает бесполезности или искусственности самой постановки проблемы. В истории науки не раз бывало, что исследователи на самом деле рассматривали не совсем ту или вовсе не ту проблему, которую, как им казалось, они собирались решить. Уточнение того, какие реальные задачи исследует модальная логика, имеет немаловажное значение для логики науки в целом. В частности, с модальной логикой связываются надежды на раскрытие таких проблем, как проблема явного определения теоретических терминов на основе «предикатов наблюдения», — проблемы, как известно, не решенной на основе классических методов. Отнюдь не предвещая результатов подобных попыток на основе средств модальной логики, попытаемся уточнить содержательные предпосылки, принимаемые при ее построении в случае, если целью является устранение «парадоксов» материальной импликации.

Будем исходить из общей картины, нарисованной выше. Реальность научной теории и вообще всякого логически связанного текста представим себе как множество предложений, с помощью которых может быть охарактеризован некоторый фрагмент действительности. Между предложениями существуют отношения, которые мы называем обычно «логическими», не предполагая при этом, что они могут быть *определены* средствами логики, но предполагая, что они могут быть *выражены* языком той или иной логической системы. Так, на языке теории могут быть сформулированы некоторые альтернативные предложения, и этот факт может быть представлен как теоретико-множественное объединение некоторых участков информации; в этом языке реализуется отношение «если..., то...», или отношение возможности одного предложения относительно другого, что может быть выражено как отношение частичной упорядоченности. Отдельные фрагменты языка можно полностью упорядочить, введя на множествах предложений рефлексивное, транзитивное и антисимметричное отношение, причем одно и то же множество, возможно, упорядочивается различными способами. Эти последовательности будем называть «воз-

возможными мирами» и в общем случае не будем считать ясным, какие два возможных мира являются альтернативными.

Задачей научного исследования является отбор из всех возможных в данном языке предложений (из всех *разрешенных* предложений) тех и только тех, которые истинны. В какой степени это является делом эксперимента и наблюдения — заранее предполагать не будем; ясно лишь, что истинность по крайней мере целого ряда предложенной теории в конечном счете определяется внеязыковыми факторами. Однако мы предполагаем, что принять ряд предложений мы можем не только путем прямых сопоставлений с действительностью, но и путем косвенным, путем рассуждений на основании некоторых логических связей и зависимостей. Будем говорить, что некоторые факты и рассуждения *разрешают* некоторые предложения и зависимости между предложениями, если эти последние *могут* быть истинными, и *вынуждают* (принять) некоторые предложения и зависимости между предложениями, если они *не могут не быть истинными* (при принятии данных фактов и рассуждений). Подчеркнем, что цель научного исследования достигнута, если найдены ответы на все интересующие нас вопросы, т. е. каждое предложение α , β , ... оценено как истинное или ложное.

Таковы интуитивные предпосылки, подлежащие уточнению.

Определения условий истинности предложений языка теории и на этой основе условий истинности формул логического языка указывают, когда мы вынуждены принять те или иные формулы. Мы могли бы предположить, что каждому предложению $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ соответствует формула x_1, x_2, \dots, x_n , истинная или ложная в зависимости от истинности или ложности α_i ; принятие молекулярных формул, составленных из атомарных с помощью логических функций, вынуждается на основе принятия (в качестве истинных или ложных) атомарных формул и через их посредство — предложения α_1, α_2 и т. д. В этом смысле принятие предложений языка теории вынуждает и принятие логики. Но это предположение оказывается излишним, во-первых, потому, что атомарные формулы различны лишь с точностью до истинности и ложности, во-вторых, потому, что логику интересуют лишь формулы, истинность которых не зависит от истинностных значений входящих в них переменных.

Если тем не менее в некотором смысле приняты формулы логики вынуждается некоторыми исходными определениями условий истинности для предложений и связей между предложениями естественного языка, то в каком смысле принятие предложений естественного языка вынуждается принятием формул логики?

Так, например, представляется ясным, что принятие логического закона $p \supset p$ вынуждает принять предложение «если идет дождь, то идет дождь»; но поскольку в случае ложности p истинно $p \supset \neg p$, то вынуждает ли это в случае ложности утверждения о том, что идет дождь, принять предложение «если идет дождь, то не идет дождь»? И что это за логический закон, который вынуждает нас утверждать, что если идет дождь, то дождь идет, и позволяет при этом утверждать в некоторых случаях, что если идет дождь, то дождь не идет?

С предлагаемой точки зрения парадоксальность ситуации исчезает при учете различия значения переменных в языке L и в языке Λ .

В языке логики значением пропозициональной переменной являются объекты «истина» и «ложь», и то обстоятельство, что при подстановке этих истинностных значений в формулы классической логики, «парадоксальные» с точки зрения интуиции, никаких, собственно, противоречий не возникает, вынуждает брать слово «парадоксы» в кавычки.

При переводе «парадоксальных» формул на естественный язык следует принимать во внимание, что *значением переменных в Λ есть смысл соответствующего предложения*. Смыслом же предложения вида $\alpha \supset \beta$ есть не более чем утверждение о том, что β возможно относительно α . Иными словами, предложение $\alpha \supset \beta$ говорит не о конкретном α и не о конкретном β , что они имеют место в действительности, а об *отношении* между этими предложениями. Утверждая, что в случае истинности β истинно $\alpha \supset \beta$ независимо от того, каково α , мы утверждаем примерно следующее: если уж β истинно, то принятие любой предпосылки не может повлечь на истинностию оценку β .

Быть может, ситуация станет яснее, когда мы рассмотрим и пример с дизъюнкцией. Утверждение $\alpha \vee \beta$ истинно, если истинно хотя бы одно из предложений α и β . Но смысл утверждения α и утверждения, что $\alpha \vee \beta$, существенно различен. Утверждая, что α , мы утверждаем, что таково положение дел в действительности. Но в этом смысле вообще

невозможно утверждать альтернативу — невозможно же утверждать различные n , возможно, противоположные по смыслу предложения. Оценивая на истинность $\alpha \vee \beta$ и, следовательно, утверждая, что $\alpha \vee \beta$, мы утверждаем тем самым лишь то, что α и β является альтернативой и между ними правомерно поставить слово «или»; для того же, чтобы предложение было альтернативой, считается необходимым и достаточным, чтобы один из предлагаемых ответов оказался истинным, в противном случае альтернатива считается неполной и, следовательно, несформулированной.

Сказанное может рассматриваться как дополнительная аргументация в пользу зрения, подробно обоснованной О. Ф. Серебряниковым (1970). Классическая логика *вынуждает* принять формулу $p \supset (q \supset p)$ в качестве теоремы и тем самым вынуждает принять, что в случае истинного p выводима импликация $q \supset p$. Однако, это означает отнюдь не то, что «истина следует из всего, что угодно» или что «из лжи следует все, что угодно». Поскольку вывод $q \supset p$ зависит от p , то мы здесь, как показал Серебряников, или добавляем лишнюю посылку q к уже имеющемуся доказательству, или попадаем в «порочный круг». С точки зрения логики, «парадоксы» материальной импликации являются, следовательно, частным случаем тривиального вывода, и проблема может быть сформулирована более общим образом: «...ее реальное содержание можно сформулировать как вопрос о нахождении формальных критериев отношения нетривиальной выводимости, которые можно было бы рассматривать в качестве приближения к соответствующим содержательным критериям» (Серебряников, 1970, с. 92).

Попытки сформулировать логические системы, не позволяющие построить «парадоксы» материальной импликации, могут быть расценены с приведенной точки зрения лишь как частичные успехи, ибо ни одна подобная система не избегает тривиальных средств вывода. Тем не менее чрезвычайно поучительны логико-семантические последствия многолетних попыток построения «непарадоксальных» систем. Интересное семантическое обоснование ряда «непарадоксальных» систем предложено Э. Урквартом. В употребляемой здесь терминологии идею Уркварта можно изложить следующим образом. Будем говорить, что α вынуждает принять формулу p , или $V(p, \alpha) = T$ (в терминологии Уркварта — «кусочек информации» X определяет p). Над «кусками

информации» можно производить операции теоретико-множественного объединения (соответствующие альтернативам $\alpha \vee \beta \vee \dots$), причем допускается существование нулевого элемента — «пустого» куска информации: p общезначимо, если $V(p, 0) = T$. Добавляя правила оценки формул вида $p \supset q$, получаем семантику для слабой теории импликации Черча. Добавляя правила оценки для других логических функций, получаем семантические оправдания для систем E и R Андерсона и Белнапа (с учетом идей Крипке и Хиитика относительно семантики для модальных логик). Упомянутые правила оценки формул вида таковы: $V(p \supset q, \alpha) = T$, если для всех β или $V(p, \beta) = F$, или $V(q, \alpha \supset \beta) = T$; $V(p \supset q, \alpha) = F$ в противном случае.

С интересующей нас точки зрения существенно условие, делающее обособываемые подобным образом логики «релевантными», т. е. непарадоксальными: $V(p, \alpha) = T$, вообще говоря, не влечет $V(p, \alpha \cup \beta)$. Импликация перестает быть строгой и принимает «классический вид», если принимается дополнительное условие: если $V(p, \alpha) = T$, то $V(p, \alpha \cup \beta) = T$. Это условие позволяет оправдать как раз парадоксальные формулы.

Содержательно это условие означает, что если некоторое предложение α вынуждает принять формулу p , то и альтернатива $\alpha \vee \beta$ вынуждает принять эту формулу (учитывая, что альтернативе соответствует теоретико-множественная операция сложения смыслов или «кусков информации», содержащихся в предложениях и рассматриваемых как некоторые множества или объекты). Интересно, что прямой перевод этого условия на язык логики предполагает истинность формулы $p \supset (p \vee q)$, которая не считается «парадоксальной» многими современными логиками, но не менее «парадоксальна», чем «парадоксы» импликации, с точки зрения Серебрянникова (и с точки зрения И. Е. Орлова, высказанной еще в 1928 г.).

Отметим также, что это условие ставит на одну доску атомарное предложение α и молекулярное предложение $\alpha \vee \beta$, истинность которых, вообще говоря, должна была бы рассматриваться как истинность в другом смысле слова. Однако самое интересное обстоятельство, на наш взгляд, связано с тем, что принятие указанного условия в классической логике, естественно, вытекает из предполагаемых ею свойств «возможных миров».

Кариаповская концепция «описаний состояния», охарак-

теризованная в предшествующем разделе на примере «деревьев логических возможностей», предполагает следующее. Множество предложений, входящих в полное описание состояния, либо конечно, либо счетно-бесконечно; при этом в каждое описание состояния входит либо каждое из атомарных предложений, либо его отрицание. Над каждым «возможным миром», или описанием состояния, «надстраивается» множество правильно построенных формул логики, одни из которых истинны в одном, ложны в других возможных мирах, другие истинны во всех возможных мирах, третьи ложны во всех возможных мирах; в возможный мир входят также и те из «надстроенных» формул, которые в нем истинны.

Эта концепция, во-первых, не знает различия между предложениями естественного языка и пропозициональными переменными (в концепции Карнапа речь идет о предикатах, но это не меняет сути дела); поэтому естественно, что если формула p в некотором возможном мире истинна, то формула $p \vee q$ в этом мире также будет истинна по определению дизъюнкции.

Во-вторых — и это хотелось бы подчеркнуть — в этом случае вместо q может быть подставлена формула, принадлежащая к любому из возможных миров, так как все предложения и их отрицания «расписаны» по возможным мирам, хотя бы их было бесконечно много; считается, что все возможные миры предьявлены и отношения между ними ясны. Каждый возможный мир альтернативен каждому, и альтернативой любого предложения p из данного возможного мира является любая формула (ибо она к какому-нибудь возможному миру да принадлежит) *.

Таким образом, с точки зрения классической концепции «описаний состояния», альтернативой любому конкретному предложению, если оно истинно в одной из ветвей деревьев логических возможностей, будет любое предложение и любая формула логики. Представление о полном описании состояния «ирелевантно» по определению.

Поэтому представляется естественным, что попытка заменить понятие материальной импликации другим понятием, по возможности учитывающим требование «релевантности»

* В частности, поэтому формула $\neg p \wedge (p \vee q) \supset q$ теряет смысл содержательного закона дизъюнктивного силлогизма, так как меняет смысл понятие альтернативы.

объединения «кусков информации», оказалась связанной с пересмотром отношений между возможными мирами.

Прежде чем посмотреть, как реализована эта идея в семантиках для модальных логик, подытожим сказанное о том, что логика *позволяет* и что *вынуждает* принять в естественном языке.

С этой точки зрения, самое существенное заключается в том, *чего не позволяет* принять в естественном языке логика. Допуская и даже вынуждая принять тривиальный логический переход $p \supset (q \supset p)$, интерпретируемый как «парадокс», логика позволяет нам утверждать фразы типа «если дважды два четыре, то если на Северном полюсе растут пальмы, то дважды два четыре». Однако, не в том смысле, что факт «произведение два на два равняется четырем» вытекает из того обстоятельства, что на Северном полюсе якобы растут пальмы; смысл этой фразы может стать понятным, если учесть прежде всего то, что *запрещает* закон, а именно: он запрещает отказываться от установленной истины, хотя бы оказалось, что произошло чудо и на полюсе стали тропики.

Обязывая принять закон тождества $p \supset p$, логика отнюдь не противоречит действиям тех редакторов, которые вычеркивают тавтологии из текстов произведений. Закон тождества нельзя и нарушать — в этом смысле он должен быть принят каждым исследователем, но лишь в специальных случаях эта тавтология используется как средство получения нетривиальных выводов.

«Возможные миры» в модальной логике

Возможные миры (обозначаемые символически W_i, W_j, \dots) будем рассматривать как линейно упорядоченные множества предложений $\alpha_1, \alpha_2, \dots$, а также предложений вида $M(\alpha, \beta)$, т. е. $(\alpha \supset \beta)$, $M(M(\alpha, \beta), M(\gamma, \delta))$, ..., альтернатив $\alpha_1 \vee \alpha_2 \vee \dots \vee \alpha_n$ и формул логики, которые могут быть «надстроены» над возможным миром. Определения истинности молекулярных предложений Δ , атомарных и молекулярных формул L предполагаются. Утверждению о том, что вынуждается (принятие) α , соответствует в логике $\Box p$ («необходимо p »), утверждению о том, что *позволяется* α , — формула $\Diamond p$ («возможно p »). Отсюда β невозможно относительно W_i , если и только если $\alpha \supset \beta$ в W_i и α ложно в W_i ; в противном случае β возможно относительно W_i . Таким образом, мы

будем говорить о предложениях α, β, \dots , и об отношениях между ними, предполагая, что легко перейти к выражению их свойств на языке логики, включающем операторы модальности.

Нас будет интересовать прежде всего вопрос, в какой степени указанные свойства альтернативности могут характеризовать не только логическую пропозициональную переменную, но и предложение естественного языка α ?

Что такое «возможно α относительно W_i », если возможный мир понимается как линейно упорядоченное множество предложений Λ , сказать нетрудно: относительно W_i возможно предложение α , если в W_i не входит β такое, что α невозможно относительно β (1), или что ложно $\beta \supset \alpha$ (в данном мире) (2). Условие (2) можно понимать как уточнение этого общего положения: относительно данного W_i возможно не всякое предложение, возможное, вообще говоря, относительно W_i , а лишь такое, которое входит в его альтернативу. Но что значит «необходимо α »? Если возможный мир задан, то все, что в него входит, уже отсюда не выбросишь; все случившееся всегда можно оправдать задним числом.

Следует иметь в виду, что характер предложений, обозначаемых нами как α, β, \dots , в общем нам неизвестен и это могут быть «физические факты» с таким же успехом, как результаты тонких умозаключений детектива или математические утверждения. Каков именно характер связи произвольных α и β , как одно «вытекает» из другого,— это в общем не оговорено и не может быть оговорено. Так, в примере с выниманием шаров из ящика в некоторых случаях определить, какой шар последует за каким, можно только после опыта, а в некоторых случаях (например, если два белых шара уже вынуты), можно теоретически предсказать, каким будет следующий шар. Можно, однако, считать, что на каком-то шагу рассуждений у нас возникает одна возможность и это соответствовало бы, например, случаю, когда дерево логических возможностей вдруг переставало бы на один или несколько шагов ветвиться; для соседних деревьев получился бы общий участок, на котором, так сказать, действовала бы необходимость. Говоря более общим образом, допустим, что некоторая пропозициональная переменная x соответствует в точности одному предложению α ; тогда α необходимо, если, каково бы ни было отношение R между альтернативными мирами W_i и W_j , если $W_i R W_j$

и W_i вынуждает x , то W_j вынуждает x . При этом все сказанное имеет смысл, если миры не рассматриваются как нечто законченное и предъявленное и если мы спрашиваем о том, что произойдет с нашим познанием в будущем.

Таким образом, можно считать, что свойство быть необходимым может быть приписано и отдельному предложению (естественного) языка относительно некоторого возможного мира и это свойство может быть *выражено* на языке логики; более того, охарактеризованные модальные системы в некоторой степени являются уточнением отношений необходимости и возможности применительно к предложениям Λ , несомненно гораздо полнее охватывая реальный процесс научного исследования, чем классическая логика.

Вместе с тем несомненно, что класс необходимо истинных предложений, определенный системами T , S_4 , S_5 , системой Брауэра и другими модальными логиками, отнюдь не совпадает с классом необходимых предложений языка Λ .

Хинтикка выдвинул ряд аргументов в пользу той мысли, что система S_5 наилучшим образом характеризует *логические* возможности и *логическую* необходимость. Логические истины при этом рассматриваются не как истины «сами по себе», а как истины, доказуемые средствами определенного класса аргументов. В связи с этим у Хинтикка вызвало сомнение, является ли формализацией логически возможных истин система S_5 , так как в ней общезначимо предложение: «если p возможно, то необходимо, что p возможно». Иными словами, если p нельзя опровергнуть, то *доказано*, что p нельзя опровергнуть (p неопровержимо). Это предположение представляется слишком сильным и не соответствующим ряду случаев. Но ему следует, очевидно, дать другую редакцию: если p нельзя опровергнуть *средствами логики*, то *логика* может считать доказанным, что его нельзя опровергнуть. Будет ли оно опровергнуто средствами физики, химии и т. п.— это выходит за сферу компетенции логики, как выходит за сферу ее компетенции определение класса всех предложений, необходимо вытекающих из других предложений.

В заключение отметим одно важное обстоятельство, на которое обратил внимание Хинтикка в той же статье. Альтернативные миры в S_5 находятся в отношении, которое обладает свойствами симметричности, транзитивности и рефлексивности. Такое отношение называется отношением

эквивалентности. В отношении эквивалентности находятся также возможные миры в классической логике. Разница заключается в том, что в классической логике все истины образуют один класс эквивалентностей, в то время как отношение эквивалентности разбивает формулы модальной логики на несколько классов эквивалентности, так что выражения одного класса нельзя подставлять вместо выражений другого класса. Это как раз и соответствует допущению о том, что в классической логике все возможные миры составляют альтернативу данному возможному миру (или что классическая логика любую линейно упорядоченную последовательность предложений рассматривает как альтернативу данной линейно упорядоченной последовательности). Можно усматривать в этом подтверждение той мысли, что отказ от классических представлений в какой-то степени связан с учетом различия типов истинности предложений.

4. ТЕОРИЯ КВАНТИФИКАЦИИ

Анализ предложений естественного языка с помощью исчисления предикатов порождает гораздо больше семантико-философских вопросов, чем использование исчислений предложений. Достаточно сослаться на проблемы отрицательных высказываний существования, пустых имен, определенных дескрипций и т. д., а также проблемы, связанные с теорией квантификации для модальных логик и с истолкованием некоторых теорем исчисления предикатов. Всюду в ходе анализа использовались прямые подстановки предложений естественного языка вместо формул кванторной теории.

Постоянное настаивание на различии между «обычным» языком и языком логики может показаться излишним для кванторной теории.

Последняя существенно обогащает язык логики, вводя понятие предиката и индивидуальных переменных и не накладывая как будто никаких ограничений на подстановки значений вместо индивидуальных и предикатных переменных. Таким образом, если в пропозициональных исчислениях вместо переменных разрешено подставлять только их истинностные значения и подстановки предложений естественного языка вместо пропозициональных переменных могут вызвать обоснованные возражения, то ничто не мешает нам вместо индивидуальных переменных подставлять имена людей

или предметов, вместо предикатных переменных — имена конкретных свойств и отношений. А поскольку пропозициональные исчисления — это еще далеко не вся логика, а лишь базис для других, более богатых и, безусловно, логических языков, то не решаются ли все проблемы сопоставления естественного языка и языка логики с переходом к функциональным исчислениям?

Представляется, что подобный оптимизм все же безоснователен.

Введение индивидуальных и предикатных переменных является результатом того, что принимается в расчет субъектно-предикатная структура предложений естественного языка. Так, вычеркнув в предложении «Иван старше Петра» подлежащее и заменив его переменной x , получим выражение «Старше Петра (x)», где первая часть может рассматриваться как одноместный предикат. Заменив его предикатной переменной $P()$, получим абстрактное представление структуры предложения — $P(x)$. Заменив в данном предложении также слово «Петр» переменной y , получим «Старше (x, y)» и соответственно $R(x, y)$.

Но является ли «Старше Петра (x)» или «Старше (x, y)» предикатной константой? Являются ли имена «Петр», «Иван» индивидуальными константами? В общем случае мы должны ответить на этот вопрос отрицательно, ибо обратные подстановки конкретных выражений вместо переменных превращают формулу вовсе не в пропозициональную константу — ей соответствует пропозициональная *переменная* в языке логики. Эти выражения можно считать константами лишь в том случае, если точно определено, какие Иваны и Петры имеются в виду, каковы их свойства (нас, конечно, здесь интересует возраст) и что значит «старше», — лишь тогда подстановка их в формулу может дать одно определенное значение. Смысл же этих требований далеко не так ясен.

Может показаться удивительным: почему же мы считаем операцию сложения предикатной константой, имена чисел «3», «5» и т. д. — именами индивидов и не можем в общем случае считать любое иное конкретное свойство и отношение, любое иное имя константой? Математик, глядя на формулу $P(x)$, всегда мысленно подставляет вместо нее знакомые ему функции, — почему же это не может делать нематематик?

Не так очевидно, что решающее значение здесь имеет то обстоятельство, что самое существенное в содержании мате-

матики выразимо на языке логики без прибегания к иным языковым средствам. Вводя предикатные константы «=» или « \in » (отношения равенства и отношения членства в классе), мы можем надеяться по крайней мере явно эксплицитировать их свойства, интересующие нас в рамках логики, исключительно в логических терминах. Эти и подобные предикаты не только выразимы, но в конце концов и определимы в логике (если относить к ней и исчисления предикатов высших ступеней). Можно расширить логический язык, введя в него некоторые арифметические понятия; но, строя аксиоматику типа Пеановской, хорошо иметь убеждение в том, что все это хоть и более сложным путем, но все же выразимо в терминах логики. Ну, а если нет никакой уверенности, что используемые предикаты могут быть выражены средствами логики?

Предикатной константой, собственно говоря, следует называть такое выражение, свойства которого могут быть определены в логике таким образом, что значение данного выражения не зависит от значения переменных. Таковы, например, определения равенства. С этой точки зрения слова «красный», «наблюдаемый», «круглый» и т. п. не являются предикатными константами.

Если в формулы исчисления предикатов подставляются имена индивидуальных вещей и конкретных свойств, действий, отношений из естественного языка и при этом формула не получает одного единственного значения, то либо это не функция, либо подставлялись не константы. Этого достаточно, чтобы подвергнуть сомнению правильность подобных подстановок и тщательнее проанализировать отношение формул исчисления предикатов к естественному языку.

Требование осмысленности и «пустые объекты»

Будем исходить из того, что предложения языка Λ могут быть рассмотрены с учетом их структуры, т. е. в них может быть выделен один или более объектов, о которых говорится (обозначим их буквами из конца греческого алфавита — φ , ψ , χ , ...), и то, что говорится об этих объектах (обозначим это «действие» над объектами заглавными буквами конца греческого алфавита — Φ (), Ψ (), ...). Переменные, таким образом, могут быть заменены фрагментами предложений

и значениями их является смысл соответствующих кусков предложения. В частности, значением имени объекта является то, что необходимо понимать (знать), чтобы распознать данный объект среди других объектов.

Не хотелось бы здесь вдаваться в психологические соображения, связанные с распознаванием образа, или пытаться применить к ним какие-то представления из теории информации. Ограничмся общим утверждением, надеясь на его понятность и приемлемость: предложение имеет смысл, если каждый элемент его имеет смысл и смыслы всех элементов совместны. Задать каких-либо точных критериев, которые бы не позволяли строить фраз вроде «зеленая идея яростно спит», мы здесь не сможем (хорошо известно, насколько это сложная задача) и удовлетворимся тем, что в нашей интуиции мы с подобными задачами как-то справляемся.

Такое понимание как будто бы соответствует интуитивному представлению о том, что такое осмысленное предложение. Но, говоря о пропозициональных переменных, мы не исключали пустых объектов — предложений, не имеющих смысла (не несущих никакой информации). Они нам в логике не мешали, так как по крайней мере предложения, не имеющие смысла, невозможно утверждать и, следовательно, они не являются ни истинными, ни ложными. Почему же должно быть сделано исключение для элементов предложения?

В частном случае имен объектов (в отличие от имен свойств объектов и вообще того, что говорится об объектах) термин «пустой объект» не должен был бы означать здесь кентавров, единорогов, нынешних королей Франции и т. п.: все эти слова имеют смысл, т. е. могут быть поняты, и можно было бы распознать соответствующие объекты, если бы они существовали. Если кто-то не удовлетворится таким объяснением относительно «нынешнего короля Франции», то можно спросить его, что он скажет относительно первого фараона двадцать седьмой династии. Я не вижу, чем первый фараон двадцать седьмой династии хуже последнего фараона двадцать шестой династии: но поскольку в Египте было всего-навсего двадцать шесть династий, то «фараоны из двадцать седьмой династии» столь же бессмысленные или столь же осмысленные словообразования, как и «нынешние короли Франции».

Некоторые аргументы против допущения «пустых объек-

тов» может представить логика. По Хинтиikka, кванторная теория неявно допускает, что сингулярные термны (имена индивидов) соответствуют актуально существующим индивидам. Не обращая пока к этим аргументам (связанным с понятием имени индивида и понятием существования в логике), отметим основания, на которых мы допускаем и на которых не допускаем имена «пустых объектов».

Несмотря на отсутствие точных критериев «совместимости смыслов» или, говоря более научно, «релевантности информации», можно сослаться только на такое обстоятельство. Если фрагмент предложения (то ли имя, то ли логическое подлежащее) *заведомо* пусто, то построенное с его помощью предложение будет лишено смысла. Если же «априори» неясно, пусто или не пусто фрагмент предложения, если смысл имени предмета или действия может *оказаться* пустым, то такой пустой объект можно принимать во внимание.

Наверное, нельзя решить вопрос о том, допустимы ли «пустые» смыслы или фрагменты смысла предложения без учета исходного базиса последующих построений, или тезауруса. Нельзя говорить, имеет или не имеет нечто смысл вообще. Выражение может иметь или не иметь смысл лишь относительно некоторой совокупности знаний, информации, исходного базиса, на основе которого понимаются все остальные выражения, к которому они некоторым образом сводятся. Не касаясь вопроса о том, как новое понимается на основе старого, можно лишь утверждать, что это происходит всегда, и новое вино все же долго сохраняется в старых мехах.

Таким образом, примем предпосылку о том, что некоторые выражения заведомо не имеют смысла относительно некоторого тезауруса, ибо, предположим, они несовместимы с ним; некоторые выражения совместимы с тезаурусом, но нет никакой уверенности в том, что они не окажутся пустыми в результате каких-то дополнительных изысканий. Это соответствует предположению, что в ходе научных исследований мы начинаем понимать все больше и больше, наш тезаурус расширяется и то, что было не лишено смысла ранее, оказывается лишенным смысла позже. Зато то, что заведомо было бессмысленным ранее, остается несовместимым с новыми знаниями.

Имея в виду это обстоятельство, будем допускать (позволять) пустые объекты и пустые действия (операции, функции, условия, свойства или отношения).

Для удобства и единообразия терминологии будем считать, что те фрагменты предложения, которые говорят нечто об объектах, есть функция, ставящая этим объектам в соответствие смысл целого предложения.

Пустое имя есть переменная.

Отношения альтернативности, частичного порядка («если ..., то...») понимаются так же, как и в случае с предложениями. Возможные миры суть линейно упорядоченные множества предложений. Отметим, что не обязательно, чтобы в альтернативные предложения входили одни и те же функции или одни и те же индивиды; возможны альтернативы вида $\Phi(x) \vee \Psi(\tau)$..., импликация вида $\Phi(x) \supset \Psi(\tau)$.

Какие индивиды подставлять на место переменных и какие функции подставлять на место переменных, — это в общем определяется требованиями связности текста, о формализации которых говорить пока рано.

Индивид x входит в возможный мир W_i , если и только если $\Phi(x)$ входит в W_i .

Индивид x возможен относительно W_i , если $\Phi(x)$ возможно относительно W_i . Более точно, индивид x возможен относительно W_i , если имеется по крайней мере один альтернативный возможный мир W_j , в который входит $\Phi(x)$.

Индивид необходим относительно W_i , если и только если $\Phi(x)$ необходима относительно W_i . Уточнение понятия необходимости может быть сделано по аналогии с правилами для модальной логики.

Аналогичные условия могут быть сформулированы для функций. $\Phi(x)$ не имеет смысла ($\Phi(x) = 0$), если либо $\Phi(\quad)$ имеет смысл и x не входит ни в один из возможных миров, либо x входит хотя бы в один из возможных миров, но $\Phi(\quad)$ не входит ни в один из возможных миров. Если известно заранее, что либо $\Phi(\quad)$, либо x не имеет смысла, то условие тривиально. Но это может оказаться *post factum* при построении конкретных деревьев логических возможностей.

Выяснение причин того, почему $\Phi(x)$ оказалось не имеющим смысла, упирается таким образом в установление того, входит ли индивид x в некоторый возможный мир. Но в общем случае здесь возникают трудности, связанные с неопределенностью понятия «индивид».

Говоря об индивиде или некотором объекте, мы вовсе не предполагаем, что это должен быть индивидуальный предмет, или явление объективного мира во всей его неповтор-

мости, или такой объект, что его можно непосредственно наблюдать и т. п. Предметом рассуждения могут быть числа, мифологические персонажи и т. п. в равной степени, как и экономические кризисы, войны и другие явления, простирающиеся в пространстве и времени, а не находящиеся «здесь» и «теперь». Важно, чтобы индивид был индивидом относительно данной системы рассуждений. Так, в примере с шарами индивидом (индивидуальным событием) была последовательность «черный шар, белый шар, черный шар, белый шар» и другие последовательности выборов.

Каждое множество может рассматриваться как целостный объект и при этом может вестись в виду то, что делает его единым множеством, т. е. условие, «сжимающее» его в целое. Если только имя этого объекта подставлено в предложение и оно оказалось осмысленным относительно данного тезауруса, то можно считать вопрос исчерпанным, ибо объект непуст. Но здесь могут возникнуть и неясности, особенно ощутимые тогда, когда мы даем истинностную оценку предложению. В предложении «Семен видел верблюда» в общем как будто нет никаких двусмысленностей, но истинностная оценка его зависит от того, какой точности в определении индивида мы требуем. Что касается Семена, то здесь как будто все в порядке, хотя в некотором смысле объект «Семен» не лучше объекта «верблюд» — имеется целый класс Семенов, но мы надеемся, что в данном случае речь идет о вполне конкретном человеке и при желании можно указать серию и номер его паспорта. Но может оказаться существенным, какого именно верблюда видел Семен — быть может, Семен видел дромадера и не имеет представления о других видах верблюдов, быть может, нас интересует, видел ли Семен вот этого конкретного верблюда из московского зоопарка и т. д.

Обычно мы имеем в виду, с какой точностью нужно нам различать индивиды относительно рассуждения, и после того, как установлено, в какой последовательности вынуть шары, было бы ненужной скрупулезностью спрашивать дополнительно, а какой черный шар имелся в виду из двух, находившихся в ящике, — с царапиной или без. Принятие такого условия означало бы, что полным описанием индивида является отдельный возможный мир. В общем же случае можно принимать во внимание и то обстоятельство, что на истинность утверждения некоторого предложения может повлиять неполнота определения индивида, вытекающая из

того, что каждый объект в конечном итоге может рассматриваться как некоторое множество (в том числе и упомянутый Семен есть с некоторой точки зрения некоторое множество состояний в различное время своей жизни).

Будем исходить в этом случае из предположений, что:

1) каждое подмножество (не тождественное самому множеству) предложений, входящих в возможный мир W_i , частично определяет индивид относительно W_i ;

2) множество всех предложений, входящих в возможный мир W_i , определяет индивид относительно W_i , возможно, не полно.

Эти рассуждения могут быть распространены на случаи, когда рассматриваются отношения между несколькими объектами. Если требуется неограниченная точность в определении индивидов, могут быть получены бесконечно длинные деревья и отношения, определенные на бесконечных множествах индивидов.

Индивид, удовлетворяющий условию $\Phi ()$, будем считать частично определенным этим условием; выражение «тот X , который $\Phi (X)$ », есть неполное имя индивида. Это означает, что выражение именует непустой объект, т. е. имеет смысл, но неизвестно, какой именно *индивидуальный объект*.

Выражение «тот X , который $\Phi (X)$ » сокращенно будем записывать как « $(\exists X) \Phi (X)$ ».

Существенно не только и не столько то, полностью ли определен индивидуальный объект; важно знать, все ли индивиды данного сорта определены некоторым условием, хотя бы частично. Это и оказывает решающее влияние на истинностную оценку выражений с индивидами.

Если условие $\Phi ()$ удовлетворяет хотя бы некоторые индивиды, частично определенные как $(\exists X) \Phi (X)$, или если $\Phi ((\exists X) \Phi (X))$ входит хотя бы в один из возможных миров, то мы будем говорить, что индивид X *существует* относительно данного рассуждения.

Будем называть не- $\Phi (X)$, или $\neg \Phi (X)$, любую такую функцию, которая отлична по смыслу от $\Phi (X)$, т. е. такой $\Psi (X)$, или $\Sigma (X)$, или..., который входит в произвольный W_i , если $\Phi (X)$ не входит в него (актуально). Если, принимая любую не- $\Phi (X)$, мы вынуждены в каждом из возможных миров принять также и $\Phi (X)$, то будем говорить, что условие $\Phi ()$ удовлетворяется для *всех* индивидов X . Иными словами, принимая (в мире W_i) $\neg \Phi (X)$, мы вы-

нуждены принять также и $\Phi(X)$. Попросту говоря, условие $\Phi(X)$ удовлетворяет всех индивидов, если оно входит во все возможные миры.

Приведенные рассуждения характеризуют не условия истинности $\Phi(X)$, а условия осмысленности выражений «для всех X » и «существует X ». Введя определения истинности для атомарных и молекулярных формул с предикатами, на языке логики получим семантическое обоснование той или иной системы исчисления предикатов. Для кванторов потребуются различать свободные и связанные переменные и более точные определения условий истинности $(\exists x) P(x)$ и $(\forall x) P(x)$, о чем будет сказано ниже. Если имеется в виду классическая логика, то определение кванторов может быть получено на основе оператора неопределенной дескрипции $\varepsilon : (\exists x) P(x) = P((\varepsilon x) P(x))$ и $(\forall x) P(x) =_{df} P((\varepsilon x) \neg P(x))$. В логиках, где действуют другие правила отрицания, такое определение не проходит. Содержательный смысл определения кванторов через дескрипции и объяснялся выше.

Принятие указанных соглашений обязывает нас учесть следующие следствия из них.

Во-первых, выражение вида $(\exists X) \Phi(X)$ является не предположением, принадлежащим к некоторому возможному миру, а формулой или утверждением о связи между предложениями, принадлежащими к данному миру и альтернативным возможным мирам.

Это становится очевидным, когда мы определение слова «существует» сформулируем несколько иначе, чем выше, а именно: выражение «существует X такой, что $\Phi(X)$ » эквивалентно по смыслу выражению « $\Phi(X_1) \vee \Phi(X_2) \vee \dots \vee \Phi(X_n)$ » есть альтернатива».

Переходя к истинностным оценкам и переводя данное утверждение на язык логики, мы получим утверждение об эквивалентности по истинностному значению формул $(\exists x) P(x)$ и $P(x_1) \vee P(x_2) \vee \dots \vee P(x_n)$.

При рассмотрении квантора существования не так видно, что переменная X под знаком квантора в сущности является метаязыковой переменной, т. е. символом (пустым местом), вместо которого разрешено подставлять переменную языка-объекта. Это становится ясно при определении квантора всеобщности и его аналога в языке Λ : выражение « $(\forall X) \Phi(X)$ » эквивалентно по смыслу выражению « $\Phi(X_1) \wedge \Phi(X_2) \wedge \dots \wedge \Phi(X_n)$ », где X — переменная, вместо

которой могут быть подставлены переменные χ_1, χ_2, \dots . Второе следствие из приведенных выше соглашений может быть сформулировано как требование различать по смыслу свободные переменные и переменные связанные.

Как известно, в логике эквивалентность квантора существования некоторой дизъюнкции может быть принята лишь при условии, что имеется в виду также и бесконечно длинная дизъюнкция (аналогично для квантора всеобщности). Отсюда можно сделать вывод, что введение кванторов является формализацией именно таких рассуждений, когда в качестве индивида выступает конкретный предмет внешнего мира (именем его и есть индивидуальная константа) во всем бесконечном многообразии его свойств, и суждение всеобщности есть результат перехода к утверждению о наличии некоторого свойства у бесконечного множества индивидов данного сорта; при этом каждый индивид нельзя определить окончательно — его можно только указать путем именованья. Этому соответствовало бы семантическое представление об именовании как исходном познавательном отношении. Такое представление возможно, однако, оно не обязательно и его можно рассматривать как некоторый частный случай. Общим представлением остается представление о некотором дереве логических возможностей, ветвящемся сколь угодно долго, так что в расчет надо принимать и бесконечное множество ветвей (соответственно бесконечное множество членов альтернативы). Это соответствует практике математического эксперимента; например, при решении задач о нахождении точки, в которой некоторая функция имеет относительный максимум или минимум, производится математический эксперимент, предполагающий рассмотрение бесконечного множества альтернатив сразу. Утверждая, что шарик, покоящийся в нижней точке чаши, имеет относительный минимум потенциальной энергии, мы исследуем свойства потенциальной энергии в бесконечно малой окрестности этой точки, производим «бесконечно малое перемещение» во *всех* кинематически допустимых направлениях («виртуальное перемещение») во *всех* направлениях в бесконечно малой окрестности при *всех* вариациях положения и обнаруживаем, что скорость изменения потенциальной энергии в любом из направлений равна нулю. Употребляя здесь слово «все», мы имеем в виду «бесконечную конъюнкцию». Как бы ни относиться к идее актуальной бесконечности, в практике пользования классическими математическими средствами

с бесконечными конъюнкциями и дизъюнкциями мы часто имеем дело. Иными словами, в расчет принимаются не столько случаи, когда индивиды неопределимы в силу бесконечности шагов, требуемых для их определения, сколько случаи, когда индивиды определены несмотря на бесконечность шагов, необходимых для их определения.

*Понятие индивида в логике.
Определенная дескрипция*

В логике было предложено две теории определенных дескрипций: теория Рассела и теория Гильберта и Бернаиса. В литературе единодушно отмечается, что теория Гильберта и Бернаиса стройнее с логической точки зрения, но теория Рассела интереснее с точки зрения философской. Может быть это и так, но возможно, что с философской точки зрения теория Гильберта и Бернаиса имеет то преимущество, что оно ясно показывает, какое решение проблемы устраивает логику.

Логическая проблема начинается с того момента, когда оказывается неясным, как оценивать истинностное значение формулы, содержащей вторичное вхождение дескрипции. Воспользуемся широко известным примером Рассела. Как оценить, истинно ли предложение «Нынешний король Франции не лыс»? Если оно ложно, то истинным должно быть его отрицание «Нынешний король Франции лыс», что абсурдно.

Рассматривая « $A(x)$ » как сокращение для « x — нынешний король Франции» и « $B(x)$ » как сокращение для « x — лыс», можно было бы утверждение «нынешний король Франции не лыс» записать так: $\neg B((\supset x) A(x))$, т. е.: «тот единственный x , который является королем Франции, лыс» иверно. Этой формуле, по Расселу, соответствуют два утверждения: $(\exists x) A(x) \wedge (\forall x) (A(x) \supset \neg B(x))$ и $\neg ((\exists x) \times \times A(x)) \wedge (\forall x) (A(x) \supset B(x))$, т. е.: «существует единственный x , который есть нынешний король Франции, и для всех x , если x нынешний король Франции, то он не лыс», и «не существует такого единственного x , который есть нынешний король Франции, и для всех x , если x нынешний король Франции, то он лыс».

С точки зрения Гильберта — Бернаиса, второе истолкование вообще не должно приниматься во внимание, так как выражение с определенной дескрипцией может

рассматриваться логикой лишь в том случае, если доказано существование единственного индивида, удовлетворяющего этой дескрипции. Иными словами, второй вариант должен быть априори отброшен как бессмысленный. В расчет принимаются только те случаи, когда единственный индивид удовлетворяет условной A () и оценивается, удовлетворяет ли он условной B ().

Это соответствует общей установке Гильберта рассматривать в качестве предложения лишь то, что может утверждаться или отрицаться. Можно сказать, что если нам заведомо известно, что в языке Λ имя «нынешний король Франции» пусто (не имеет смысла), то выражение в целом не имеет смысла. Но если бы шла речь о первом фараоне двадцать седьмой династии, то вряд ли бы все легко признали, что это имя не имеет смысла. Концепция Рассела интереснее с той точки зрения, что она может быть применена к случаям, когда имя *оказывается* пустым в результате дополнительных изысканий и найдется такой возможный мир, в который оно входит, но который впоследствии оказывается не действительным миром (т. е. имя входит только в ложные предложения). Тогда будет объявлено, что данное имя не имеет смысла.

В теории Рассела определенная дескрипция обладает некоторыми свойствами, странными с обыденной точки зрения (Смирнов, 1972). Например, оказывается, что индивид, определенный этой дескрипцией, не обязательно тождествен сам себе, так как справедливо: если все x имеют свойство B , то не обязательно тот x , который имеет свойство A , имеет свойство B . Преждевременно, однако, было бы говорить о сенсационных свойствах индивидуальных объектов, открытых логикой, — как бы ни были полезны исследования Рассела именно на материале естественного языка, как бы ни убедительно они показывали неясность, скрываемую за метафоричностью и краткостью фраз «обычного» языка.

«Несамотождественность» индивидов, возможность наличия у них неодинаковых свойств и т. д. — явления такого же порядка, как нахождение царапины у первого черного шара и отсутствие оной у второго. И в этом отношении теория Гильберта как раз философски поучительнее, чем теория Рассела. Дело в том, что требование доказанности существования единственного индивида, удовлетворяющего дескрипции, означает, что в качестве индивида (притом единственного, т. е. в полном смысле слова индивида — индивид и должен быть

единственным!) рассматривается только индивид, *определенный средствами дедуктивной теории*, в идеальном случае — чисто логическими средствами. Лишь такой объект может рассматриваться в качестве индивида *логикой*! Если в формулу, на которую действует оператор дескрипции, входят другие переменные, то в теории Гильберта ею можно пользоваться лишь при условии, что *доказано* $(\forall y_1 \dots \forall y_k \exists! xA(x, y_1, \dots, y_k))$, т. е. условия средствами дедуктивной теории полностью определены. Иных индивидов дедуктивная теория не знает.

Последнее заявление может показаться странным, так как при построении исчислений предикатов указываются нередко имена как для индивидуальных переменных, так и для индивидуальных постоянных, и для формулировки свойств формул с кванторами нередко даются ссылки на постоянные, например: если $(\exists x) P(x) \in W_i$, то $P(a/x)$ по крайней мере для одного свободного индивидуального символа a ; $P(a/x)$ есть результат подстановки a вместо каждого вхождения x в $P(x)$ (аналогично для $(\forall x) P(x)$).

Здесь (определение Хинтикка), как и во всех аналогичных определениях, имеется индивидуальная константа, но почему-то не указано, какой предмет она обозначает! Если отвлечься от магии начальных букв алфавита, навевающих представление о постоянной, то оказывается, что a — переменная, вместо которой можно подставлять произвольную константу из произвольного возможного мира. Единственное условие, с которым жестко приходится считаться в кванторной теории — это различие между свободной и связанной переменной. Если пишут $(\exists x) P(x) \supset \supset P(t)$, а не $(\exists x) P(x) \supset P(x)$, то имеют в виду вовсе не обязательно, что t — имя конкретного индивида, а что в $P(t)$ переменная x не должна иметь связанного вхождения. Это опять-таки оказывается полностью понятным лишь тогда, когда вводится понятие «терм»; и хотя нередко понятие это вводится сразу при построении исчисления предикатов, оно явно может быть введено лишь при расширении логического языка до языка арифметики.

Значит ли это, что исчисление предикатов вообще не определяет понятия индивида и выражение «индивид относительно логической системы» — выражение бессмысленное?

Расширяя словарь и рассматривая наряду с логическими объектами исчисления предложений — истинностью и ложностью — и логическими функциями также произвольные

функции и произвольные объекты, логика получает возможность *выразить* свойства не только индивидов относительно логических систем и не только логических функций, что мы пытались показать. Но она *определяет* по-прежнему логические функции, или класс предложений, истинных в силу законов логики, но не больше. Расширение словаря позволяет найти больше выражений, инвариантных относительно некоторых преобразований: формула $P(x)$ может оказаться выполнимой, но в этом случае формула $(\exists x) P(x)$ тождественно-истинна; в первом случае истинность формулы зависит от значения индивидуальных переменных, во втором случае — нет. Теория квантификации служит средством записи логических истин в инвариантной форме.

Теория квантификации определяет класс индивидов относительно логических систем в том смысле, что она определяет класс объектов, могущих быть предметом логического рассуждения (по крайней мере дедуктивного вывода). Можно считать, что дескрипция «*тот x , который удовлетворяет условию $(P(x) \vee \neg P(x))$* », и ей подобные, образованные из логических законов, определяют класс объектов, с которыми логика соглашается иметь дело. Объекты, не удовлетворяющие этим условиям, не являются объектами для логики.

Проблема существования в логике

Проблема существования в логике тесно связана с проблемой дескрипции, так что окончательные выводы относительно понятия «индивид» в логике можно сделать лишь после анализа проблемы существования.

В теории дескрипции Рассела как само собой разумеющееся принималось положение о том, что переводом слова «существует» на язык логики является квантор существования. Это, вообще говоря, не так уж очевидно, так как то обстоятельство, что традиционный логический оборот «некоторые S обладают свойством P » читается как «существует (по крайней мере один) x такой, что $P(x)$ » само по себе не доказывает мысль Канта в том, что существование не является предикатом.

Такое доказательство представил У. Квайн в связи с разбором отрицательного высказывания о единичном существовании. Утверждение вроде «Пегаса не существует» при предположении о том, что существование есть предикат,

получает вид: «существует такой x , что x есть Пегас и Пегаса не существует», а в более общем случае — «существует x такой, что x не существует». Отсюда Квайн сделал вывод, что единственный способ избежать противоречий в утверждениях о существовании — запретить употребление слова «существует» в качестве предиката и употреблять его только в качестве чтения квантора \exists . Это требование выражено в формуле «Быть — значит быть значением переменной».

Но если к этому делу подходить серьезно и рассматривать $(\exists x) P(x)$ как утверждение о реальном существовании реальных индивидов, то приходится признать, что логика неявно допускает существование всех индивидов, которые могут быть значениями переменной, и пустые сингулярные термины исключены из рассмотрения. Нечто подобное предполагал Аристотель, и это являлось одной из слабостей его системы (Лукаевич, 1959). Язык, не допускающий пустых объектов, существенно ограничен. В связи с этим Хинтикой была построена теория, в которой «экзистенциальные предположения» были сделаны явными и которая допускает также существование пустых терминов. Для этого нужны изменения правил для введения кванторов в такой редакции:

$$(1) \text{ если } (\exists x) P(x) \in \mathcal{W}_i, \text{ то } P(a/x) \in \mathcal{W}_i \text{ и } (\exists x)(x = a)$$

по крайней мере для одного свободного индивидного символа a .

$$(2) \text{ если } (\forall x) F(x) \in \mathcal{W}_i \text{ и } (\exists y)(y = b) \in \mathcal{W}_i \text{ (или } (\exists y)(b = y) \in \mathcal{W}_i), \text{ то } F(b/x) \in \mathcal{W}_i.$$

Выражение $(\exists x)(x = a)$ является естественной экспликацией выражения « x существует», а выражение $(\forall x) P(x)$ получает новое истолкование: все, что говорится об актуально существующих индивидах, говорится также и об индивиде b при условии, что такой индивид реально существует. Формализация этого условия ослабляет логическую систему; так, формула $P(a/x) \supset (\exists x) P(x)$ перестает быть логически истинной, ее заменяет формула $(P(a/x) \wedge \Lambda (\exists x)(x = a)) \supset (\exists x) P(x)$.

Но требование Квайна влечет и более серьезные последствия. Если быть — значит быть значением переменной, то язык логики и математики должен быть построен таким образом, чтобы индивиды были только именами реально существующих единичных объектов или могли рассматриваться как таковые, а применительно к свойствам и классам

выражение «существует» либо не применялось, либо всегда было элиминировано. Это намечало грандиозную программу «номналистического» направления в метаматематике, итоги реализации которой обсуждать здесь нет возможности (см. Ледников, 1973). Отметим, что если бы удалось в конце концов справиться с «классовыми сущностями» в пользу индивидов, это не решало бы спора философского характера, ибо чисто номиналистическая теория оставалась бы применимой и к таким индивидам, как числа, единичные идеи и т. п., т. е. вполне совместимы и с платонистскими представлениями, если только последние допускают существование индивидов.

В чем реальное содержание проблемы существования в логике?

Прежде всего отметим уязвимость рассуждений Квайна относительно парадоксальности формулы «существует x , которого не существует». Выражения «быть», «существовать» достаточно неоднозначны, — уже не говоря о том, что вряд ли можно интерпретировать знаменитый вопрос Гамлета, как «быть значением переменной или не быть значением переменной?» Видно, рассуждение должно быть отнесено к серьезным научным текстам. Но и здесь вряд ли требует обоснования то обстоятельство, что, говоря «существует остров на Днепре около Киева» и «существует простое число меньше, чем пять», мы употребляем этот термин в несколько различных смыслах. Требовать, чтобы все индивиды существовали в том же смысле, как и горы, моря и острова — по меньшей мере крайность. Во всех случаях «быть» значит, как минимум, «быть объектом мысли», и это, конечно, серьезное основание для обобщения понятия «быть». Но в реальном словоупотреблении термин «быть» достаточно многозначен. Поэтому сам факт употребления одинаковых слов в данном случае доказывает меньше, чем упомянутый аргумент Канта.

Можно, конечно, совершенно резонно утверждать, что логика не имеет дела с вопросами об объективном, независимом от человека существовании некоторых сущностей или индивидов. Отсюда, однако, не следует, что такие вопросы вообще не имеют смысла, о чем подробно говорилось выше; отсюда следует лишь, что они не решаются «парой фокуснических фраз», по выражению Ф. Энгельса. Но, рассматривая слово «существует» во всех случаях как одно и то же по смыслу, мы осторожнее должны выдвигать требования о «реальном существовании индивидов» в областях определения индивидных переменных.

Логика может претендовать на то, что она дает корректную экспликацию выражений со словом «существует», а не на то, что она решает проблему существования для всех индивидов разного рода, относительно разных процессов рассуждения. «Парадокс единичного существования» на самом деле является не парадоксом, а формулировкой фундаментального допущения логики о том, что слово «существует» во всех случаях понимается как имеющее *один смысл, полностью выразимый в определении квантора существования*. Все вопросы о существовании сводятся логикой таким образом к доказательству истинности формул с квантором существования, и других вопросов существования логика попросту не рассматривает.

Этому вполне соответствует представление об осмысленности имен несуществующих индивидов, если заведомо не известно, что они не существуют (если предположение о существовании таких индивидов не противоречит имеющейся информации об универсуме). Не предполагая, что некоторые сингулярные термины могут оказаться пустыми после исследования, мы рискуем ограничить исследование крайне тривиальными случаями. Но при переводе на язык логики это означает, что в принципе не должны исключаться пустые сингулярные термины. Собственно говоря, требование Квайна, даже если оно не принимает формы явного определения, данного Хинтикка, как раз и допускает существование пустых индивидов, допуская наличие истинных предложений вида $\neg (\exists x) P(x)$. Если $\neg P(x)$ — всегда истинная формула со свободным вхождением x , то и если $(\exists x) P(x)$ ложно, то областью определения переменной x является множество пустых индивидов.

В чем же тогда смысл требования элиминировать невые «экзистенциальные предположения», сформулированного Хинтикка?

С излагаемой здесь точки зрения определение условий истинности формул с кванторами не базируется на предположении о реальном существовании индивидов, а определяет, что есть индивид (относительно логического рассуждения).

Применительно к конкретным предложениям естественного языка это определение выглядело бы так: X и τ суть различные индивиды относительно данного рассуждения, если и только если $\Phi(X)$ и $\Phi(\tau)$ суть альтернативные предложения, или, иными словами, если и только если $\Phi(X)$ и $\Phi(\tau)$ принадлежат к альтернативным возможным мирам.

Точные критерии альтернативности здесь не могут быть предъявлены и приходится уповать на смысл. В случае перевода этого требования на язык логики получим:

x и y суть различные индивиды, если в результате замены x на y в формуле $(\exists x) P(x)$ истинностное значение формулы изменяется (или, иными словами, если $(\exists x) P(x)$ и $(\exists y) P(y)$ суть различные функции).

Можно сразу же возразить, что в рамках логики не бывает, чтобы замена одного индивидного символа другим влияла на истинностную оценку формулы. Но это как раз и означает, что индивиды в логике неопределимы и неразличимы. Однако в случае $(\exists x) (\exists y_1) \dots (\exists y_n) P(x, y_1, \dots, y_n)$ замена одного или всех y_i на x существенно влияет на истинностное значение формулы. Это значит, с излагаемой точки зрения, что индивиды здесь не различимы и не отождествимы, однако, предполагается известным и принимается во внимание, что такое «один и тот же индивид» и «разные индивиды». Иными словами, свойство быть индивидом *выразимо* средствами логики, но *не определимо ее средствами*.

Само по себе написание a, b, \dots вместо x, y, \dots , конечно, не делает индивидные термины символами сингулярных объектов, тем более существующих. Но в теории Хинтикки введение сингулярных терминов имеет другой смысл. Возможные миры в логике суть интерпретации некоторых классов формул; сингулярные термины a, b *определяются* как различные интерпретации индивидной переменной, так что значение формулы $(\exists x) P(x)$ в возможном мире W_i существенно зависит от того, будет ли вместо x подставлен a или иной индивидный символ. Формулируя это условие как требование синтаксиса системы, т. е. вводя его в определенные кванторных выражений, мы тем самым *просто расширяем* логический язык, добавляя в него новые символы и указывая правила их употребления, и «ослабление» системы является следствием дополнительных ограничений на возможные подстановки.

Но очевидно, что такие ограничения должны быть сформулированы общим образом. Мы должны знать, с каким индивидом как поступать, и не просто запомнить качества индивидов, а найти им какое-то синтаксическое выражение.

Сложности, возникающие при определении таких условий, можно проиллюстрировать при помощи следующих рассуждений. Примем, что если $(\exists x) F(x) \in W_i$, то $F(a/x)$ и $(\exists x) (x = a) \in W_i$. Последнее выражение эквивалентно

утверждению, что a существует в данном возможном мире. Пусть индивид b не существует в данном мире. Это значит, что любая формула $F(b/x)$ ложна в данном мире. Но тогда в этом мире истинна формула $P(b/x)$, эквивалентная $\neg F(b/x)$. Следовательно, b все же принадлежит к миру W_i .

Можно считать, что к миру W_i принадлежат только атомарные формулы; формула $\neg F(x)$ является молекулярной и в таком случае к W_i не принадлежит. Это соответствовало бы некоторым изложенным выше соображениям, относящимся к языку Λ ; но логика не принимает, как правило, различения типов истинности подобного рода, и по крайней мере в теории Хинтикка ничего подобного не оговорено. Если все молекулярные формулы, которые могут быть «надстроены» над истинными формулами данного возможного мира по правилам логики, также принадлежат к этому миру, то остается один выход: допустить вхождение *пустых* сингулярных терминов в возможные миры, так что b есть пустой сингулярный термин, если $F(b/x)$ ложно в данном мире. Но в этом случае условие, сформулированное Хинтикка, есть не более чем определение того, что такое пустой и непустой сингулярный термин. В этом случае излишне подчеркиваемое Хинтикка дополнительное условие: все, что истинно относительно актуально существующих индивидов, истинно и по отношению к индивиду a при условии, что он *реально существует*. Если индивид пуст, то результатом подстановки и будет ложная формула — таково определение пустого индивида.

Требуется, таким образом, не просто рассортировать индивиды по возможным мирам, ибо даже если бы это и удалось, то они все равно будут «смешиваться», переходя в запрещенные возможные миры в качестве пустых индивидов. Эти переходы надо как-то регулировать. К тому же индивиды могут быть частично «прописаны» в одних мирах, удовлетворяя в них одним условиям, и частично — в других, удовлетворяя другим условиям. Если не полагаться на память, то остается один выход: определить индивиды логическими средствами, т. е. доказать индивидную (определенную) дескрипцию с условием единственности. Но это означает, что расширение языка должно производиться исключительно на базе логического словаря, что совпадает с программой логцизма.

Аналогичные проблемы обсуждались и в модальных логиках в связи с расширением понятия существования,

введением терминов «необходимое существование», «возможное существование». Наиболее известна дискуссия вокруг так называемой аксиомы Баркан. Р. Баркан-Маркус, одна из первых расширившая модальную логику до кванторной модальной теории, сформулировала теорему $\Diamond (\exists x) F(x) \supset (\exists x) \Diamond F(x)$. Эта теорема вызвала целый ряд возражений в силу своей предполагаемой несовместимости с интуицией. Так, прямое следствие этой теоремы $(\exists x) \Box F(x) \supset \Box (\exists x) F(x)$ получает такую трактовку при непосредственной интерпретации на естественном языке: «Из того, что существует это колесо, с необходимостью круглое, следует, что необходимо существует это круглое колесо» (Хинтикка). На этом и подобных основаниях Квайн высказался вообще против соединения модальной логики с кванторной теорией (Слинин, 1967).

Представляется, однако, что «парадоксы» возникают здесь вследствие неправомерной прямой подстановки предположений естественного языка без истолкования смысла подобных утверждений, как и в случае с «парадоксами» материальной импликации. Сама по себе аксиома Баркан не парадоксальна в том смысле, что ни к каким противоречиям при подстановках истинностных значений не ведет. Пример с колесом, как и всякие подобные примеры, затемняет существо дела, так как возникают не имеющие к логике никакого отношения вопросы вроде того, необходимо ли было изобретение колеса и т. п. В модальной логике «необходимо» понимается как «логически необходимо», т. е. «доказано». Смысл аксиомы Баркан или обсуждаемого ее следствия можно понимать примерно следующим образом: если существует некоторый объект такой, что свойства его логически выводимы из некоторых предпосылок, то логически выводимо из этих предпосылок утверждение о существовании объекта с данными свойствами. Учитывая, что предположение о существовании такого объекта с самого начала предполагалось установленным, т. е. истинным, трудно найти в этом выражении что-либо парадоксальное; это скорее тривиальность, но логика тривиальность в известном смысле радует. «Парадоксальность» подобных формул навеивается представлением о том, что презренные утверждения о существовании являются «фактическими истинами». Но если такое утверждение присоединено к исходным посылкам в качестве истины, либо доказанной, либо не требующей доказательства (т. е. опять-таки доказанной в ноль шагов вывода), то оно ничем не хуже

других необходимых утверждений. По отношению к конкретному предложению естественного языка вообще трудно сказать, в чем разница между просто истинным и необходимо истинным предложением; в общем теория создается для того, чтобы говорить о логической необходимости в некотором смысле этого слова.

Можно было бы продолжить обсуждение семантико-философских проблем, связанных с понятиями «индивид» и «существование». Целью настоящего изложения, однако, является не столько формулировка какой-то точки зрения по поводу всех широко обсуждаемых в логической литературе проблем подобного типа, сколько формулировка общего подхода к проблемам, возникающим из сопоставления логического языка с реальностью умственных построений, выражающейся в конкретном языковом материале.

Расширение логических систем. Предикатные константы

В первой главе настоящей работы при изложении идей логической семантики понятие предиката вводилось на основе понятий «функция» и «модель функции». Это не вызывало никаких затруднений и может показаться, что понятия «предикат» имеет столь же простой смысл, что и понятие «свойство». Действительно, общеупотребительные термины «свойство» и «отношение» вполне выразимы на языке логики. Однако, если говорить о логическом смысле этих терминов в узком понимании слова, т. е. о том, какие именно свойства и отношения *определимы* в логике, то дело оказывается не столь ясным. При построении модели произвольной функции надо взять объект из множества, на котором определены ее индивидуальные переменные, и сопоставить саму функцию этому объекту; тогда функция будет преобразована в предикат, значением которого есть истина или ложь (в двузначной логике). Но мы исходим при этом из того, что (математические) объекты при этом некоторым образом заданы. Если же мы идем не от математики к логике, а от логики к произвольным содержательным теориям, то, вообще говоря, неясно, можно ли сопоставлять произвольные свойства и отношения предикату. Неясно потому, что мы, как было показано, оставаясь в рамках логики, не можем «взять вот этот индивидуальный объект», так как понятия различимых и отождествимых индивидов неопределимо в логике. Логика

лишь различает индивиды, могущие быть объектом рассуждения, и индивиды, не могущие быть объектом рассуждения («пустые» индивиды).

Понятие индивида определимо логическими средствами в той мере, в какой определимы его различные свойства. Для расширения возможностей распознавать различные индивиды необходимо расширение логических языков. Пока нет уверенности в том, что такое расширение не позволит выразить свойства некоторого объекта, не имеет серьезного смысла подставлять его имя вместо индивидуальной переменной, имя его свойств — вместо функциональной переменной: это может оказаться не более чем примером, а примерами всегда можно злоупотреблять. Должно быть ясно, что имелии интересующие нас свойства выражены в данной формуле логики.

Известно, что «хорошие» системы, аксиоматизирующие исчисления предложений, не допускают расширений, т. е. полны. Иными словами, присоединение к системе аксиом пропозиционального исчисления любой формулы, не являющейся аксиомой, делает систему противоречивой (присоединить теорему к системе аксиом можно, но это излишнее). Если какая-либо из аксиом оказывается выводимой из других аксиом, ее просто надо удалить как ненужную роскошь в целях экономии. Чтобы расширить возможности пропозиционального исчисления, нужно обогатить его язык, ввести знаки для произвольных предикатов и индивидуальных объектов и аксиомы и правила вывода, указывающие, как ими пользоваться. Полученные таким образом исчисления предикатов в отличие от пропозициональных исчислений, неполны в том смысле, что позволяют расширения.

Надо ясно сказать, что «неполнота» в этом смысле слова не означает какой-то принципиальной неполноты или ущербности логики. Логические свойства выражений в исчислениях предикатов определены совершенно полно в том смысле, что класс всех *логически*, т. е. без каких-либо не относящихся к логике дополнительных предположений, истинных формул определяется в «хороших» системах исчисления предикатов полностью и окончательно: всякая общезначимая в любой области формула обязательно является теоремой, всякая теорема обязательно общезначима в любой области. Однако оказывается возможным, в отличие от исчисления предложений, присоединить к исходному классу аксиом некоторые выполнимые формулы в качестве дополнительных аксиом,

и противоречие при этом не возникает. Так, формула $(\exists x) P(x) \supset (\forall x) P(x)$ выполнима лишь при условии, что индивид x является одним-единственным или что все объекты рассуждения тождественны; присоединение ее к исходным аксиомам в качестве дополнительной аксиомы не ведет к противоречию.

«Неполиота» в этом, широком, смысле слова означает, что исчисление предикатов позволяет определить не только класс логических истин (свойство «истинности в силу законов логики» для произвольных предикатов), но и некоторые иные свойства. Интересно, что дополнительные возможности исчисления предикатов связаны не с раскрытием каких-то новых свойств индивидов вообще, т. е. они по-прежнему не зависят от того, *каковы* индивиды, но зависят от того, *сколько* индивидов. Отметим, что исчисление предикатов позволяет построить формулы, *выполнимые* на бесконечной области, но не позволяет построить формулы, истинные на бесконечной области и только на ней, т. е. не позволяет *определить* бесконечную область.

Дальнейшее расширение языка исчисления предикатов возможно двумя путями: либо путем введения индивидуальных или предикатных констант, либо путем разрешения связывать знаком квантора также и предикатные переменные. Первый путь называется построением *прикладных* исчислений предикатов (при этом использование предиката « $=$ » еще не делает, как считается, исчисления прикладным), второй путь — построением исчислений предикатов высших порядков. Оба пути можно комбинировать.

Важно отметить, что не всякий предикат может быть введен в прикладное исчисление, как и не всякий индивид. Свойства индивидов должны быть выражены таким образом, чтобы их можно было записать чисто формально в виде аксиом, добавляемых к базисному логическому исчислению. Таковы свойства «следующий за...», свойства суммы и произведения индивидов. Важно отметить также, что законность расширения исчисления предикатов от чистого до прикладного сама по себе еще должна быть обоснована, так как, вообще говоря, неясно, не влечет ли подобное расширение опасных последствий в виде парадоксов. Этой цели служит расширение логики до математики с помощью построения исчислений предикатов высших ступеней, менее удобное технически, но позволяющее проверить законность каждого шага в большей степени. Иными словами, введение индивидуальных

и предикатных констант было бы незаконным, если бы тех же результатов нельзя было добиться в принципе и более сложным путем, но с использованием одного лишь словаря логики.

Обсуждение проблем, связанных с расширением логики до математики, выходит за пределы данной темы. Сказанное нужно было лишь для того, чтобы подчеркнуть, что введение «конкретных индивидов» и «конкретных свойств и отношений» в логику на самом деле очень жестко регулируется требованиями выразимости этих свойств и отношений, а, следовательно, и распознаваемости индивидов *на языке логики и только логическими средствами*. Фактом является то, что для самого существенного в содержании математики это удалось сделать. Фактом, установленным в результате сложных исследований, является и то, что содержание математики невыводимо из логики; для получения содержательных математических утверждений и проверки их истинности требуется привлечение дополнительных предположений, впрочем, выражимых с помощью логических терминов.

Это приходится подчеркивать потому, что в некоторых философских комментариях к результатам, полученным в математической логике, с недопустимой, на наш взгляд, легкостью производятся различные подстановки и делаются далеко идущие выводы.

5. НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ

В номере журнала «Синтез», посвященном памяти Карнапа, Хинтикка полемизирует с точкой зрения, согласно которой «золотой век семантики» продолжался от Фреге до Карнапа, точнее, до его книги «Значение и необходимость». Хинтикка убедительно показывает, что Карнап лишь подошел к идеям семантики «возможных миров», «век» которой начался после Карнапа и которая позволила решить семантические проблемы, оставшиеся для Карнапа неразрешимыми.

Если иметь в виду собственно логико-семантическую сторону дела, то Хинтикка несомненно прав. Работы Фреге послужили огромным стимулом для уточнения понятий не только в области оснований математики, но и в области оснований эмпирических наук. Формулировка неясных положений, относящихся к самым фундаментальным областям

знания, в терминах формальной логики позволила в ряде случаев найти источники путаницы и избежать парадоксальных следствий. Но, опираясь на экстенциональные (объемные) методы, логический анализ тем не менее основывался на признании первичности смысла (интенционала) по отношению к объему (экстенционалу), а понятие «тождества по смыслу» и «связи по смыслу» оставались неуточненными. Работы Карнапа в этой области не принесли существенного успеха. Лишь развитие модальных логик и семантик «возможных миров» позволило ввести в оборот понятия возможности и необходимости, что дало новый инструмент для определения «фактической эквивалентности» и «логической эквивалентности» выражений, не прибегая к семантике смысла и значения.

Но можно понять и источник тех умонастроений, с которыми Хинтикка полемизирует. Работам Рассела и Карнапа был свойственен широкий философский размах, в них частные вопросы рассматривались как детали общефилософской концепции научного знания, имя которой — «логический» позитивизм (хотя к Расселу этот термин может быть применен лишь со многими оговорками). Не случайно поэтому семантика Карнапа изобиловала ссылками на естественный язык, в то время как семантика «возможных миров» все больше строится как некоторая алгебра.

Можно даже удивляться упорству, с которым сторонники «логического анализа языка» пытались делать прямые сопоставления между естественным языком и языком логики, рассматривая последний просто как естественный язык, «очищенный» от неясностей обычного бытового словоупотребления. Это, однако, имело вполне определенную философскую основу, вполне очевидную прежде всего у Рассела. Для Рассела логическая реконструкция «обычных» выражений была открытием подлинной структуры языка, отличающейся от «неочищенного» языка тем, что только она и совпадала со структурой мира.

Вывод, сделать который представляется вполне возможным, заключается прежде всего в том, что логическая реконструкция отдельных участков знания требует допущения очень сильных идеализаций и создает универсум «логических объектов», столь же лишенных непосредственной связи с действительностью, как и всякий мир «конструктов», по излюбленному выражению неопозитивистских теоретиков науки. Создавая научные абстракции, мы не

только что-то умышленно упускаем из виду, но и тем самым создаем искусственные конструкции вроде точек, линий и т. п., непосредственно в действительности не существующих.

Учитывая это обстоятельство, мы можем утверждать, что на деле в логике рассматривались не всегда те проблемы, которые возникали при непосредственном сопоставлении формул логики с выражениями естественного языка. Это касается и понятия «следование», и понятия «истина», и понятия «существование». Вполне понятно, что единственной, годной для всех случаев экспликации этих понятий средствами логики отыскать нельзя, как нельзя отыскать абсолютной истины в последней инстанции вообще. Каждая логическая система по-своему обогащает соответствующие представления, но при этом важно подчеркнуть, что ее всегда интересует *логический смысл* данных терминов в узком понимании этого слова.

Это, в частности, означает, что логика не стремится и не может стремиться дать определение понятия «истина» и понятия «доказательство» вообще, так как она не стремится и не может стремиться найти средства, позволяющие отличить *все истинные высказывания от ложных, все случаи, когда некоторое утверждение вытекает (следует) из некоторого другого утверждения*. Логика определяет лишь класс утверждений, истинных в силу логических законов. Ситуацию можно пояснить на следующем примере. Прибыв в незнакомый город, вы можете спросить дорогу в ближайшую гостиницу и в ответ получить правила уличного движения. Ответ будет корректным, так как не соблюдая правил, вы рискуете не добраться до гостиницы. Но он будет существенно неполным, так как конкретного пути правила не указывают. Логика не обещает большего, чем правила уличного движения обещают приезжему. Сопоставление выражений логики с выражениями естественного языка так же необходимо, как умение применять правила уличного движения к конкретной обстановке конкретного незнакомого города. Можно даже рассматривать правила уличного движения как обобщенное описание вашего движения к гостинице, но, увы, оно настолько обобщено, что годится для всякого города и для всякого интересующего вас в нем объекта. Но если это недостаток информации с точки зрения ищущего дорогу новичка, то к правилам нельзя и предъявлять иных требований.

И понятие «истина», и понятие «связь по смыслу», и понятие «следование» приобретают в логике специфический смысл.

Системы, построенные А. А. Зиновьевым, тем, между прочим, и интересны, что в них сделана попытка элиминировать те стороны проблем, упомянутых выше, которые логикой не рассматриваются и которые таким образом не являются логическими.

Внутри логики четко различаются (метаязыковые) правила вывода и (языковые) предложения логики; первые не могут быть ни истинными, ни ложными — они либо являются правилами, либо нет; вторые получают истинностную оценку. При этом различие между правилами вывода и теоремами является относительным в том смысле, что может быть сформулирована система без аксиом, но с правилами вывода, выбор правил вывода относительно свободен и т. д. Тем не менее некоторый класс формул *с точки зрения логики* есть класс истинных предложений. Но по отношению к содержанию теории, использующей логические истины, эти последние могут выступать как правила пользования конкретным материалом исследования, и в этом смысле они также не истинны и не ложны, а являются правилами либо нет. Логика признает это лишь в той форме, что истинность молекулярных формул (а, следовательно, определение логических функций) есть следствие истинностной оценки некоторых атомарных формул, в частном случае могущих служить переводом на логический язык того обстоятельства, что истинными или ложными в собственном смысле слова бывают предложения говорящие нечто о внешней реальности. Именно там надо искать совпадения (или несовпадения) мыслей с действительностью, а не в *структуре* логического языка, т. е. не в структуре доказательства. Так что проблема была поставлена Расселом с ног на голову.

Если сказанное верно, то следует принять во внимание еще одно, пожалуй, самое существенное обстоятельство.

С точки зрения логики представляют интерес те ее предложения, которые истинны независимо от значения переменных. Истинность других предложений логики есть дело случая или дело факта *в том смысле*, что она определяется вне-логическими обстоятельствами или, если говорить о языке логики, внеязыковыми обстоятельствами. Но тем самым понятие «фактический» получает в логике специфическое значение, которое неправомерно отождествлять с обычным словоупотреблением. Мы поэтому не можем заранее исходить из того, что «фактическим истинам» логики соответствуют факты и наблюдения, а «логическим истинам» —

теоретические построения. Предметом логики является некоторый тип рассуждений вообще, и она формулирует условия, нарушать которые никому не позволено (или если уж он их нарушает, то должен делать это втихомолку и затем предъявлять результат такой, как если бы он был получен по крайней мере без конфликта с логикой). Относится ли рассуждение к математике, физике или сапожному делу — это вопрос несущественный. Иными словами, вопрос о том, является некоторое утверждение теоретическим или эмпирическим, мы пока с полным правом можем отнести к *смыслу* соответствующих предложений и абстрагироваться от него, когда речь идет о доказательности.

Наконец, последнее замечание. Можно считать, что различные логическим системам (в том числе системам вероятностной или индуктивной логики) соответствуют различные типы рассуждений. Однако, само по себе наличие множества логических систем не означает, что каждой из них соответствует определенный тип рассуждений. Можно построить различные описания одного и того же процесса с разной степенью точности и полноты. Из того, что существует теория индукции и теория дедуктивного вывода, не следует, что при некоторых дополнительных допущениях один и тот же процесс доказательства не может быть представлен и как индукция, и как дедукция. Отсюда следует лишь, что теорию дедукции в силу некоторых обстоятельств целесообразно применять в одних случаях и целесообразно применять в других случаях, и то же самое — относительно теории индукции. Относится ли по смыслу множества предложений, свойства которых исследуются, к эмпирическим или теоретическим, или частично к тем, частично к другим — прямого отношения к делу не имеет.

После столь длительных оговорок о том, чего нельзя говорить, попытаемся уточнить, что же *можно* говорить о любом рассуждении с точки зрения логики.

Доказательство

Определить понятие доказательства — значит указать условия, при которых последовательность предложений некоторого языка можно считать доказательством (и таким образом отличить от последовательности предложений данного языка, доказательством не являющуюся). Конечно, такого определения здесь дать невозможно, так как ниже не

строится некоторый конкретный язык, а рассматриваются некоторые особенности любого языка. Нижеследующее изложение поэтому претендует лишь на то, чтобы показать, как можно при разных содержательных предпосылках подойти к определению доказательства. Цель изложения — описать общий случай, который не противоречил бы частному случаю доказательства средствами логики и охватывал бы и такие случаи, как «доказательство фактами».

Пусть имеется некоторое множество предложений A — «тезаурус», относительно которого ведется рассуждение. Пусть, далее, мы можем сформулировать в качестве некоторых ответов на один вопрос предложения $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$, такие, что (1) каждое β_i может быть непротиворечиво (по смыслу) присоединено к A , (2) A не вынуждает принять ни одно β_i , или $A \nVdash \beta_i$.

Пусть, далее, γ есть предложение такое, что $A, \gamma \Vdash \beta_1 \vee \beta_2 \vee \dots \vee \beta_k$. Мы будем называть γ аргументом в пользу β_i (относительно A). Аргумент есть полное доказательство, если $k = 1$, и частичное доказательство, если $k > 1$.

Вообще говоря, неясно, является ли $\beta_1 \vee \beta_2 \vee \dots \vee \beta_k$ альтернативой, т. е. исчерпывает ли она все возможные ответы на вопрос. В качестве частного случая аргумента согласимся называть такое предложение α , присоединение которого к A вынуждает принять утверждение, что $\beta_1 \vee \beta_2 \vee \dots \vee \beta_k$ есть альтернатива. Процесс доказательства с этой точки зрения представляет собой отбрасывание всех конкурирующих гипотез, кроме одной.

Определение доказательства в каждом конкретном случае есть указание такого γ , которое вынуждает принять β_i и принять, что любой отличный от β_i член альтернативы невозможен. Переходя к истинностным оценкам, можно сказать: γ доказывает β_i (при условии, что A), если и только если $\gamma \supset \beta_i$ истинно.

Переводя сказанное на язык логики, будем говорить, что некоторое множество $\Gamma \in G$ вынуждает принять $x \supset y$, если имеется Δ , находящееся в транзитивном и рефлексивном отношении R к Γ , т. е. $\Gamma R \Delta$, и если $\Delta \vDash x$, то $\Delta \vDash y$.

Отметим те предпосылки, которые неявно принимаются при таком представлении о доказательстве. Предполагается, что мы умеем правильно поставить вопрос, хотя всем известно, что увидеть проблему при наличии даже хороших

знаний не так просто. Предполагается далее, что мы умеем сформулировать возможные ответы на данный вопрос в терминах данного языка и как-то обнаружить, что эти ответы совместимы с имеющимися знаниями. В частном случае логики это означало бы, что мы сумели сформулировать утверждение, которое, как нам хотелось бы, должно бы быть теоремой, а также сформулировать возможные альтернативные утверждения, и не очевидно, что каждая данная формулировка присоединима или не присоединима к исходному множеству аксиом и теорем. Нахождение доказательства есть нахождение такой последовательности формул, которая позволяет принять одну из формулировок или отбросить остальные при условии, что набор предполагаемых ответов полный, и это доказано. Но важно, что при этом не обязательно считать доказательством лишь такое нахождение γ , вынуждающее принять единственное α_i , которое совершается с помощью средств дедуктивной теории. Мы можем отбросить некоторые гипотезы, опираясь на то, что истинность некоторых «возможных миров» уже установлена — то ли теоретически, то ли в эксперименте; мы можем на подобном же основании принять одну из альтернатив, если оказалось, что некоторый «возможный мир» является ее альтернативой и он уже отброшен по каким-либо соображениям.

Рассмотрим тот частный случай, который соответствует индукции или вероятностному заключению.

В общем случае не предполагается, что члены альтернативы $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ суть утверждения о результатах эксперимента либо теоретические гипотезы относительно исхода эксперимента; содержание предложений не принимается здесь во внимание. Рассмотрим такой частный случай, когда к некоторому набору сведений A присоединяется предложение α , говорящее о том, что производится некоторый эксперимент, и пусть $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ — возможные исходы этого эксперимента. Принятие A, α вынуждает принять альтернативу $\beta_1 \vee \beta_2 \vee \dots \vee \beta_k$, причем других исходов, кроме перечисленных, не имеется. Весьма условно мы согласились рассматривать условие α как доказательство того, что $\beta_1 \vee \beta_2 \vee \dots \vee \beta_k$ действительно является альтернативой. Для перехода к вероятностным оценкам необходимо ввести некоторую функцию $W(\beta_i) = p_i$, равную вероятности исхода β_i при достаточно большом числе испытаний; если число испытаний равно N , число испытаний с исходом β_i

равно n_i , то вероятность $W_{(\beta_i)} = p_i = n_i / N$. Альтернативе $\beta_1 \vee \beta_2 \vee \dots \vee \beta_k$ теперь может быть поставлена в соответствие сумма $P_1 + P_2 + \dots + P_k$, причем поскольку действительно имеется альтернатива, то сумма всех вероятностей равна единице.

Пусть имеется γ такое, что $A, \alpha, \gamma \models \beta_1 \vee \beta_2 \vee \dots \vee \beta_k$.

Тогда если вероятность β_i при условии α, γ равна вероятности β_i при условии α , то γ не является аргументом в пользу β_i или, если γ есть результат некоторого эксперимента, этот эксперимент независим от эксперимента α . Если $A, \alpha, \gamma \models \beta_i$ и, следовательно, каждая вероятность остальных исходов равна нулю, то γ является доказательством β_i . Если при A, α, γ $0 > W(\beta_i) > 1$, то мы имеем условную вероятность. Отметим, что, вообще говоря, γ может быть и некоторой теоретической гипотезой.

Существенно, что выбор вероятностных методов продиктован не эмпирическим характером материала вообще; в конце концов можно оценивать таким образом любые гипотезы, непротиворечно присоединимые к некоторому исходному базису. Иными словами, не обязательно считать, что коль скоро мы имеем дело с эмпирическими науками, то ничего кроме статистики к более или менее вероятным выводам привести не может. Если в эмпирических теориях имеется возможность сформулировать конечное число альтернативных гипотез и отбрасывать некоторые из них при условии, что действительно имеет место альтернатива (что это можно доказать), то достоверность вывода будет не меньшей, чем в математике. Но принимаются во внимание и такие ситуации, когда нам выгодно оперировать с массами случаев и вероятностями отдельных исходов, не вникая в причины каждого из них по тем или иным соображениям.

Члены альтернативы могут быть предложениями теоретического характера — теоретическими гипотезами, возникающими при принятии некоторого γ ; в свою очередь аргумент может быть и теоретическим допущением, из которого следует набор конкурирующих теоретических же гипотез, и фактом, позволяющим дать альтернативные толкования.

С другой стороны, члены альтернативы могут быть утверждениями эмпирического характера, а γ — гипотезой, не исключающей ни одного из них; наконец, может быть

такая ситуация, когда некоторое теоретическое утверждение вынуждает принять гипотезу эмпирического характера β_i , и тогда эксперимент позволит установить, приемлема ли теоретическая гипотеза; утверждение γ может быть эмпирической по смыслу гипотезой, которая позволяет отбросить несколько теоретических утверждений и оставить одно из них, и в таком случае мы говорим, что факт доказывает теоретическую гипотезу. Поскольку логика не определяет понятия «наблюдаемый» и «теоретический», эти допущения по крайней мере не противоречат общему пониманию доказательства.

Новое знание

Попытки уточнения понятия «новое знание» натолкнулись как будто на то обстоятельство, что если некоторое предложение хорошо теоретически обосновано, то ему приписывается большая степень вероятности и тем самым меньшая информация. В семантической теории информации предложения, истинные в силу законов логики или постулатов значения, неинтересны с информационной точки зрения. Таким образом, либо теоретико-вероятностные методы оценки количества информации не годятся для оценки смысловой или семантической информации, либо введение точной процедуры доказательства сводит к нулю информационную ценность хорошо аргументированных утверждений — таков вывод, который напрашивается из существующих методов оценки семантической информации.

Отождествляя смысл предложений с информацией о положении дел в некоторой реальности, мы, конечно, употребляем термин «информация» в содержательном, нестрогом смысле, так что если дано некоторое множество A предложений, то не предполагается известным, «сколько» информации об универсуме дано в этих предложениях. Очевидно, что о количестве информации вообще имеет смысл говорить там, где происходит изменение общей суммы информации и где, попросту говоря, можно что-то сравнивать; количество информации есть понятие относительное. Ниже будет предложен один из возможных подходов к оценке количества семантической информации — исключительно с той целью, чтобы показать, что понятие «новая семантическая информация» применимо и к тем случаям, когда производится процесс доказательства, или когда приняты новые утверждения вынуждается некоторыми аргументами.

Семантическую информацию, несомую предложением γ , будем рассматривать как функцию вероятности того предложения β_i , аргументом в пользу которого является γ . Пусть имеет место $A, \models \beta_1 \vee \beta_2 \vee \dots \vee \beta_k$ и пусть каждому β_i приписана вероятность p_i . Вероятность альтернативы равна единице. В случае, если все члены альтернативы равновероятны, вероятность каждого β_i равна $1/k$; однако можно предположить, что имеются какие-либо способы оценки вероятности каждого члена альтернативы и что эти вероятности различны. Примем γ величину $I(\gamma)$, равную $-\log(p)$, где p — сумма вероятностей тех членов альтернативы, которые остались после присоединения γ к A , α (или аргументом в пользу которых является γ). Естественно, если γ не элиминирует ни одного члена альтернативы, то количество информации $I(\gamma)$, несомой γ по отношению к каждому β_i , будет равно $\log(1)$, т. е. равно нулю. Наибольшую информацию γ несет относительно произвольного члена альтернативы тогда, когда γ позволяет элиминировать все члены альтернативы, кроме одного, наименее вероятного. В случае равновероятности всех предложений β_i условие упрощается: γ несет максимум информации, если и только если оно является полным доказательством β_i .

Переход от этих представлений к обычным теоретико-вероятностным и теоретико-информационным представлениям в случае, если β_i — один из возможных исходов испытания при условии γ , тривиален. Если бы можно было как-то оценивать вероятность альтернативных формулировок теорем в случае доказательства дедуктивного, можно было бы применять указанные методы и к логике при условии, что *не считается, что каждая теорема уже (актуально) доказана*.

Можно уточнить понятие «существует доказательство» следующим образом: в K существует доказательство B , если оно актуально существует в K или может быть получено из K в один шаг вывода. B может быть непротиворечиво присоединено к K , если и только если в K не существует $\neg B$ или $\neg B$ не может быть получено в один шаг вывода. Тогда могут быть дополнительно определены оценки аргументов в пользу B или $\neg B$.

Чтобы яснее представить, в каком смысле можно говорить об информации, несомой логическими законами, рассмотрим вначале пример, когда учитывается бесконечное множество возможных миров, т. е. деревья логических

возможностей ветвятся до бесконечности. Этот случай вызывает с информационной точки зрения беспокойство, так как ни с бесконечно большой, ни с бесконечно малой информацией делать нечего.

Рассмотрим в качестве примера нахождение определенного интеграла как меры площади. Дадим индуктивное (вероятностное) описание этого рассуждения.

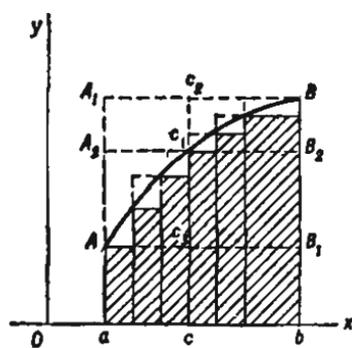


Рис. 6

Рассмотрим график функции $y = f(x)$ на участке от $x = a$ до $x = b$ и попытаемся определить площадь криволинейной трапеции $AabB$. Примем такие очевидные соглашения:

1) Пусть z — произвольная точка на площади трапеции $AabB$. Тогда вероятность P нахождения точки z на площади трапеции равна единице, или $P(z \in AabB) = 1$.

2) Пусть S, S_1, S_2, \dots, S_k — некоторые площади. Тогда если $S = S_1 + S_2 + \dots + S_k$, то $P(z \in S) = P(z \in S_1 \vee z \in S_2 \vee \dots \vee z \in S_k) = P(z \in S_1) + P(z \in S_2) + \dots + P(z \in S_k)$.

Будем теперь разбивать площадь трапеции на площади вписанных и описанных прямоугольников следующим образом. На первом шаге, или на первом испытании, образуем вписанный прямоугольник AB_1ba и описанный прямоугольник A_1Bba , как это показано на рисунке. Тогда

$$P(z \in AabB) = P(z \in AB_1ba) + P(z \in A_1Bba) = 1.$$

Иными словами, произвольная точка площади трапеции $AabB$ с достоверностью окажется либо на площади вписанного прямоугольника, либо на разности площадей описанного и вписанного прямоугольников. На втором шаге (втором испытании) точка z будет принадлежать или к вписанному прямоугольнику Ac_1ca , или к разнице площадей вписанного и описанного прямоугольников AA_2c_1c или к вписанному прямоугольнику c_1B_2b , или к разнице площадей вписанного и описанного прямоугольника $C_1C_2BB_2$. Продолжая испытания сколь угодно долго, мы получили бы бесконечно ветвящееся дерево логических возможностей.

Чтобы избежать бесконечностей, будем рассматривать

каждый раз не вероятность каждой альтернативы, а вероятности некоторой суммы альтернатив, а именно вероятность того, что точка z окажется в сумме площадей вписанных прямоугольников, и вероятность того, что точка z окажется в сумме площадей разниц описанных и вписанных прямоугольников. Тогда дерево логических возможностей построения прямоугольников приняло бы такой вид (S_i^{op} — разность площадей описанного и вписанного, $S_i^{вп}$ — вписанного прямоугольника):

Один вписанный и один описанный
прямоугольник

Два описанных и два вписанных
прямоугольника

n вписанных и n описанных
прямоугольника

$n+1$ вписанных
и $n+1$ описанных
прямоугольника

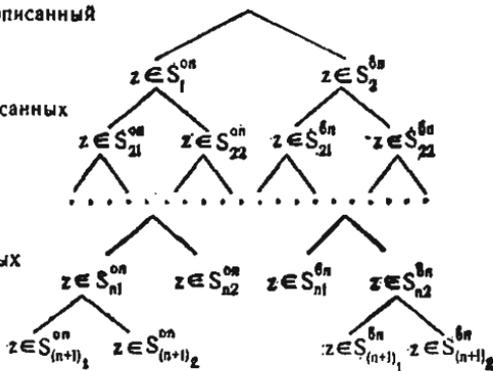


Рис. 7

На каждом конкретном шаге (результат каждого испытания) мы получаем конечное число альтернативных возможных миров или результатов испытания. Мы можем упростить таблицу, на каждом шаге рассматривая лишь две возможности (две ветви дерева), а именно: вероятность того, что z входит в разницу между первым описанным и первым вписанным или в разницу между вторым описанным и вторым вписанным или... ..или разницу между n -м описанным и n -м вписанным прямоугольниками, как один член альтернативы, и вероятность того, что z входит в первый вписанный или во второй вписанный или... ..или в n -й вписанный прямоугольник. Согласно (2) можно оценить вероятность $P_n(z \in \sum_1^n S_i^{op})$ и вероятность $P_n(z \in \sum_1^n S_i^{вп})$.

Таким образом получено дерево логических возможностей, в принципе не отличающееся от тех деревьев логических возможностей, которые описывают не математический эксперимент, а реальные испытания.

Для получения вывода нужно:

1) уметь вычислять площадь прямоугольников по заданному основанию и высоте;

2) принять предложение о том, что вероятность нахождения точки z в разнице площадей вписанных и описанных прямоугольников на n -м шаге (при n -м испытании) больше, чем на $(n + 1)$ -м шаге;

3) принять, что при $n \rightarrow \infty$ сумма разностей площадей стремится к нулю илн, если говорить на языке теории вероятности, при достаточно большом числе n испытаний вероятность P_n ($z \in \sum_1^n S_i^{оп}$) становится столь ничтожно малой, что ею можно пренебречь.

Возвращаясь к схеме доказательства A , $\gamma \models \beta_i$, поставим вопрос следующим образом: какие из перечисленных утверждений можно считать тем γ , присоединение которого к исходным сведениям A позволяет элиминировать возможность нахождения точки z в сумме разностей площадей описанных и вписанных прямоугольников? Если к A принадлежат некоторые законы логики, то последние несут информацию, нужную для получения вывода.

Логичнее всего утверждать, что к числу исходных сведений, зафиксированных в множестве предложений A , принадлежит и умение вычислять площадь прямоугольника, и умение находить интегральную сумму. Решающую роль в получении доказательства того, что $\int_a^b x dx$ есть мера площади, играет утверждение (2).

Но, быть может, в него неявно входит какой-либо логический закон? Доказательство здесь велось неформально, и, если бы мы взяли иной пример, скажем, формализованное Генценом доказательство теоремы Евклида «существует бесконечно много простых чисел», то здесь явным образом используются в качестве аргументов теоремы логики и можно утверждать, что они несут семантическую информацию.

Но следует иметь в виду многозначность выражения «закон логики». Если под законом логики понимать имеющийся у исследователя навык в пользовании некоторым материалом, то логичнее всего предположить, что подобные навыки явно или неявно должны включаться в число исходных сведений, образующих в совокупности множество предложений A . В этом смысле законы логики суть действительно та-

тологичны, или не несут информации относительно доказываемого предложения — ибо в доказательстве используются в качестве аргумента те предложения, которые не входили в А. Это, однако, относится не только к законам логики в данном расширительном смысле слова, но и к другим сведениям. Так, недостаточно присоединить непротиворечивым образом к А несколько альтернативных предложений — надо иметь уверенность, что набор альтернативных предложений является полным, или что логическая сумма соответствующих предложений есть достоверное событие. Для такого заключения нужна логика, но одной лишь логики мало, о чем говорилось при характеристике вероятностных заключений как о принципиальной неполноте теории вероятностного вывода. Утверждение, позволяющее заключить, что данная дизъюнкция действительно является альтернативой, можно рассматривать как частный случай аргумента в пользу каждого члена альтернативы. Но этот аргумент лишь ликвидирует исходную полную неопределенность, и поэтому нельзя сказать, сколько членов альтернативы он элиминирует и таким образом нельзя спрашивать, сколько в нем содержится информации. Присоединение аргумента к исходным предложениям при наличии альтернативы (логической суммы событий, являющейся достоверным событием) уменьшает исходную неопределенность и тем самым несет информацию.

Дело, однако, меняется, если под «законом логики» мы понимаем теорему логического исчисления, говорящую нечто о реально существующих и действующих в рассуждении закономерностях или навыках пользования материалом. Такая теорема есть некоторое знание о мыслительной деятельности, и вполне понятно, что использование ее в явном виде может вести к осязаемым результатам, весьма нетривиальным. В этом случае «законы логики» несут семантическую информацию в зависимости от того, какую задачу они позволяют решить.

Подытожить сказанное можно следующим образом.

Если $A, \gamma = \beta_1 \vee \beta_2 \vee \dots \vee \beta_k$, то и $I(\gamma) = -\log(p_i)$, где $I(\gamma)$ — несомая γ информация, p_i — средняя вероятность β_i .

Если $A, \gamma = \beta_i$, то $I(\gamma) = -\log(P_i)$, где P_i — вероятность β_i .

В данном случае информация, несомая предложением, ставится в зависимость от сложности задач, которую позволяет решить данное предложение, а сама сложность задачи

отождествляется с выбором некоторого члена альтернативы, причем чем менее обоснованы предшествующими знаниями данный член альтернативы, т. е. чем меньше его вероятность с точки зрения A , тем сложнее задача. Возможны иные оценки сложности задач и, следовательно, другие оценки информации, несомой некоторым предложением или множеством предложений, позволяющими решить эту задачу. С точки зрения логики науки особенно важен случай, когда решение более сложной задачи сводится к решению более простой задачи; очевидно, что если α , β — задачи, то $\alpha \supset \beta$ и есть сведение задачи β к задаче α . Доказательством того обстоятельства, что такое сведение имеет место, и есть обоснование «фактического следования». Чем больше неопределенность возможных решений β по сравнению с α , тем больше информации в доказательстве.

«Аналитическое» и «синтетическое»

В логической литературе имеется ряд хороших экспликаций понятий «аналитическая истинность» и «синтетическая истинность». Эти экспликации явились итогом длительного обсуждения и уточнения представлений Канта об аналитических и синтетических суждениях, начатого, как говорилось, после работ Фреге. Не вдаваясь в оценки того, насколько полно современные экспликации позволяют выразить интуитивные представления о «новом знании», отметим лишь, что после Канта логика в этом вопросе ушла несколько в сторону от тех проблем, которые его интересовали. Аналитические и синтетические суждения Канта — это один из возможных способов рассмотрения в логике понятий «анализ» и «синтез», «анализирующие» и «синтезирующие рассуждения». Существует интуитивное представление об аналитической деятельности разума как разложении некоторого целого на части, о синтетической деятельности — как соединении частей или сторон в единое целое. Кант попытался уточнить эти представления, рассматривая в качестве результата анализа суждения, не дающие нового знания, а в качестве результата синтеза — суждения, дающие новое знание: аналитические суждения через свой предикат «ничего не добавляют к понятию субъекта, а только делят путем расчленения на подчиненные ему понятия, которые мыслились в нем (хотя и смутно), между тем как синтетические суждения присоединяют к понятию субъекта

предикат, который вовсе не мыслился в нем, и не мог быть извлечен из него никаким расчленением» (Кант, т. 3, с. 111—112).

Сама постановка вопроса, как видим, основывалась на предположениях, могущих вызвать вполне обоснованные сомнения. Поэтому есть смысл отойти от логической традиции и попытаться рассмотреть проблему анализа и синтеза независимо от проблемы нового знания и проблемы дедуктивного вывода.

Каким условиям должен удовлетворять язык, чтобы в нем было выразимо интуитивное представление об аналитическом и синтетическом рассуждении, в какой степени этим условиям удовлетворяет язык логики? В качестве основы для уточнения понятий возьмем «докантовское» представление об анализе как расчленении целого на части и синтеза как соединении частей в целое.

Пусть в языке Λ имеются выражения, говорящие об объектах, в том числе о множествах, так что, употребляя эти выражения, мы умеем указать на объект (множество) или распознать его. В Λ имеются, далее, имена для свойств и отношений, или предикаторы. Наконец, в Λ можно говорить о некоторых мыслительных действиях или построениях, результатом которых является построение новых объектов, в том числе множеств.

Предикат есть умственное построение, если свойство позволяет распознать некоторый объект, так что, указывая на свойство, мы можем определить в Λ те и только те объекты, которые данным свойством обладают. При этом не обязательно, чтобы свойство полностью определяло индивид (возможный мир); необходимо лишь, чтобы, зная свойство, мы знали также, к каким индивидам оно относится и к каким — нет. Имя объекта (в том числе множества) есть имя умственного построения, если и только если оно или эквивалентное ему по объему имя в Λ позволяет распознать данный объект по его свойствам.

Следует подчеркнуть, что не обязательно всякий предикатор есть имя умственного построения в Λ и не всякое имя объекта в Λ есть имя умственного построения. Не для каждого объекта, имеющего имя в Λ , обязательно найдется также имя свойства, позволяющих распознать данный объект. Если в Λ имеется имя свойства (предикатор), то это не обязательно означает, что знающий язык Λ умеет распознавать все объекты, обладающие данным свойством.

Множество указано в Λ , если указаны в Λ элементы и их свойства.

Таким образом, требования, изложенные выше, довольно умеренны, и им удовлетворяют и фрагменты естественного языка, и некоторые формализованные языки.

Уточним понятие «мыслительное действие» следующим образом: мыслительное действие в Λ есть действие, результатом которого является построение нового объекта или нового свойства в Λ .

Конечно, это соглашение, приемлемое с интуитивной точки зрения, может привести к противоречию, если его сформулировать в точных логико-математических терминах. Пришлось бы уточнить условия тождественности множеств, а это привело бы к аналогам аксиомы экстенциональности и аксиомы свертывания, что сразу бы породило известные опасности. Мы можем сейчас только отметить трудность, попытки преодолеть которую содержатся в разных аксиоматических теориях множеств. Но для наших целей достаточно понимать «новый» как «актуально не содержащийся в Λ ». Множества будем различать не только по объему, но и по условиям их «сжатия», т. е. по условиям, параметрам или свойствам, на основании которых происходит объединение элементов в множество.

Теперь можно предложить следующие соглашения, являющиеся характеристикой анализа и синтеза в более точных терминах, чем термины старой традиционной формальной логики.

(C1) Анализом является мыслительное действие, заключающееся в построении новых свойств по заданным объектам;

(C2) Синтезом является мыслительное действие, заключающееся в построении новых объектов по заданным свойствам.

Соответственно аналитическим предложением (в Λ) является предложение, говорящее о некотором свойстве и построенное из утверждения о некотором объекте (из утверждения о существовании некоторых объектов); синтетическим предложением (в Λ) является предложение, говорящее о некотором объекте, построенное в Λ из утверждения о некотором свойстве.

С содержательной точки зрения это означает, что мы производим анализ каждый раз, когда устанавливаем, какими именно свойствами обладают исследуемые объекты, и производим синтез каждый раз, когда находим (созда-

ем) объект, удовлетворяющий нужным условиям (обладающий «заданными» свойствами). Таким образом, с представлениями об анализе и синтезе не только в теоретическом рассуждении, но и в практической деятельности эти соглашения не расходятся.

Будем считать, что целью мыслительных действий является построение множеств. Тогда уточнением сформулированных соглашений будут следующие соглашения:

(С3) мыслительное действие является аналитическим, если оно заключается в указании на способ образования элементов данного множества;

(С4) мыслительное действие является синтетическим, если оно заключается в указании на свойство, образующее данное множество, или на условие (параметр), которому удовлетворяет данное множество.

Эти соглашения принимают во внимание двойственную природу множеств — множества суть совокупности элементов или объектов и множества суть целостные объекты, образованные свойствами. Коль скоро множество некоторым образом построено, можно обращаться с ним как с целым, т. е. как с объектом.

Простейшим примером аналитического умственного построения является указание на множество путем указания на ряд объектов (столы, стулья, книги в комнате образуют множество). Однако, такое построение можно не считать построенным в Λ , если способы распознавания объектов неопределимы в Λ . Поскольку способы распознавать любые элементы неопределимы в терминах математики, то объединение произвольных элементов в множество путем указания на них можно не считать аналитическим относительно математики. Более характерным примером аналитического построения является построение элементов нового множества из заданного основного множества. задается способ построения нового множества, но вопрос об их общих свойствах остается открытым; он-то и является предметом анализа.

Синтетическим умственным построением будет согласно (С4) описание ограничительного свойства, выделяющего элементы нового множества из основного множества.

Можно считать некоторые основные множества заданными и свести цель мыслительных действий к выделению подмножеств из основного множества. Тогда соглашения примут вид определений:

(01) Аналитическое умственное построение есть выделение подмножества из некоторого основного множества путем формулировки общих свойств элементов подмножества основного множества;

(02) Синтетическое умственное построение заключается в выделении из некоторого основного множества некоторого подмножества путем определения, какие именно элементы основного множества удовлетворяют условию, выражающему свойства общего элемента данного подмножества, и таким образом принадлежат этому подмножеству.

Эти определения совпадают с определением аналитического и синтетического способов выделения подмножеств из основного множества.

Можно пояснить сказанное на следующем примере. Рассмотрим предложение: «На число 3 без остатка делятся те и только те числа, сумма цифр которых делится на 3 без остатка». Является ли выражения в нем мысль аналитической или синтетической? Ответ на этот вопрос зависит от того, каким образом получено данное утверждение. Оно заключается в указании на некоторое подмножество множества рациональных чисел. Мы могли, грубо говоря, рассуждать следующим образом: выбрать из натурального ряда подмножество чисел, делящихся на три без остатка, и затем искать свойство общего элемента этого подмножества. В этом случае вывод о свойстве общего элемента — иметь такую сумму цифр, которая делится на 3 без остатка — является результатом анализа. Мы могли рассуждать иначе: сформулировать свойство «иметь сумму цифр, которая делится на 3 без остатка» и затем искать элементы множества натуральных чисел, удовлетворяющие этому условию. Заметим, что понятие анализа и синтеза определяются здесь независимо от понятия дедуктивного вывода.

Очевидно, что различие анализа и синтеза в языке математики имеет смысл лишь постольку, поскольку приходится различать множество как свойство и множество как набор элементов. Поскольку математика стремится пользоваться только объемными отношениями, постольку она лишает смысла противопоставление анализа и синтеза; поскольку ей это не удается и она вынуждена рассматривать множества как свойства, постольку противопоставление этих способов рассуждения допустимо.

Выразимы ли понятия «анализ» и «синтез» в этом смысле на языке логики?

Может показаться, что вопрос решается уже тем, что с введением понятий «множество» и «быть членом множества» совершается уже переход от логики к математике. Однако логику тоже можно рассматривать как частный случай выделения подмножеств из некоторого основного множества.

Пусть основным множеством будет произвольное множество M . Задача умственных построений, выражаемых в терминах логики, заключается в указании на некоторые подмножества исходного множества, удовлетворяющие некоторым условиям. Условия образуют подмножества либо пустые, либо непустые; частным случаем непустых множеств будут наибольшие множества, т. е. подмножества, совпадающие по объему с исходным произвольным множеством M . Формулировку всех условий, которым удовлетворяет наибольшее множество, назовем параметризацией этого множества. Поскольку в качестве исходного множества взято произвольное множество M , то условия, параметризующие наибольшее подмножество основного множества M , образуют логику, так как каждое условие выполняется для всех элементов произвольного множества, или общезначимо на любой области определения переменной. Например, свойство «если x , то x » есть свойство, определяющее любой элемент произвольного множества, или выполняется для всех элементов произвольного множества.

Являются ли тождественно-истинные предложения логики аналитическими или синтетическими в определении выше смысле слова? Этот вопрос можно сформулировать так: имеется ли в логике различие между образованием наибольшего подмножества произвольного исходного множества, с одной стороны, путем формулировки общих свойств их общих элементов n , с другой стороны, путем определения того, какие именно элементы удовлетворяют заданному условию?

По определению, синтез заключается в формулировке некоторого условия и последующей проверке, является ли образованное им подмножество пустым, непустым или наибольшим (т. е. является ли заданная формула тождественно-ложной, выполнимой или истинной). *Синтез*, таким образом, *находит аналогию в семантическом анализе*. Анализ же заключается в установлении свойств, заведомо удовлетворяющих все объекты, образующие наибольшее подмножество, т. е. *находит аналогию в синтаксическом анализе*. Теорема полноты узкого исчисления предикатов может быть

истолкована как утверждение об эквивалентности множеств синтетически и аналитически истинных предложений логики.

Таким образом, для логики различие между аналитическим и синтетическим рассуждением существенно лишь постольку, поскольку существенно различие между синтаксическим и семантическим определением истинности.

Чем дальше язык от «хорошего» формализованного языка логики, полного в узком смысле слова, тем более заметны различия между синтетическими и аналитическими рассуждениями.

Подытоживая сказанное, можно по крайней мере утверждать, что формальные описания средствами современной логики той реальности, которую называют «интеллектуальной деятельностью», или «умственными построениями», не является единственно возможным и исчерпывающим. Чем яснее будут допущения, принимаемые современной логикой, тем легче будет преодолевать трудности логического анализа языка науки.

«ЕСТЕСТВЕННЫЙ» ЯЗЫК

1. ПРОБЛЕМА ВЫРАЗИТЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ «ЕСТЕСТВЕННОГО» ЯЗЫКА

Формализация в логике означает в той или иной степени опору на объемные (экстенциональные) отношения, и, жертвуя содержанием в пользу объема, мы иногда получаем мощные средства анализа, а иногда умышленно абстрагируемся от тонкостей смысловых отношений, быть может, упуская из виду самое главное. Переход от семантики «значения и смысла» к семантике возможных миров лишает логику необходимости базироваться на внелогическом, первичном по отношению к логическому значению понятии «смысл», но по-прежнему не дает ответа на вопрос, какие два произвольные выражения «естественного» языка связаны по смыслу.

Можно было бы, конечно, удовлетвориться тем, что логика непосредственно имеет дело с математикой, а все остальное является большей или меньшей степенью приближения к прозрачным математическим отношениям (Бернайс). Теоретически такая точка зрения неприемлема потому, что она означала бы признание невозможности вне логики и математики получать надежно обоснованные утверждения, что не соответствует действительному положению дел. Можно, впрочем, ограничиться ссылкой на практику научного познания: методы формализации получают все большее распространение вне пределов математики, в частности, в гуманитарных науках, например, языкознании, и нет никаких оснований заранее ставить пределы возможностям формального описания каких-либо фрагментов знания.

Именно в этой сфере, в конечном итоге связанной с потребностями кибернетической техники, рождается оппозиция «формализованный, точный язык — естественный,

неточный язык» (Бирюков, Геллер, 1973). Поскольку понятие «точный язык» может быть сформулировано точным образом, т. е. могут быть явно заданы критерии точности языка, можно обоснованно утверждать, что таким критериям так называемые «естественные языки» не удовлетворяют. С точки зрения логического идеала «естественные» языки являются слишком сложными системами, очень богатая прагматика которых делает в конечном итоге нестабильным и синтаксис, и семантику. Отсутствие фиксированной предметной области вынуждает говорить не о фиксированных значениях терминов, а о *возможных* значениях (смыслах) каждого термина (к тому же при неограниченной возможности создания новых терминов), а множество *всех возможных* значений, по замечанию Уайтхеда, имеет мощность континуум.

Здесь не место оценивать конкретные трудности, возникшие при попытках строго формального анализа структуры «естественного» языка и машинного моделирования его фрагментов. Язык — и средство общения, и орудие мышления, и культурный феномен, в котором можно обнаружить такие следы древних этапов развития человеческой культуры, которые иногда позволяют сделать выводы, недоступные историкам и археологам. Многие «традиционные» направления изучения языка столь далеки от потребностей логико-математического моделирования, что можно понять настороженность некоторых лингвистов, опасавшихся, как бы за треском модной терминологии не были обесценены и забыты нужные и полезные содержательные исследования многих участков «языкового хозяйства». Это, конечно, не оправдывает брюзжания по поводу мнимой вредности всякой формализации, за которым нередко скрывается нежелание ознакомиться со смежными дисциплинами и их методами и даже обыкновенное невежество. «Теоретическую» опору такая оппозиция формальным методам находит в попытках «вывести» принципиальную неформализуемость смысловых отношений, проявляющихся в «естественном» языке, из мистической «духовной природы» смысла вообще, что нашло наиболее полное выражение в книге американского кибернетика М. Таубе «Вычислительные машины и здравый смысл» (1964). Речь не идет о том, чтобы обосновать возможность полной формализации всего языка и мышления средствами какой-либо логико-математической системы; таких программ никто в наше время не выдвигает.

Речь идет о том, что не существует таких сторон мыслительной деятельности, опирающейся на язык, которые в принципе были бы недоступны формальному описанию по своей «природе». Аргументы в пользу такой недоступности невозможно выдвинуть, не впадая в мистику, так же точно как невозможно выделить область универсума, недоступную в принципе человеческому познанию вообще.

Следует подчеркнуть, что формальный анализ не обязательно может быть доведен до математического описания обнаруженных структур; методы, в последующем получившие развитие в математической лингвистике, сами по себе не предполагали математической обработки результатов. В довольно широком смысле слова формальными методами анализа, в частности в лингвистике, можно считать любые методы установления абстрактных структур, т. е. таких отношений, которые остаются в некотором смысле неизменными независимо от того, какие элементы находятся в отношениях, зафиксированных структурой. Структура предложения в синтаксисе является самым простым тому примером. Установление класса элементов, взаимозаменяемых в некотором контексте, является по существу очень старым и традиционным методом исследования; структурные методы лишь явно формулируют их как формальные методы. Расширение этих методов на гуманитарные науки, как, например, на этнологию, позволяет выделить абстрактные структуры социальных институтов, в чем трудно усматривать специфическую идеологию «структурализма». «Структурализм» как общая методология исследования, как философия науки и культуры вообще — это уже нечто большее, чем совокупность отдельных методик: это определенный взгляд на происхождение и социальную роль данных форм или структур, истолкование, заключающееся в выведении этих абстрактных структур из «духовной сущности» человека или общества, в той или иной степени повторяющее априористские и откровенно идеалистические философские заблуждения. Обсуждать подобные «проблемы», выдвигаемые философами структурализма, не имеет здесь смысла, так как эти «проблемы» давно решены в марксистской философии. Использование структурных методов, т. е. методов, формальных в более широком смысле, чем логико-математические, не имеет ничего общего со структуралистской философией, являющейся абсолютизацией отдельных сторон познания, как и всякий идеализм.

Конечно, приведенные выше оценки являются достаточно беглыми. Но какое отношение проблемы адекватности формального анализа содержательной стороны дела имеют к рассматриваемой в данной работе гносеологической проблеме? Несомненно, все здесь затронутое имеет отношение к старой проблеме «язык и мышление». Но что имеется в виду, когда говорят о проблеме «естественный язык и современное естественнонаучное мышление»?

Вернемся к вопросу в той его постановке, которую он получил в дискуссиях по гносеологическим проблемам современной физики в связи с революцией в естествознании, и не пожалеем места для цитат.

Пожалуй, наиболее четко проблему сформулировал Н. Бор в речи о единстве знаний, произнесенной в 1954 г.: «Нашим основным орудием является, конечно, обычный язык, который удовлетворяет нуждам обыденной жизни и общественных отношений. Мы не будем заниматься здесь происхождением такого языка; нас интересуют его возможности в научных сообщениях и в особенности проблема сохранения объективности при описании опыта, вырастающего за пределы событий повседневной жизни. Главное, что нужно себе ясно представить, это то, что всякое новое знание является нам в оболочке старых понятий, приспособлений для объяснения прежнего опыта, и что всякая такая оболочка может оказаться узкой для того, чтобы включить в себя новый опыт» (1961, с. 95).

Вопрос поставлен, действительно, ясно. Но правомерно ли здесь противопоставление «естественного языка» языку науки в той части, в которой последний описывает опыт, вырастающий за пределы событий повседневной жизни? На самом деле уже в постановке вопроса Бором содержится в неявном виде предполагавшийся им ответ: согласно Бору, предположение о том, что «можно четко разграничить поведение объектов от средств наблюдения», «входит в обычные способы выражения нашего языка» и даже составляет «главное основание классической физики, получившей такое замечательное завершение именно благодаря теории относительности». Пользование «повседневными понятиями, может быть улучшенными терминологией классической физики», необходимо при описании устройства и работы измерительных приборов и при описании получаемых экспериментальных результатов (с. 42), выход же вне область классической физики требует пересмотра категорий

естественного языка, в частности в разумном обобщении понятия причинности.

Речь идет, таким образом, не просто о соотношении «естественного» языка и языка современной физики, а об ограничениях, диктуемых принятием как «естественного» языка, так и языка классической физики, на использование понятий, пригодных для описания «неклассического» опыта. Что подобные ограничения имеет каждая система понятий, бесспорно. Но в какой степени можно приписывать «естественному» языку ограничения подобные тем, которые свойственны классической физике — остается весьма спорным.

Точка зрения А. Эйнштейна не только отлична по существу оценки теоретико-познавательной ситуации в квантовой механике, но и по пониманию роли «естественного» языка. Для Эйнштейна построение естественнонаучных теорий также эквивалентно построению новых языков: введение векторов есть «перевод признанных ранее фактов на необычный язык», но «именно этот странный язык приводит к важным обобщениям, в которых векторы оказываются существенными» (Эйнштейн, Иффельд, 1966, с. 24); открытие основ дифференциального и интегрального исчисления «для Ньютона как физика... было просто изобретением нового рода познавательного языка, в котором он нуждался для формулировки общих законов движения» (Эйнштейн, 1965, с. 101). Но никакой язык, используемый в науке, не связан жестким образом с экспериментом, так как нет необходимости, диктующей переход от наблюдения к теоретической конструкции — путь от эксперимента к теории может быть более или менее долгим, но он всегда лежит через свободное творчество. «Физика представляет собой развивающуюся логическую систему мышления, основы которой можно получить не выделением их какими-либо индуктивными методами из пережитых опытов, а лишь свободным вымыслом. Обоснование (истинность) системы основано на доказательстве применимости вытекающих из нее теорем в области чувственного опыта, причем соотношения между последними и первыми можно понять лишь интуитивно. Эволюция происходит в направлении все увеличивающейся простоты логических основ. Более того, чтобы приблизиться к этой цели, мы должны решиться признать, что логическая основа все больше и больше удаляется от данных опыта, и мысленный путь от основ к вытекающим из них теоремам, коррелирующимся с чувственными опытами,

становится все более трудным и трудным» (Эйштейн, 1965, с. 59).

Итак, наука требует создания языка «необычного» и «странного», в конце концов формального, позволяющего производить вычисления, но неверно связывать «естественный» язык с экспериментом — непосредственно с экспериментом не связан никакой язык, поскольку эксперимент служит теории. Возможности «естественного» языка неограничены. «Самые фундаментальные идеи науки по существу своему просты и, как правило, могут быть выражены языком, понятным каждому. Но чтобы охватить всю совокупность следствий, выводимых из той или иной общей идеи, требуется знание высокоутонченной техники исследования. И если мы хотим сделать выводы, которые можно сравнить с результатом эксперимента, нам необходима математика как орудие исследования. Поскольку мы касаемся только фундаментальных физических идей, мы можем избежать языка математики» (Эйнштейн, Инфельд, 1966, с. 33). Впрочем, избегая языка математики, мы не только лишены возможности указать, как были получены результаты, но и расплачиваемся «потерей в точности»; как существенна эта плата, остается не очень ясным.

В сущности аналогичные взгляды развивал и Г. Вейль. В своей книге о симметрии он следовал принципу раскрытия понятия, воспроизводившему, по его мнению, ход теоретического познания вообще: «Описанная схема в известной степени характерна для всего теоретического познания: мы начинаем с некоторого общего, но туманного принципа (симметрия в первом смысле этого слова); затем находим важный частный случай, рассмотрение которого позволяет придать нашему понятию конкретный и точный смысл (зеркальная симметрия); далее, отправляясь от этого частного случая, мы постепенно вновь поднимаемся к общему,— причем руководствуемся уже не философскими призраками, а опираемся на математическое построение и математическую абстракцию и, если это нам удастся, в конце концов доходим до понятия, носящего не менее общий характер, чем то, с которого мы начинали. Может оказаться, что при этом мы потеряли значительную часть эмоциональной окраски исходного понятия, однако, новое понятие будет в области мышления обладать такой же, — если не большей — силой обобщения и, кроме того, будет точным, в отличие от первоначального туманного понятия» (Вейль, 1968, с. 37—38).

Таким образом, с помощью математических структур устранивается «прагматический элемент» содержания (значения) терминов естественного языка, но познавательные возможности соответствующих понятий от этого не уменьшаются, а увеличиваются. Однако эти рассуждения Вейль ограничивал сферой конечного; сфера же бесконечного познается лишь с помощью знаков, ибо это есть путь к ... богу. «Математика есть наука о бесконечном, ее целью является постижение человеком, который конечен, бесконечного с помощью знаков (Цит. по: Бирюков, 1968, с. 185). Осознание бесконечного, или бога, «может быть получено только путем знаковой конструкции» (там же). Это можно истолковывать как ограничения, накладываемые Вейлем на естественный язык, на котором не приличествует разговаривать с «богом», пантеистически понимаемой «бесконечностью в чистом виде». При этом, конечно, не доказывается, что бесконечность — понятие, чуждое «естественному» языку и невыразимое в нем в отличие от таких понятий, как симметрия.

Для современных физиков более характерны высказывания, диссонирующие с уверенностью Эйнштейна в том, что все самое главное может быть выражено и без языка математики. «... Математический язык служит не только средством общения, но и является единственным языком, на котором мы можем говорить. Правильно будет сказать, что математический язык отвечает существу дела», — говорит Е. Вигнер (1971, с. 190). «Математический язык удивительно хорошо приспособлен для формулировки физических законов... Мы думаем, что сфера его применимости (хорошо это или плохо) будет непрерывно возрастать, принося нам не только радости, но и новые головоломные проблемы» (с. 197).

В части, касающейся «естественного» языка, здесь, как видим, приводятся аргументы, достаточно неубедительные. В сущности всюду под «естественным» языком крупнейшие авторитеты в области современного естествознания имели в виду некоторую совокупность понятий или некоторую совокупность знаний, относящуюся к повседневному опыту и в той или иной степени обогащенную математическими методами и представлениями. Речь идет, таким образом, не столько о языке, сколько либо о донаучном знании в его отношении к научному, либо о классической физике в ее отношении к новой (при различном понимании термина «классический»). Неясным образом предполагается или отрицается при этом,

что «естественный» язык несет на себе печать каких-то ограничений, не позволяющих выйти за сферу повседневности. Но не очень ясно при этом, к какой области относятся эти ограничения: кроются ли они в семантике слов, употребляемых в обычной речи, или заключены в самой структуре «естественного языка».

Необходимо прежде всего отметить, что «естественный» язык является языком в совсем ином смысле, чем языки различных логических систем.

Попросту говоря, различие заключается в следующем. Изучив некий национальный язык, мы не предполагаем, что научились отличать истинные предложения, сформулированные на этом языке, от ложных. Мы предполагаем лишь, что научились *понимать* сказанное на этом языке. Построение же «искусственных» языков таких, как логические системы или математические «языки» (векторный анализ, дифференциальное и интегральное исчисление) предполагает умение *получать некоторые доказательства*. В конечном счете любой язык науки предполагает явное определение способов получения некоторых *истин*. В сущности здесь имеется лишь некоторая аналогия между языком и системой знаний, зафиксированных в логических исчислениях или математических теориях и даже в теориях физики, астрономии и т. п.: и там, и там имеются некоторые знаки, некоторые правила построения приемлемых последовательностей знаков, правила соотнесения знаков и знаковых последовательностей с объектами из внеязыковой области. Однако на этом весьма полезная аналогия и кончается.

Что можно получить с помощью таких аналогий — это как раз и есть вопрос о возможностях формального (и логико-математического в частности) анализа «естественных» языков. Но это не та проблема, которую волновала и волнует современное естествознание в связи с тем, что новое знание всегда выступает в старой понятийной оболочке. Особенности «естественных» языков при этом весьма существенны для отчетливого понимания перспектив и путей связи нового и старого знания, выражения результатов эксперимента на теоретическом «языке» и т. д. Но для оценки этих особенностей нет нужды ожидать, пока смысловые отношения «естественных» языков будут в достаточной степени формализованы так, чтобы машина могла осуществлять перевод с английского на русский или с китайского на япон-

ский. Речь идет о другом: о том, в какой степени особенности «естественного» языка влияют на «содержание научных сообщений».

2. РОЛЬ ЯЗЫКОВЫХ ЗНАКОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЯХ

Чтобы сравнивать «язык науки» и «естественный» язык с точки зрения их роли в познании, желательно уточнить роль языка в индивидуальном мыслительном акте. Можно было бы пренебречь той стороной, которую вызывает упоминание о реальном мыслительном акте вне зависимости от того, как он описывается логическими системами, у многих логиков; существует кроме логики еще и психология мышления, обобщившая огромный фактический материал. Но привлечение материала других наук имеет смысл постольку, поскольку его можно было бы как-то сопоставить с идеями и результатами логических исследований. Между тем подобно процессу избавления логики от психологических представлений в психологии мышления происходил процесс избавления от внешне привносимых в нее представлений логики, в результате чего психология мышления и логика оказались довольно изолированными друг от друга.

Можно, однако, утверждать, что разрыв между (математической) логикой и психологией мышления в значительной степени ликвидирован благодаря работам школы выдающегося швейцарского психолога Ж. Пиаже. При этом Пиаже и его сотрудники использовали в своих теоретических обобщениях не столько общелогические, сколько общематематические идеи и представления: идею инвариантных преобразований, представление о группе преобразований и т. д. В свете изложенного именно результаты исследования психологии мышления в школе Пиаже и будут представлять для нас главный интерес, что не означает какой-то общей методологической оценки этой школы, являющейся делом специалистов.

Язык и интеллектуальное действие в развитии индивида

Предпосылкой решения проблемы в психологии мышления было объяснение факта константности восприятия при распознавании образа. Эта, казалось бы, простая вещь

совершенно необъяснима с позиций ассоционистской психологии, для которой первичными являются отдельные ощущения, синтезируемые в целостные образы на основе ассоциаций. При восприятии движущегося, поворачивающегося и т. д. объекта раздражаются различные точки сетчатки, но объект воспринимается как один и тот же на довольно низких уровнях развития психики. По аналогии с транспозицией мелодии из одной тональности в другую это свойство было названо свойством транспозиции образа. Наличие транспозиции образа и таким образом наличие в механизме восприятия (в широком смысле этого слова) некоторых классифицирующих «форм» («гештальтов») было доказано для многих животных, находящихся на сравнительно низких ступенях эволюционной лестницы (Дембовский, 1958).

Стопкой зрения «гештальт-психологов» интеллектуальный акт является простым продолжением структуры восприятия. Философский недостаток этой концепции заключался в том, что она исходила из априорности «хороших форм» и не могла объяснить, откуда они берутся и в чем отличие интеллектуальной операции от подобных преобразований на сенсорном уровне. Но установление общих черт константности восприятия на низших и высших уровнях очень важно. Априористские установки Келера и его школы оказались вредными постольку, поскольку они закрывали путь исследования происхождения «гештальтов» и специфики собственно интеллектуального «переструктурирования». Это вызвало резкую и справедливую критику философии «гештальтизма»; в частности, в исследованиях школы советских психологов, показана тесная взаимосвязь между наличием способности совершать «переструктурирование» ситуации и способности к переносу действий в новые условия, в результате чего развитие психики представляется как «интериоризация действий», т. е. перенесение действий с реальных объектов «внутри» психики (Леонтьев, 1958). Вопрос, таким образом, упирается в то, какого рода операции «переносятся внутри» и какова роль языка в этом переносе.

Отметим, что речь идет не о том, что обезьяна в опытах Келера испытывала затруднения в отождествлении палки в одном положении (скажем, «палки₁») с палкой в другом положении («палки₂»); «мысленно повернуть» палку и отождествить «палку₁» и «палку₂» как один и тот же объект обезьяна, и не только обезьяна, может без труда. Но это преобразование не обеспечивается, когда изменяется центр внимания или,

лучше сказать в терминах Ж. Пиаже, «центрация» восприятия. Дети 4—7 лет, перекладывающие бусинки из сосуда А в сосуд В, более узкий и высокий, «центрируют» свое внимание либо на высоте, либо на ширине сосуда и не в состоянии правильно ответить на вопрос, в каком сосуде бусинок больше. Наличие мышления в собственном смысле слова обеспечивает «децентрацию» и восприятие целого, систему обратных преобразований структуры восприятия.

Опуская детали, можно констатировать следующий экспериментально проверенный результат. Изменение структуры восприятия, отождествление и различение разных объектов или объекта в различных ситуациях обеспечивается благодаря наличию некоторого эталона восприятия, классификационной системы. Отличие интеллектуального акта в собственном смысле слова от доинтеллектуального заключается с этой точки зрения в том, что эталон отождествления в случае интеллектуальных операций не принадлежит к предметам, воспринимаемым в пространстве и времени. Этот «внепространственный» эталон и закрепляется в сознании благодаря языку. Так, дети до определенного возраста не могут отождествить гору, воспринимаемую с одной стороны, с той же горой, воспринимаемой с другой стороны, поскольку по внешним признакам этот объект в разных случаях не отождествим. Наличие «внепространственного» эталона гарантирует отождествление.

Этот вывод Пиаже, конечно, не является неожиданным. Естественно предположение, что язык несет мощную классификационную систему, содержащую эталоны отождествления и различения наблюдаемых ситуаций, лишённые наглядности. Дело, однако, не ограничивается этими простыми соображениями.

(1) На уровнях развития психики, предшествующих (языковому) мышлению, действует очень сложный механизм, обеспечивающий константность восприятия и перестройку структуры воспринимаемой ситуации. Вполне обоснованно можно говорить о реализации на этих этапах некоторых инвариантов, «группы перемещений» и т. п. Индивидуальный акт мышления имеет дело всегда с перестройкой структуры воспринимаемой ситуации. «Догадка» («инсайт») и есть нахождение нового эталона или использование уже имеющегося для новой классификации воспринимаемой реальности.

Появление новых инвариантов, вопреки представлениям «гештальт-психологии», не является простым

продолжением структуры восприятия, а есть следствие «перенесения внутрь» операций, осуществляемых в реальной жизнедеятельности индивидов (и в видовом развитии, если говорить об эволюции видов). Тем самым естественнонаучный материал опровергает априористские представления о «формах, предшествующих всякому опыту».

Мыслительная деятельность опирается на весь огромный опыт, накопленный предшествующим развитием форм психической деятельности, но не сводится к этому опыту и не выводится из него.

(2) Индивидуальный мыслительный акт по крайней мере не обязательно связан с обработкой языкового материала, но всегда опирается на классификационные системы, зафиксированные в языковом материале. Поэтому нет ничего удивительного в том, что в ходе индивидуальной творческой работы человек осмысливает и перестраивает не словесные тексты, а сугубо индивидуальные образы и представления (Эйнштейн говорил, что у него образы носят скорее кинестетический и музыкальный, чем словесно-понятный характер). Мышление требует не словесного материала, над которым бы оно работало, а закрепленных в языке средств обработки *любого* материала. Поскольку не вся мыслительная работа проходит в языке и средствами языка, можно ожидать, что в (естественном) языке лишь частично будут выражены, отображены способы, которыми совершается перестройка воспринимаемой ситуации на уровне интеллекта.

(3) С переходом к (языковому) мышлению не обязательно говорить о возникновении языка, но обязательно говорить о принципиально новой функции языка. Язык как средство коммуникации возникает уже на уровне животного мира: сейчас исследования в области зоосемиотики накопили достаточный материал, чтобы уверенно говорить об этом. Новое, что появляется в человеческом обществе, заключается не в использовании звуковых и прочих сигналов для передачи сообщений, а в той роли, которую играют языковые сигналы в перестройке воспринимаемой ситуации. Когда подан сигнал тревоги, все стадо сразу квалифицирует ситуацию как «опасность» и ведет себя соответствующим образом. Но сигнал тревоги не является классификационным средством или эталоном, который бы добавлял что-либо к существующей классификационной системе; он просто замещает для остальных членов стада признак, воспринятый тем индивидом, который подал сигнал. Языковой (в пол-

ном смысле слова) знак отличается от чисто коммуникативного сигнала тем, что за ним стоит эталон классификации воспринимаемой ситуации, носящий абстрактный характер и несводимый к данному в пространстве и времени признаку или образу.

Но все сказанное относится к отдельным языковым знакам и отдельным перестройкам воспринимаемой ситуации. Характер же мышления в целом и абстрактность, несводимость к пространственно-временным эталонам языковых знаков может быть понята лишь тогда, когда понята система мышления как некая целостность.

Мысль о целостности системы мышления является главной в идее развития интеллекта, воплощенной в исследованиях школы Ж. Пиаже и противопоставляемой им логицистскому и формалистическому общему пониманию сущности мыслительной деятельности. Рассмотрим подробнее схему развития интеллектуальной деятельности у ребенка, как она представляется в свете исследований этой школы.

Ж. Пиаже и его сотрудники выделяют следующие этапы развития интеллектуальных операций (1969).

(1) Сенсо-моторный период (0—2 года). В этот период у ребенка уже строятся некоторые инварианты, или понятия сохранения; важнейший их смысл заключается в том, что они: позволяют строить константный объект. Если первоначально ребенок оставляет попытки отыскать предмет, как только его куда-нибудь спрячут, то к концу первого года он уже имеет представление о том, что предмет сохраняется, хотя и исчез из его поля зрения. Основой таких инвариантов, обеспечивающих постоянный характер объекта, является организация пространственного поля посредством координации движений: ребенок способен вернуться к исходной точке, и это обеспечивает обратимость операций; ребенок способен изменить направление движения, и это обеспечивает ассоциативность операций. Тем не менее на этом этапе ребенок выполняет лишь моторные действия, не требующие мыслительной деятельности: действия детей «еще не переведены внутрь, в форму представлений (мысли)».

(2) Дооперациональная мысль (от 2 до 7 лет). На протяжении этого периода медленно созревает способность ребенка представить свои действия мысленно, воспроизвести их по памяти с помощью предметов или плана (комнаты, сада и т. п.). Происходит, таким образом, интериоризация

действий. Важным условием успешности таких представлений является появление у ребенка символической функции языка, символической игры (начало произвольных выдумок), воспроизведения событий спустя некоторое время («отсроченная имитация»), внутренняя имитация. Вслед за многими лингвистами Пиаже различает *признак* и *сигнал*, являющиеся для обозначающего лишь частью обозначаемой реальности, как след для охотника или край почти спрятанного предмета для ребенка, *символ*, по материальной своей природе несущий черты сходства с объектом, который он обозначает, и *знак*, полностью условный по своей природе, т. е. не индивидуальный, а сугубо социальный. Владение языком, которое наступает у ребенка к концу второго года, совпадает с образованием сугубо индивидуальных символов и «символических схем», т. е. «схем действия, вышедших из своего контекста и обращенных к отсутствующей ситуации (например, притвориться спящим)» (Пиаже, 1969, с. 179). Ребенок играет в обед и сознательно признает камешек символизирующим конфету; в игре появляется символ в узком смысле слова, и основой этого является развитие имитации. На этом уровне условный знак не является достаточным средством выражения мышления ребенка: «...Он не довольствуется тем, чтобы говорить — ему нужно играть в то, что он думает, выражать свои мысли символически, при помощи жестов или объектов, представлять вещи посредством подражания, рисования и конструирования. Короче говоря, с точки зрения собственно выражения мысли ребенок вначале остается в промежуточном положении между применением коллективного знака и индивидуального символа» (Пиаже, 1969, с. 213). Язык передает ребенку готовую систему понятий, но «в этом наборе ребенок заимствует только то, что ему подходит, гордо проходя мимо того, что превышает его уровень мышления» (там же).

По уровню обобщения ребенок на этой стадии развития находится посередине между «обобщенной природой понятия и индивидуальностью составляющих его предметов», и это связано с тем, что ребенок не может еще выделять общие классы, ибо у него еще нет различения «всех» и «некоторых».

Для всего этого периода характерно интуитивное или наглядное мышление, которому свойственны различные «центрации» в различных ситуациях. Вследствие этого у ребенка отсутствует еще обратимость операций, производимых

уже в представлении и мышлении. Суждениям ребенка данного уровня о количестве недостает систематической транзитивности. Если даны две равные величины A и B и затем две равные величины B и C , то ребенок может установить равенство каждой пары ($A = B$ и $B = C$); равенство же первой величины A и последней C он не фиксирует (Пиаже, 1969, с. 582).

(3) Конкретные операции (от 7 до 11 лет). На этом этапе ребенок устанавливает состояние «подвижного равновесия» между операциями, выработанными на предшествующих этапах, так как операции становятся обратимыми. У ребенка появляются такие операциональные системы, как классификация, или включение классов друг в друга, и сериация, т. е. объединение асимметричных транзитивных отношений в систему.

Однако операции производятся здесь не полностью формально, вследствие чего на одном материале обратимость операций и соответственно инвариантность (сохранение) осознается, а на другом — нет. Если детям этого возраста предлагается разобрать бессмысленный текст вроде: «Я очень рад, что я не ем лукович, так как, если я люблю их, я должен буду всегда есть их, а я ненавижу есть неприятные вещи» (текст Белларда), то дети критикуют исходные посыпки: «луковичи не неприятны», «это неправильно не любить их» и т. д. Для того, чтобы осознать противоречие между «я люблю луковичи» и «луковичи неприятны», необходим переход к следующему этапу развития.

(4) Пропозициональные, или формальные, операции (от 11—12 до 14—15 лет). Логика субъекта, по заключению Пиаже, относится к высказываниям так же, как к объектам. Это обеспечивает появление нового свойства — способность мыслить гипотезами, или «принять любые данные как нечто чисто гипотетическое и строить рассуждение относительно них» (Пиаже, 1969, с. 587). Выводы, сделанные Пиаже, настолько интересны, что мы процитируем большой период из его работы «Логика и психология»: «Субъект этого уровня оперирует гипотезами не только в вербальном плане. Появившаяся новая способность глубоко влияет на его поведение в лабораторных экспериментах... Испытуемые в возрасте от 12 до 15 лет пытаются после немногих проб сформулировать все возможные гипотезы относительно факторов, которые необходимо принимать в расчет, и затем упорядочивают свои эксперименты как функцию этих факторов.

Это новое отношение порождает ряд следствий. Во-первых, для установления или проверки действительных соотношений между предметами мысль более не движется от актуального к теоретическому, а сразу начинает с теории. Вместо точной координации фактов, относящихся к актуальному миру, гипотетико-дедуктивное рассуждение строит выводы из возможных положений и, таким образом, ведет к всеобщему синтезу возможного и необходимого» (Пиаже, 1969, с. 606).

Появление логики в рассуждениях в полном смысле этого слова означает, что предметом мыслительных операций становятся возможности, формулируемые в виде гипотез. Если конечной целью и является перестройка воспринимаемой ситуации, то задача перестройки структуры сводится теперь к задаче нового типа — перебора и оценки гипотез, формулируемых на вербальном уровне. При этом, что существенно, подростки не всегда в состоянии осознать логику своих действий, сформулировать принципы интеллектуальных операций: логика наличествует в интеллектуальной деятельности здесь не в качестве осознанных правил действия, она просто реализуется в интеллектуальных операциях на языковом уровне. До этого она только складывается, ибо нет еще полной обратимости операций.

С точки зрения логики науки интерес могут представлять следующие выводы из рассмотренного материала:

1) Всякий интеллектуальный акт можно рассматривать как перестройку структуры некоторой ситуации, данной в непосредственном восприятии, на основе эталонов отождествления и различения.

2) Язык представляет мощную классификационную систему, где эталоны отождествления и различения воспринимаемых ситуаций имеют абстрактный, внепространственный характер и позволяют отождествлять ситуации, внешне между собою несходные, и различать ситуации, внешне между собою нередко очень сходные.

3) О собственно интеллектуальном акте речь может идти тогда, когда целью перестройки структуры восприятия является перебор гипотез, в принципе могущих быть сформулированными в словесной форме.

Было бы соблазнительно найти какую-то аналогию периодам умственного развития ребенка в истории развития человека от гоминид до *homo sapiens* и проследить анатомо-физиологические изменения, сопутствовавшие переходам от одного периода умственного развития к другому. Конечно, следует иметь в виду невозможность полного соответствия между онтогенезом и филогенезом человеческой истории. И все же не представляется противоречащей фактам такая периодизация истории умственного развития гоминид, которая примерно соответствовала бы схеме Пиаже. Если эта схема выполняется и на историческом материале, о чем сейчас судить трудно, то по крайней мере можно утверждать, что речевая деятельность должна бы появляться уже на втором или по крайней мере на третьем этапе, т. е. задолго до того, как сформировалось мышление гипотезами, или пропозициональные операции.

К сожалению, материалы антропологии не позволяют построить даже гипотезы желательной степени детальности. При всей неопределенности данных можно все же сделать некоторые выводы, быть может, не удовлетворительные с точки зрения самых далеко идущих пожеланий, но все же рисующие какую-то общую картину.

Первое обстоятельство, на которое следует обратить внимание, — это тот простой факт, что биологическое развитие человека в принципе закончилось после появления кромайонца — лучше сказать, кромайонца в широком смысле слова, так как эволюция продолжалась и продолжается, но потеряла столь важное приспособительное значение. Этот факт давно привлек внимание антропологов и получил вполне правильное объяснение: с появлением тех основных физических черт, которые характеризуют современного человека, дальнейшая потребность в физическом совершенствовании вида *homo sapiens* исчезает. Развитие осуществляется теперь не за счет улучшения биологических данных, а за счет культуры. Человек выделяется из животного мира и становится общественным существом.

Это означает, в частности, что в предшествующий период главными факторами эволюции оставались факторы биологические. Не удивительно, что на протяжении тысячелетий орудия труда изменялись сравнительно мало, а изменения в физическом облике человека и в размерах его мозга

проходили быстрыми темпами, что отмечают все антропологи. Это и означает, что лишь с появлением механизмов общественного развития в ходе истории *homo sapiens* на второй план отступают биологические факторы; в предысториях же человека биологические факторы еще на первом плане, эволюция создает биологические предпосылки для интеллектуальной деятельности. Появлению человека предшествовали другие виды гоминид, расчленившиеся на изолированные или нескрещивавшиеся группы организмов — популяции, каждой из которых на ограниченной территории при различных климатических условиях был присущ свой характер изменчивости; происходили какие-то мутации, в отдельных популяциях концентрировались более полезные мутации, причем в более многочисленных — быстрее, под действием отбора; происходила внутривидовая дивергенция, зарождение внутри видов новых форм, рас, подвидов, — словом, происходило все то, что происходит в каждой «кузнице эволюции» — популяции — при образовании новых видов. Труд уже и на этой стадии развития был огромной значимости фактором — даже если элементарные трудовые операции развивались медленно, то преимущества получали те новые формы гоминид, которые легче обучались этим операциям. Важным фактором эволюции была также и речь, которой, хоть и в элементарной форме, владели уже далекие предки кроманьонца. Вместе с тем не следует однозначно связывать развитие речи с передачей трудового опыта: чтобы научить ребенка делать орудия, достаточно показать, а не рассказывать.

Главным биологическим результатом эволюции было появление головного мозга с его лобными долями; этот факт кажется очевидным всякому, кто сравнит голову человека с головой обезьяны. Увы, наука еще оставляет без ответа вопрос о том, что же именно достигается с тем развитием лобных долей, которые для каждого символизируют интеллектуальное превосходство человека над его собратьями по животному миру. Исследования, проводившиеся с 30-х гг. в школе канадского физиолога Пенфилда клиницистами-нейрохирургами в связи с операциями на головном мозге и т. д., позволяют утверждать, во-первых, что «повреждение лобных долей обычно нарушает способность связывать эмоции с интеллектом таким образом, чтобы создавались нормальные побуждающие и сдерживающие мотивы (Вулдридж, с. 214), а во-вторых, «что лобные доли участвуют в

сложных умственных процессах, например, когда необходимо «держать в уме» несколько мыслей одновременно или когда требуется абстрактная логика» (там же). Автор цитируемой книги отмечает, что этого как будто бы мало для такой массы нейронного материала, какая потрачена природой на лобные доли, — особенно учитывая, что все типы простых интеллектуальных действий совершают как будто бы и «фронтальные» большие (т. е. большие, у которых рассечены нервные связи лобных долей с остальным мозгом, и лобные доли фактически устранены от работы).

Что касается задач, «требующих абстракцией логики» или требующих «держать в уме несколько мыслей одновременно», то очевидно, что речь идет не просто о памяти, а именно о той способности устранять ненужную «центрацию» на одной стороне дела, которая обеспечивает обратимость операций и тем самым новые сохранения, позволяющие свести интеллектуальное действие к перебору гипотез. Это в таком случае — не количественное улучшение, а качественный скачок в развитии мышления. И этот качественный скачок связан с совершенно, казалось бы, иной сферой человеческой жизнедеятельности — сферой морали! «Что же касается лобных долей, — продолжает Вулдридж, — самое поразительное здесь то, что они, видимо, имеют прямое отношение к личности — к ее стремлениям, сдерживающим мотивам, вниманию к другим людям и приверженности к морально-этическим принципам» (с. 233). Изоляция лобных долей означает прежде всего изменение структуры личности. Имеет ли это какое-то отношение к природе мыслительного акта? Неужели для того, чтобы мыслить абстрактно, нужно быть моральным?

Ответить на этот вопрос определенно сейчас невозможно, так как физиологические механизмы мышления только начинают исследоваться. Но все же можно предположить, что ответ, как это ни парадоксально, должен был бы быть утвердительным. Разумеется, ничего нельзя сказать о том, один ли и тот же биологический механизм обеспечивает контроль над миром эмоций и побуждений, с одной стороны, и оперирование «возможными мирами» — гипотетическими конструкциями, в принципе выразимыми в словесной форме, с другой стороны. Но можно утверждать, что то и другое являются разными сторонами *самосознания*, приходящего вместе с *культурой* (культурой чувств и культурой мыслей в том числе). Самосознание требует наличия социальных

по природе норм и оценок, способных не только организовать мир личности, но и в случае конфликта с «отклоняющимися» побуждениями обуздать последние; равным образом самосознание в процессе познавательной деятельности позволяет не просто получать информацию о состоянии дел в мире, но и оценивать ее степень соответствия действительности. Соответственно истинная оценка гипотез есть не просто сравнение каждой из них с реальным положением дел, но и сравнение их между собой и нахождение им места в общей системе знаний.

Возвращаясь к вопросу о роли языка или, шире, речевой сигнализации в интеллектуальной деятельности, мы можем по крайней мере утверждать, что язык в равной степени был необходим и для организации морально-этнического мира личности, и для обеспечения мышления гипотезами. Более того, можно утверждать, что поскольку коммуникативные функции языка старше, чем познавательные, поскольку язык в первую очередь связан сначала со стадным поведением, а затем и с общественной организацией поведения человеческого индивида, — постольку потребности общения для поддержания порядка в коллективе играли более важную роль в развитии языка на первых этапах, чем потребности сообщить нужную информацию.

Лишь недавно стало ясно, что поведение животных — лишь в некоторой части совокупность реакций на окружающую среду, но в весьма существенном это — поведение относительно *сообществ* животных, где роль *символического* поведения очень существенна. Наука о поведении — этология только складывается, и предметом ее является надорганизменный уровень жизнедеятельности живого. Символическое поведение обнаруживается на весьма ранних уровнях развития животного мира. Можно ли говорить после этого о таком «простом» стереотипе поведения, как пищевой, без учета стадной организации популяции, без учета значения данного стереотипа поведения для вида, не для особи! Брачные игры у разных животных имеют биологический смысл только с точки зрения вида — они усложняют предпосылки половой активности, что способствует установлению преград между видами и препятствует гибридизации. Особенно поучительны виды поведения, связанные с наличием более или менее сложной иерархии в стадах и стаях животных, с наличием более или менее сильно развитого у особи инстинкта повышения своего ранга в иерархии и ин-

стникта преданности вожаку. Когда зебра кладет голову на круп другой зебре, это не просто жест, имеющий простой биологический смысл, — это символ того, что первая зебра занимает более высокий ранг в иерархии стада, чем вторая. Физическая сила или слабость, изобретательность, фертильность и другие свойства особи имеют не только биологическое значение для ее жизнедеятельности, но и иное значение — значение для популяции или вида. И для этого значения находится эквивалент в виде особого поведения — поведения-символа, передающего другим особям популяции информацию, значимую с точки зрения стада, популяции, вида. Все это существенно отметить потому, что дискретная речь у человека не появляется вдруг, а развивается из других форм символического поведения, причем новые исследования показывают необоснованность представлений, лишавших коммуникацию животных всякого подобия общения людей. «В сценах брачных игр и драк у птиц, в организации стада у макак может взволновать близкое сходство с некоторыми чертами человеческого поведения. Да, мы происходим от животных, связаны с ними всеми своими корнями, этого теперь уже никто не отрицает. Но, помилуйте, до такой степени!» (Шовен, 1965, с. 19).

Соединение символов в систему, что, собственно, мы связываем с языком, доступно гоминидам и до появления мышления. Языковое поведение при этом остается частью поведения вообще, но основное количество способов символического поведения принадлежит к реальным действиям, получающим символическое значение.

Тот факт, что шимпанзе легче овладевает языком жестов, чем звуковым языком, требующим от нее мучительных усилий и выдвигающим непреодолимые трудности, вовсе не говорит о том, что язык жестов был первой формой прачеловеческого «языка». Жесты просто ближе к естественным действиям, к поведению, способному на основе условного рефлекса приобрести сигнальное значение. Можно полагать, что на начальных ступенях антропогенеза речевые сигналы занимали скромное место в арсенале средств символического поведения. И позже, когда биологические предпосылки речи и мышления получили невероятное развитие по сравнению с низшими гоминидами, когда человек уже говорил в полном смысле слова, его речь следует рассматривать как элемент социального поведения. Человек отличается от своих предков и организацией слухового аппарата;

конструкцией челюсти и т. д. Но все же суть не в этом, а в том, насколько язык служил осознанной деятельностью и в связи с этим — движению к истине через гипотезы.

3. ТИПОЛОГИЯ ЯЗЫКОВ

При попытках ответить на вопрос о степени соответствия развития языка развитию культуры вообще и науки в частности оказывается невозможным ограничиться общим предположением о «естественном языке».

Как отмечалось, понятие «естественный язык» возникло в качестве оппозиции понятию «точный язык». Прежде всего бросается в глаза неудовлетворительность самого термина: как и точные языки, «естественный язык» является продуктом общественного развития, и то обстоятельство, что он рождается в результате стихийного творчества, а не сознательного построения в тиши кабинетов, вряд ли имеет здесь существенное значение. В сущности понятие «естественный язык» является абстракцией от понятия «национальные языки» или, шире, «этнические языки» («языки этнических групп»), что затемняется ссылкой на их «естественность». Поэтому впредь и будем прямо говорить об этнических языках, а не о «естественном».

Что касается точности или неточности языков, то следует иметь в виду, что здесь прежде всего критерием является, так сказать, стандарт производства, а не запросы потребителя. Точные языки могут быть весьма грубым и неточным средством решения целого ряда научных и технических задач, а этнические языки нередко отлично обслуживают тонкие механизмы интеллектуальной деятельности. Может быть проведена не столь уж сомнительная аналогия между сознательным и стихийным творчеством в других областях культуры. В отличие от научно-конструкторского творчества такие великие изобретения, как поворотные лопатки у сохи или усовершенствования в конструкции плуга, приведшие к созданию тяжелого украинского плуга и «сабаиа», делались анонимными мастерами-умельцами, совершенствовались поколениями мастеров, передавались по традиции, не знавшей ни патентов, ни точных описаний процедур изготовления, но от этого они не становятся чем-то принципиально отличным от заводских конструкций. Более того, они в некотором отношении лучше; люди старшего поколения помнят, что сельские кузнецы всегда немного

подправляли заводские «саковские» плуги, которые в своей стандартности проигрывали перед ремесленными изделиями. Так что ссылка на «естественность» не является, вообще говоря, аргументом против «точности» продуктов культуры, производимых вне массовых стандартов. Не напоминает ли недовольство «нестандартностью» этнических языков недовольства заводских инженеров «нестандартностью» ремесленных изделий? В любом случае исследование выразительных возможностей этнических языков должно исходить с точки зрения потребления, а не с точки зрения стандарта производства. Разумеется, это не означает, что словесная формулировка задачи без помощи математических абстракций точнее специально-математической формулировки. Точные языки по крайней мере в целом ряде случаев точнее не только с точки зрения стандарта их изготовления, но и с точки зрения их соответствия классу решаемых с их помощью задач. Речь идет о том, обречены ли этнические языки по своей природе на какие-либо неточности.

Понятие «точный язык» само является точным, так как возможна явная формулировка критериев, которым точный язык должен удовлетворять. Отсюда, между прочим, следует, что, обладая понятием «точный язык», мы в принципе можем сформулировать критерии, позволяющие говорить, какие два точных языка считать различными, какие — одним и тем же. Лучше сказать, можно явно определить, с точностью до каких параметров отождествляются и различаются данные точные языки.

Неточность понятия «этнический язык» проявляется, в частности, в том, что нет ясных собственно лингвистических критериев отождествления и различения языков. Это — проблема, актуальная как с точки зрения синхронии, так и с точки зрения диахронии. На каком основании близкие языки считают все же разными языками, а не диалектами, на каком основании языковые различия относят к диалектным или различиям говоров? Чисто лингвистическим является в конечном счете критерий взаимопонятности: различия говоров не мешают взаимопониманию, различия диалектов мешают взаимопониманию несущественно, язык есть комплекс взаимопонятных диалектов, языки относятся к одной языковой группе, если они понятны в пределах группы лишь в общих чертах или хотя бы сводимы к одному предку — и т. д. Однако в общем случае таким критерием пользоваться невозможно.

Тем не менее уверенно можно говорить о *типах* языков и указать четкие критерии различения последних.

Представляется наиболее удобной система классификации, в наиболее общих чертах развитая Э. Сепиром (1934) и усовершенствованная советским лингвистом Г. П. Мельниковым (1972).

Не вдаваясь в оценки чисто лингвистической стороны дела, отметим, что принципы классификации, предложенные Г. П. Мельниковым, удобны с интересующей нас точки зрения потому, что они хорошо связывают формальные, структурные критерии с содержательно-семантическими, хотя многие интересующие философа вопросы и при этой классификации остаются неясными.

Отмечая, что Сепир не проводит четкой разницы между знаком и значением и стремясь устранить этот недостаток, Мельников выделяет такие смысловые задания, которые должен выражать каждый лингвистический знак: «1) назвать некоторое понятие; 2) подчеркнуть, если нужно, некоторое небольшое отличие данного понятия от другого, близкого первому; 3) указать, так или иначе, как знаки названных понятий относятся между собой в конкретном высказывании». Поскольку использование термина «понятие» влечет за собой известные трудности и создает ложное впечатление, будто изложение ведется на основе логики, эту мысль можно выразить по-иному. Лингвистический знак либо (1) сам имеет смысл (несет информацию, сообщение о внешнем мире), либо (2) несколько изменяет смысл другого лингвистического знака, либо (3) уточняет смысл, который получает совокупность других лингвистических знаков, объединяемых в одно целое. Знаки первого рода называют корневыми, второго рода — деривационными, третьего рода — реляционными. Моимам в лингвистике вслед за А. Мартине называют минимальный языковый знак, способный выражать одно из указанных значений. К отмеченным трем типам моим Сепир добавлял еще смешанные деривационно-реляционные моимы, способные выражать и деривационные, и реляционные значения. Добавляя к этой схеме технику связи моим, Сепир получал классификацию языков.

Мельников исправляет некоторые недостатки этой системы и вводит понятие «детерминанты языка», которое можно истолковывать как главный принцип, которому подчиняется построение всей языковой системы. Опуская детали и изла-

тая суть дела с минимальным привлечением специальной лингвистической терминологии, отметим, что на этом этапе можно выделить такие *типы языков* или *возможные пути языкового развития*:

(1) «Идеальный изолирующий тип». Характернейшим примером языка этого типа является литературный китайский язык.

Самой главной чертой этого типа языков является то, что в них служебную (реляционную, деривационную) функции выполняют те же морфемы, которые выполняют главную функцию корневых морфем. Поэтому информация об отношениях между морфемами, объединенными в целое предложение (реляционную информацию) выполняет жесткий порядок слов; реляционную, а также деривационную информацию несет также контекст. В таких языках естественна тенденция к краткости морфем и обеспечению надежности их выделения из потока речи, почему в предельном случае морфемы имеют вид согласный — гласный. Поскольку число морфем (в силу их краткости, односложности) ограничено, смысловое значение приобретает музыкальный тон; в китайском языке каждый слог в принципе может произноситься четырьмя разными музыкальными тонами. Таким образом, эти и многие другие фонетические особенности китайского языка находят хорошее объяснение в свете тенденции выражать мысль без служебных слов.

Понятно, что в таком изолирующем языке, как китайский, одно и то же слово может выступать и в функции имени, и в функции глагола, и в функции прилагательного; эти функции грамматически не оформлены, так как количество служебных морфем вообще крайне ограничено. Не существует ни личных окончаний, ни специальных определителей времени действия: в языке выразны специальными средствами лишь модальности (оконченное действие и действие продолжающееся или происходящее постоянно). Все смысловые оттенки видны из контекста, причем возможности создать необходимый контекст увеличены благодаря краткости, экономности корневых морфем.

(2) Тип языков, где служебные морфемы имеются, но используются лишь факультативно, там, где деривационная или реляционная информация недостаточно видна из контекста. Можно сказать, что деривационные и реляционные морфемы здесь возможны, но не необходимы. Типичный пример — тюркские языки.

Главный принцип построения языков такого типа Мельников определяет как «принцип экономии аффиксов» (аффикс — служебная монома, т. е. либо деривационная, либо реляционная). Если при расширении контекста оказывается излишним употребление аффикса, так как соответствующая информация заключена в новом контексте, то по принципу экономии аффиксов последние должны опускаться. Поэтому неопределенность значений аффиксов сводится здесь к минимуму, можно широко использовать корневые мономы без аффиксов и необходимо, как и в предшествующем случае, строго придерживаться порядка слов. Понятия и фонетические особенности языков этого типа. Поскольку аффикс должен быть легко вычленим, недопустимо «смазывать» стыки между ним и корневой мономой. Но тогда функции «скленвания» аффикса и корня перекладываются на гласные. Поскольку же главное смысловое значение несет корень, аффиксные гласные уподобляются гласным корня, а не наоборот.

(3) Тип языков, в которых наличие аффиксов при корне обязательно. Главный принцип организации языков этого типа — максимальная производность слов с основным, корневым значением; быть может, его можно определить как «принцип экономии корией». Характернейший пример — семитские языки.

По звуковой субстанции наиболее резко отличаются согласные и гласные звуки, причем количество согласных больше, чем количество гласных. В семитских языках корневые значения закрепляются за комбинациями согласных; гласные же, которыми перемежаются корневые согласные, несут служебную семитическую нагрузку. Понятия и тенденция к трехгласной форме корня, прежде всего глагольного — служебный разрывной аффикс должен иметь форму, по которой его легко отличать от корневой мономы. Может быть объяснена и особая нагрузка, которая падает на определенный класс фонем.

(4) Тип языков, в служебных мономах которых смешанным образом представлено и деривационное, и реляционное значение. Примером могут быть индоевропейские языки флективного типа, в частности славянские.

Главный принцип организации языков этого типа — принцип экономного выражения комбинаций служебных значений. В силу этого принципа цепочки из нескольких обязательных реляционных и деривационных моном в слове

заменяются по возможности одной служебной монемой комплексного значения. В этих языках велико количество служебных монем и велика служебная информация, заключенная в этих монемах; отсюда снижение требований к порядку слов в предложении. Поскольку расширение контекста не требует изъятия становящегося излишним аффикса, как в тюркских языках, служебные монемы легко приклеиваются к корням с явлениями «фузии», т. е. звукового «размазывания» на стыках. Реляции должны выражаться обязательно, поэтому развиваются способы согласования слов в предложениях, например род. Категории частей речи в этих языках появляются закономерно, так как образуются классы слов, которые тяготеют к определенной роли в предложении, поскольку деривационные значения связаны с реляционными; в языках с четким различием между корневыми, реляционными и деривационными монемами такого «тяготения» нет.

Помимо указанных «чистых» типов, можно представить себе возможные комбинации различных принципов или неполное развитие каждого из них в организации языка. Однако расширение лингвистического горизонта исследований, привлечение материала языков американских индейцев, африканских языков, языков индонезийско-малайских и т. д. давно уже показало неудовлетворительность подобной классификации. В ряде случаев приходится искусственно подгонять некоторые монемы под роль глагольных или именных определителей, так как они одновременно выполняют роль союзов и даже могут нести самостоятельное сообщение. Одной из попыток расширить классификацию, основанную на идеях Сепира, пополнить ее новыми принципами, и является рассматриваемая «доминантная классификация».

Расширение принципа в сущности основано на идеях, заложенных уже в классификации монем. Можно рассматривать различные классы монем с точки зрения степени их абстрактности; в некотором интуитивном смысле корневые монемы более конкретны, а реляционные монемы — более абстрактны, чем деривационные. Какова вообще роль абстрактных языковых знаков? В конечном итоге они помогают «слепить» из ряда абстрактных и конкретных компонент нечто наиболее конкретное (не обязательно в смысле наглядности; но по крайней мере в смысле «мысленно конкретного»).

В лингвистической литературе давно привлекали внимание такие конструкции, как так называемые прогрессивные конструкции во французском языке. Пояснить их природу можно на следующих примерах. По-русски можно, вообще говоря, произнести такую фразу: «Написала письмо». Грамматический показатель глагола («а») показывает, вообще говоря, что письмо писала некая «она». Но фраза подобного рода законна лишь тогда, когда является ответом на вполне определенный вопрос, например, «что она сделала?», — когда по контексту известно, что «она» имела место. В отличие от языков, в которых имеется тенденция к опусканию личных местоимений, так как нужная информация содержится в личном окончании (например, испанского или венгерского), в русском языке личное окончание выполняет функцию реляционную, функцию согласователя. Фраза «она написала письмо» законна, но требует дополнительной характеристики в языковом (или внеязыковом) контексте — указания, кто такая «она». Выражение «учительница, она написала письмо» употребляется в «некультурной» речи: более конкретная молема уточняет здесь более абстрактную — местоимение. Правильно выражение «учительница написала письмо». Во французском же языке литературно правильным будет также выражение: «Брат, он их любит, детей» («Le frère, il les aime, les enfants»). Такая фраза как бы содержит абстрактное ядро «он их любит» и уточнения справа и слева — кто он и кого любит.

В данном случае имеется одно ядро, причем не полностью абстрактное, так как в него входит конкретное слово «любит». Можно представить себе, что имеются языки, в которых существуют специальные молемы для построения абстрактных «ядер» и такие «ядра» могут самостоятельно употребляться для передачи сообщений, понятых в определенном контексте. Тогда возможны новые принципы классификации языков по количеству таких «ядер» в сообщении и по характеру конкретизации элементов каждого «ядра». Все рассматривавшиеся выше языки являются с этой точки зрения одноядерными. Языки банту, адыго-абхазские, нахские, индонезийские, языки американских индейцев можно рассматривать как «многоядерные». Конкретизация абстрактных «ядер» может быть факультативной, т. е. необязательной. Далее, конкретизация абстрактных молема может производиться с помощью преимущественно конкретных молема (банту) или же с помощью абстрактных молема (аб-

хазско-адыгские языки). Примером многоядерных языков с абстрактными «ядрами», конкретизируемыми в обязательном порядке, являются индонезийские языки.

Примеры показывают, насколько велики различия между способами организации разных языковых систем и позволяют представить наглядно, насколько сложная вещь — человеческий язык вообще (можно понять ту обезьяну, которая выучила четыре английских слова и умерла!). Мы просто привыкаем к строю своего языка, и нам кажется не таким уж сложным делом научиться говорить. В действительности язык предполагает осознание огромного числа сложных отношений высокой степени абстрактности.

4. «ЯЗЫКОВОЕ МЫШЛЕНИЕ»

Выше языки различались по собственно лингвистическим признакам, но можно указать и такие черты языков, которые существенны с точки зрения способов классификации относительно внешнего мира. Так, сравнивая, скажем, семитские и индоевропейские языки, мы констатируем, что одни и те же отношения выражаются в индоевропейских с помощью флексий, при неизменном корне, в семитских — путем изменения гласных при неизменных трех согласных в самом корне; аналогичные отношения выражаются в других типах языков иными способами. Но позволим себе обратить внимание и на другое обстоятельство: а каковы именно отношения, фиксируемые этими различными средствами? Влияет ли на выразительные возможности языка то обстоятельство, что отношения эти могут оказаться различными?

Хотя лингвистике не безразлично, как могут возникать новые корни, все же в целом приемлема мысль Л. Ельмслева о том, что самостоятельные лексические единицы образуют бесконечные, «открытые» ряды, служебные же, грамматические — конечные, «закрытые» (1960). Именно здесь, в грамматическом оформлении лексических единиц, должно проявляться конечное в языке, специфика его выразительных и познавательных средств и, следовательно, ограниченность выразительных возможностей «естественного» (этнических) языка (языков).

Роль деривационных и реляционных единиц языка можно хорошо видеть в научной терминологии. Названия химических соединений могут и не выражать их строение.

Но когда принимается единообразная терминология, где префиксы и суффиксы обозначают точным образом структуру соединений, то объектом становится специально выделяемая таким образом структура.

В развитии «естественных» языков структурные, грамматические элементы появляются поначалу весьма небольшой степенью регулярности приписывания грамматических значений (и деривационных значений, если говорить о «грамматике составных слов» — композитов). Материал по суффиксам древних индоевропейских языков показывает, что в редких случаях можно говорить о фиксированном значении суффикса: главное здесь — произвести новое значение — лексему, как это делается — в принципе не очень важно (Герценберг, 1972). Аналогичное исследование аналитических конструкций в амхарском языке, появляющихся в нем где-то после XV в., показывает, что здесь используются и вспомогательные и полувспомогательные глаголы без привычной для аналитических языков регулярности — в то время как, скажем, в немецком языке все многообразие глагольных аналитических конструкций создается при помощи трех вспомогательных глаголов. Уточнение деривационных и реляционных значений, установление регулярности в их употреблении с этой точки зрения важно не потому, что создается новое значение целого — этого можно достичь и без регулярностей; а потому, что объектом «языкового мышления» становится выделенная таким образом структура. Она осознается не только как структура языка, но и как структура мира, — например, отношение, фиксируемое в предлоге «под» или «на», является отношением и между словами, и между предметами внешнего мира. Точнее, о «языковом мышлении» есть смысл говорить именно в тех случаях, когда употребление реляционных и деривационных элементов языка осмысливается говорящим на языке именно как выражение структуры мира.

Анализ отношений между элементами составных слов — композитов, область которых проще синтаксиса, привел к выделению элементарных отношений включения, когерентности и следования, составляющих, по мнению ряда исследований, «сублогическую» структуру языка (Шрейдер, 1971). Л. Г. Герценберг высказывает мысль о том, что эти отношения принадлежат не столько «сублогической» или «глубинной» структуре языка, сколько предшествующему этапу его развития — «подобно тому как «исходные» формы в по-

рождающей фонологии оказываются несовершенными дублетам тех звуков, которые восстанавливаются для праязыкового состояния» (Герценберг, 1972, с. 266).

Достаточно полной классификации этапов развития языка с этой точки зрения еще не существует; можно говорить лишь о некоторых более или менее архаических чертах языковых структур. Так, наиболее вероятно, что дифференциация имени и глагола, т. е. объекта и действия, является довольно поздним явлением. В качестве этапа в языковом развитии рассматриваются языки «активного» строя, т. е. языки, в которых существенным является не противопоставление субъекта и объекта действия, а противопоставление активного и инактивного начала вообще (при этом выделяется еще и «начало состояния» — аффективное начало). Г. А. Климов выделяет семантическую детерминанту языков различного типа, обуславливающую ряд грамматических и лексических особенностей. Так, в языках активного типа отсутствует целый ряд глагольных лексем, по существу своему передающих типичные отношения между субъектом и объектом («иметь», «давать» и т. д.): например, в языке навахо выражение «вы имеете дрова», «у вас есть дрова» буквально передается как «ваши дрова есть». В связи с этим важным оказывается противопоставление таких значений местоимений первого лица множественного числа, как инклюзивное — «мы с вами (с тобой)» и эксклюзивное — «мы без вас (без тебя)» (Климов, с. 217). Реликтом древнего «языкового мышления» является система классов. Важнейшее значение, с точки зрения мышления носителей этих языков на известной ступени развития, имело различие между живым и неживым и в более общем смысле — активным и неактивным существом, для имен тех и других полагалось употреблять различные оформления реляционные и дериационные. Иногда грамматические отношения оформлялись отдельно для двух больших классов — социально-активного и социально-пассивного, но в некоторых современных языках имеются и более дробные классификации. Иное значение для древних стадий языкового развития имело различие между большим и малым количеством, ближним и дальним (видимым и невидимым) и т. д.

В качестве промежуточного этапа между активным и номинативным строем языка (т. е. строем, основанным на различении имя — действие или свойство, соответственно субъект — объект действия) Климов рассматривает языки так

называемого эргативного строя. И. М. Дьяконов объясняет происхождение эргативного строя из доглагольного состояния языка следующим образом. При отсутствии различия между обозначением действия и обозначением имени мысль о том, что человек лежит, выражалась как «человек — лежание» (это довольно условно, так как здесь использованы имена, а в том языковом состоянии не было разницы между именем и глаголом). Но для указания на то, что человек находится «в состоянии удара» от врага, недостаточно формы «человек — удар»: при наличии классных показателей это могло строиться как «человек (одушевленное существо) — удар (от) него (одушевленного существа)». Так появляется эргативная конструкция: шумерское выражение, говорящее о том, что человек положил палку, не является ни нашим «человек положил палку» (активный залог), ни «человеком положена палка» (пассивный залог).

Здесь приведены лишь некоторые примеры, свидетельствующие о том, что возможно рассматривать изменения структуры языка не как чисто лингвистические, безразличные к способу мышления изменения в организации языкового материала, а как изменения в строе мышления, в категориальной структуре его, в способах членения мира. При определенных условиях такие черты несомненно свидетельствуют об ограниченности средств этнического языка. Вопрос заключается в том, каковы же эти условия.

Хотя в предложении любого языка можно выделить логические субъект и предикат, само представление о предикации, об обладании свойством существиено взаимосвязано со всем общественным бытием человека. Э. Бенвенист в основе ряда языковых оппозиций обнаруживает глубокие категории «отношение включения — отношение касания (когерентности)». Эти категории проявляются в различии языкового оформления других оппозиций, например, «определение — описание» (греч. *φορος* — «носящий по природе или призванию», *φερέ* — «носящий фактически, в действительности»), или «реальность — виртуальность» (Бенвенист, 1966). Но и само отношение включения части в целое нельзя истолковывать исходя из современных представлений об атрибуции и включении. В языках активного строя формы органической принадлежности («определение») принимают лишь существительные, соотносящиеся с именами активного класса; но само противопоставление «включение —

отсутствие включения» законнее истолковывать как «наличие или отсутствие некоторого тождества» (причем тождество может быть лишь с активными объектами). Так, относительно языка индейцев дакота Уленбек констатирует: «такая форма, как *pičaⁿte*, означает собственно не «мое сердце», как в наших цивилизованных языках, но идентичность меня самого и какого-то сердца, с которым я, а не кто-либо иной, нахожусь в теснейшей связи. Точно так же и инклюзивное *uⁿciⁿča* означает не столько «ребенок нас обоих», сколько «ребенок, которым мы оба являемся» (1950, с. 207). Цитирующий эти строки Г. А. Климов отмечает, что «несмотря на несколько нечеткое толкование, предлагаемое автором, петрудио заметить, что только подобное, а не подлинно посессивное содержание оказывается в соответствии с названной семантической детерминантой активного строя» (1973, с. 207).

Отличие архаичных и современных представлений об обладании находится, вероятно, в связи с принципиальным различием древних и современных форм общественного бытия, ибо архаичные отношения «обладания» с трудом укладываются в отношения собственности. Исследователям порой трудно решить, кто обладал (или обладает — в случае сегодняшних реликтовых форм) собственностью на производительные силы не только в доклассовых, но и в раннеклассовых формациях. В сознании древних не различалась принадлежность земли соответствующим «духам», принадлежность ее данной общности людей и личности вождя, воплощавшего одновременно и силы человеческой общности, и ее «связь» с «духовными силами». Так, у волофов Сенегала до недавнего времени земель распоряжался «ламан», как бы глава хозяйства общины, руководивший религиозными церемониями и совершавший «делки с духами», от имени которых и распределял между членами общины земельные участки, на которых выжигалась растительность. При огромных полномочиях ламана участки не являлись ни его собственностью, ни собственностью общинников, и, возможно, было бы модернизацией безговорочно считать их коллективной собственностью общины. Как показали этнографические исследования, огромная власть, которой пользовались «посредники между общностью и духами» — главы общностей, вожди и т. д., — нередко дорого оплачивалась: их безжалостно убивали, когда они теряли физическую силу и старели, ибо они не просто *обладали* общественной

илой, а отождествлялись с ней. Пережитки такого представления мы встречаем, например, в царском культе древнего Египта, когда «убивали» и «хоронили» во время праздника хеб-сед уже не самого фараона, а его статую, а над «возрожденным» правителем совершался новый обряд коронации. Возможно, трудности анализа социального статуса основных производителей древнего Египта и других раннеклассовых обществ связаны с неразвитостью отношений обладания и в реальном бытии, и в его осознании. Точный критерий, по которому отличается рабство от других форм зависимости, не в том, что раба можно убить (это нередко оправдывается вообще по отношению к «чужому» и не всегда допустимо в рабовладельческих обществах), и не в том, что раба можно заставить работать (ибо насилье применяется не только к рабам), а в том, что раба можно купить и продать: именно это позволяет отождествить его с вещью. Такое явление свойственно довольно развитым социальным отношениям.

Было бы, однако, ошибкой искать прямое соответствие между лингвистическими и реальными общественными формами, так как не обязательно изменение в последних отображается в языковых структурах по крайней мере на всех этапах культурно-исторического развития. Факты говорят о том, что одни и те же архаичные языковые формы обслуживают весьма различные общественные отношения.

Научный анализ связи языковых структур с мышлением основывается не на постулировании тех или иных мифологических представлений, якобы лежащих в основе структуры, а в точном учете того, что позволяет различать и отождествлять данную структуру. Это не означает, что ничего иного мышление носителей языка различать не позволяет. Так, отсутствие глагольных времен — явления очень позднего и характерного для сравнительно небольшого числа языков — отнюдь не означает отсутствия представлений о прошлом и будущем. Фиксация в языке тождеств и различий свидетельствует лишь о том, что было существенно для носителей языка в определенное время и что выражать в языке (языковом поведении) было несущественно.

На ранних этапах языкового развития изменение способов видения мира непосредственно отражалось на структуре языка, в то время как последующее культурное развитие уже не требовало столь существенных языковых сдвигов. Не случайно архаичный эргативный строй сохранился и сегод-

для в языках, вполне обеспечивающих потребности культуры XX в.

Изменение прагматики языка или отношения говорящего к речи как способу символического поведения, вероятно, имело решающее значение в механизме взаимосвязи языка и мышления. Языковые структуры, поначалу крайне существенные для выражения мысли, становятся все более безразличными к выражаемому им содержанию. Ничем иным нельзя объяснить «безразличия» типологически различных языков к кардинальному изменению содержания культуры на более поздних этапах ее развития. Отношение к слову как магическому действию общения с обозначенным им объектом уходит в прошлое, и изменение строя мышления перестает непосредственно отображаться в изменениях языкового строя. Строй мышления находит теперь выражение не в языковых «семантических детерминантах», а в более высоких культурных явлениях со свойственными им «парадигмами» или «семантическими детерминантами».

5. «ЯЗЫКОВОЕ РАЗВИТИЕ»

Аналогия между логическими системами и «обычными» языками достаточно убедительна для того, чтобы утверждать, что все развитие человеческого познания есть «как бы» развитие языковое. Но все дело в этом «как бы». Игнорируя условный характер аналогии, легко получить чрезвычайно существенный с философской точки зрения вывод о том, что законы природы, формулируемые в математическом виде, суть «не более» чем правила языка, подобно грамматическим правилам ограничивающие лишь возможности употребления знаков. Вывод этот устраняет философский идеализм, и поэтому легкость, с которой он некоторыми естествоиспытателями принимается, по крайней мере неосмотрительна.

В каких же пределах уместна эта аналогия? Что означает в данном случае «как бы»?

Первым фундаментальным фактом, из которого надо исходить и который надо объяснить, является то, что этические языки меняют свою структуру чрезвычайно медленно и отнюдь не обязательно в направлении, которое можно связать с ускоряющимся прогрессом человеческого знания.

Аналогичный факт констатируют антропологи, когда говорят, что с появлением человека современного вида в

принципе прекращается биологическая эволюция вида homo sapiens. Прогресс культуры отражается на физическом облике человека, но тех запасов интеллектуальных способностей, которые обеспечила природа человеку полтора — два десятка тысяч лет тому назад, хватает для сколь угодно высокого развития цивилизации.

Человек стал общественным существом, появились принципиально новые, общественные средства накопления и обработки информации. Развитие «как бы» продолжило руки и мозг человека вне его индивидуальности. Но это «как бы» — лишь метафора, сколь бы полезна и интересна она ни была. Не логично ли провести подобную аналогию и относительно языкового развития? Не логично ли считать, что с какого-то момента развитие есть «как бы» развитие языка в том же смысле, что производство орудий есть «как бы» развитие и продолжение руки?

Язык с самого начала вплетен в общественное бытие человека, являясь формой социального поведения индивида в обществе. В структуре языка, в характере абстракций, в способах членения мира средствами языка находит выражение вся общественная практика человека, отражается общественная структура. Категории модальности, например, рождаются от разного рода социально значимых форм понуждения — от мягкого пожелания до категорического указания на необходимость действия (в некоторых языках оттенков модальности очень много, больше десятка). Понятно, почему абстрактные отношения наличествуют в языке с самого его рождения — человек мыслит окружающую действительность по своему образу и подобию, классифицирует ее в зависимости от своих потребностей (как сугубо практических, так и социальных в самом широком смысле слова, включая мифологические представления). Мир для него неотличим от общественного организма. «Инстинктивный человек, дикарь, не выделяет себя из природы, — отмечает Ленин. — Сознательный человек выделяет, категорий суть ступеньки выделения, т. е. познания мира, узловые пункты в сети, помогающие познать ее и овладеть ею» (Ленин, т. 29, с. 85).

Как же происходит это выделение? Нужны ли для этого выделения новые категории языка, т. е. перестройка сети языковых структур, или достаточно переосмысления роли языковых структур, выделения их новым содержанием?

Факты показывают, что архаические формы классифи-

каких явлений природы, основанные на антропоморфных представлениях, либо отмирают (как в некоторых языках отмерли показатели классов объектов), либо теряют всякое значение, кроме чисто языкового, служебного (например, категории рода в славянских языках), либо переосмысливаются, лишаются постепенно антропоморфного содержания. Переосмысливание структуры мира происходит вне языка, в «надязыковой области», в области *общественного сознания*. Язык остается богатейшим археологическим раскопом, в котором можно найти памятники всех эпох. На нем отражается весь общественный прогресс, в том числе научный. Но это уже отражения культуры на языке, отражения прогресса, происходящего не благодаря изменениям в языке, а в них закрепляющегося. Развитие этнического языка есть его приспособление к новым культурным явлениям, но оно почти так же не сопоставимо с бурным развитием культуры, как изменения в биологическом облике человека — с развитием «продолжения рук» и «продолжения мозга», развитием культуры вообще.

То, что мы называем категориями человеческого мышления, т. е. те понятия и общие идеи, на основе которых строится общее представление о мире «в целом», не может быть сведено к категориям естественных языков; оно лишь находит в нем свое отражение, благодаря чему лингвист в сотрудничестве с историком, археологом и т. д. может восстановить древний категориальный аппарат.

Развитие культуры становится все более автономным от развития языка, и теперь языку надо лишь приспосабливаться к новым общественным условиям, новым достижениям культуры. Культурный прогресс не требует перестройки структуры языка, и хотя изменения структуры этнических языков продолжают, они не являются синхронными крупным культурным сдвигам.

Где же происходит упомянутое «как бы» развитие языка, за счет которого и достигается дальнейший прогресс? Конечно, прежде всего это — развитие лексики, отражающее культурное движение, создание «языковых подсистем», на базе существующих «естественных» языков, успешно обслуживающих элементы научного знания, а затем и науку. Но дело не только в этом.

Этнические языки на заре развития научного понимания мира включены в общую систему коммуникации, систему различных форм поведения, имеющих сигнальное,

символическое, коммуникативное значение. Язык в своей сакральной, ритуальной функции ближе, по-видимому, к ритуальным танцам, пению, живописи и т. д., чем к языку в прагматически-коммуникативной функции. На более поздних этапах это проявляется в том, что «большая», профессиональная культура, тесно связанная с религиозными культами, обслуживается нередко, а может, как правило, *особыми* языками или диалектами (латынь, церковно-славянский язык и т. п.). Даже в дипломатической практике в период капиталистического развития употребление языка в документах скорее сродни дипломатическому *ритуалу*, ибо тут мало прямых сообщений, умолчания говорят иногда больше, чем слова и т. д. В ритуальной функции язык оказывается близким к другим знаковым системам — системам жестов и т. п.

Близость языка этнического к языку живописи делает возможным письмо. Письменность справедливо рассматривается не только как область коммуникации, но и как область искусства. Возникновение письменности знаменовало собой огромный шаг в развитии культуры не только потому, что дало мощное средство хранения и передачи информации и повлияло на этнические языки, потребовав развития таких форм, которые делают текст ясным без внеязыкового контекста. Первые формы письменности сочетали в себе элементы, которые развились в разных направлениях. Одно из них — движение ко все большему соответствию знаково-го (письменного) и звукового ряда, что породило финикийский; а затем и греческий алфавит, уже полностью ориентирующийся на фонемы. Переход от изобразительного начала к повторению звукового ряда требовал большой силы абстракции и дался с большим трудом. Но оказался перспективным и другой путь, основанный именно на эквивалентности знака и понятия, а не знака и звука — путь развития письма для математики, где важным является соответствие цифры и числа, т. е. знака и понятия. Наконец, сохранил свое значение и принцип иконического сходства знака и обозначаемого — он получил развитие в письме для схем разного рода, вплоть до географической карты, чертежей и графов.

Развитие познания уместно сопоставить «как бы» с развитием языка именно в этой плоскости, именно через аналогию с появлением и развитием письма. Как письмо не является по существу новым языком, так новым языком по

существо не является ни математика, ни наука вообще. Появление новых систем знаковых средств вплоть до «языков думающих машин» уже не является развитием языковым в собственном смысле слова, оно лишь «имитирует» развитие языковое так же, как развитие техники в некотором смысле «имитирует» развитие человеческой руки, человеческих ног, человеческого мозга. В эпоху электронно-вычислительных машин, искусственных почек и сердец и т. д. эта аналогия может быть понята слишком буквально, но все же не стоит уходить от реальности в область псевдонаучной фантастики.

Одновременно сохраняется связь научного мышления со всей совокупностью человеческих знаний, с культурой в целом, с мировоззрением. Она уже лишена той непосредственности, которая была характерна для связи языка, культуры, общественного сознания на ранних этапах развития человеческого общества. Но и «язык формул» многими переходами оказывается связанным с самыми общими представлениями человека о мире и о своем месте в этом мире.

6. СЕМАНТИКА ЭТНИЧЕСКИХ ЯЗЫКОВ

Теоретическая реконструкция этнических языков предполагает несколько уровней: в структурной лингвистике различаются фонологический, метрический, морфологический, синтаксический и трансформационный уровни, а, кроме того, высшие, надязыковые структурные уровни. На каждом уровне действует по существу свое понятие значения, причем к классу выражений (знаковых последовательностей), имеющих одно и то же значение, относятся такие выражения, которые можно заменять друг другом без нарушения некоторых заданных условий. Можно в этом смысле говорить о значении на каждом уровне анализа как о некотором абстрактном объекте, сопоставляемом со всеми взаимозаменяемыми выражениями данного класса. Концепцию двуступенчатости в лингвистике можно понимать и как необходимость своеобразной семантики даже на уровне фонологическом: различая «фонему» и «фонемойд», мы могли бы сказать, что произносимым фонемойд соответствует некоторый абстрактный объект, являющийся их значением — фонема. Какие вариации произнесения звука являются значимыми, какие нет — это зависит от структуры.

языка, так что оттенки звучания согласных, незначительные с точки зрения русского «уха», в тех кавказских языках, где число согласных фонем доходит до 80, окажутся значимыми. В логических языках понятия «один и тот же знак», «разные знаки» вводятся по соглашению, на основе абстракции отождествления. Для распознавания звуковых комплексов в естественном языке таких общих предпосылок недостаточно, необходима целая теория. И поскольку изменение в звучании может повлиять на содержание сообщения, естественно говорить об информации, несомой отдельной фонемой. Так что в сущности уже на уровне фонологии создается своеобразная теория значения отдельных фонемондов (звучаний), или своеобразная семантика.

Конечно, можно просто потребовать, чтобы о семантике речь шла только тогда, когда анализируются лексические значения. Но и здесь требование, чтобы значением слова считалось только то, что ему соответствует в действительности, встречается с теми же трудностями, что и в логике. Поскольку на деле Перун, Хорс, Велес и т. д. являются «пустыми объектами», их пришлось бы считать синонимами, что абсурдно. Семантика лексических значений столь же безразлична к вопросу о том, существует ли во внешнем мире соответствующий объект, как и семантика логических значений — пока мы не выходим за рамки соответственно логики и лингвистики.

Короче говоря, теория языка столь же удовлетворяется или не удовлетворяется (в последнем случае — из философских соображений) абстрактными объектами, как и семантика логическая. Семантика этнических языков как теоретическая дисциплина просто сложнее, чем семантика логических языков, и требует многоуровневого анализа. Когда же речь идет об интерпретации языковых выражений на объектах внешней действительности, т. е. о предметах и явлениях внешнего мира, то имеется в виду не «семантика естественных языков», а *теоретико-познавательная* характеристика интеллектуальной деятельности, в которой участвуют языковые выражения. Речь идет о такой теории значения (смысла), которая относится не к семантике, а к философии и которая трактует смысл равным образом как языковых выражений, так и явлений внешнего мира и человеческой истории.

Здесь обнаруживается ограниченность объемного, экстенционального подхода к значению, который в сущности

лежит в основе представлений о «естественном языке» как «языке наблюдения». Для экстенциональных концепций наиболее прозрачным является отношение «знак — обозначенная вещь»; к этому отношению сводятся отношения «знак — обозначенный признак», «знак — обозначенное отношение» и еще более неопределенное с экстенциональной точки зрения — «знак — обозначенный процесс». При этом чрезвычайно затруднительно сформулировать критерии отождествления и различения свойств, отношений, процессов, и отнюдь не столь очевидными оказываются критерии распознавания «одной и той же вещи» в разных ситуациях.

История познания показывает, что вычлениение *предметов* из универсума вовсе не является простейшим познавательным актом, за которым естественно следует наименование этих предметов. На низших уровнях развития психики воспринимается, т. е. отождествляется и различается, ситуация в целом по ее биологическому смыслу для животного; способность выделять предметы из ситуации является функцией от способности переносить операции в новые условия. (Поучителен пример с обучением шимпанзе языку жестов. Обезьянку обучили прибегать к знаку «еще», когда ей нравились вкусные вещи. Она оказалась способной совершенно самостоятельно перенести этот знак на понравившуюся ей игру, когда её бросали в корзину с грязным бельем, и однажды попросила жестом: «еще!»). С точки зрения экстенциональной вообще невозможно определить, что такое ситуация «еще»: это представляется довольно высокой степенью абстракции от конкретных явлений и процессов, но на деле в истории форм отражения подобные оценки принадлежат к исходным, в последующем расчлняющимся на критерии распознавания вещей и их свойств.

В литературе нередко обсуждается вопрос о том, что считать элементарной информацией, с которой оперирует человеческое познание. Можно говорить об информации, несомой отдельными фонемами, но ясно, что это имеет смысл лишь постольку, поскольку отдельная фонема может изменить информацию, несомую более крупными языковыми единицами. Как правило, говорилось об отдельных словах или группах слов, которым соответствуют *понятия* как единицы смысла; но понятия имеют смысл лишь будучи соединенными в предложение, так что минимальным отрезком речи, имеющим смысл, следовало бы считать предложение. Аналогичные соображения можно выдвигать и

далее, ибо и предложения имеют смысл лишь в некотором контексте.

Сообщение или информацию человеку несут прежде всего процессы, явления внешнего мира. Человек, находясь каждый раз на конкретном, определенном историческом развитии уровне знаний, лишь выделяет те или иные фрагменты внешнего мира, поскольку они представляют для него практический и теоретический интерес, *значимы* для него в самом широком смысле слова. Языковые выражения, конечные последовательности языковых знаков не просто «имеют вещи или процессы». Сама возможность именования опирается на некоторое «тождество смыслов», не сводимое к внешнему подобию поименованных предметов так же, как не на подобии корзины с бельем и банана основывалось отождествление ситуаций «еще» у маленького шимпанзе.

Что такое «иметь значение (смысл) для человека»? На этот вопрос, пожалуй, невозможно ответить кратко, не охарактеризовав общественной организации человека, всей его культуры. Подчеркнем лишь, что значение фрагментов внешнего мира и событий человеческой истории, да и личной жизни, для индивида отнюдь не сводится к биологическому смыслу их для человеческого существа. Впрочем, уже и для животных приходится учитывать надорганизменный уровень. Но если смысл внешней ситуации для животного может быть выражен через совокупность поведенческих актов, являющихся нормой реакции на данную ситуацию, то для общественного человека приходится говорить о значении как сфере *возможного*, возможных социальных последствий данного явления.

Примем за исходное интуитивное представление о том, что фрагменты внешнего мира имеют некоторое значение для человека, в частности несут ему сообщение (информацию). Мерой информации является изменение совокупности знаний индивида или общества, возможность выдвижения некоторых гипотез в результате восприятия данного фрагмента реальности или изменение возможностей выбора в ходе какого-то мысленного решения задачи.

Будем считать, что два фрагмента реальности отождествляются, если они имеют одно и то же значение (в частности, несут одну и ту же информацию). Можно считать их в некотором смысле взаимозаменяемыми (конечно, понимая это выражение метафорически, так как свободно манипулировать природой и «заменять» сегодняшний восход солн-

ца завтрашним невозможно). Языковое выражение будем считать именующим данную ситуацию или «взаимозаменяемые» фрагменты внешней реальности, если оно несет то же сообщение (ту же информацию), что и данный фрагмент реальности. Это предполагает лишь, что в ответ на вопрос о том, каков результат эксперимента, можно либо сказать о результате устно, либо написать результаты на доске; либо показать пальцем на показания прибора, не произнеся при этом ни слова — сообщение будет одинаково. В этом смысле языковое выражение всегда именуется не один какой-то фрагмент реальности, а некую абстракцию от «взаимозаменяемых» фрагментов; даже собственное имя человека относится к одному человеку, но во *все* моменты времени, которые в данном случае и следует считать «взаимозаменяемыми» фрагментами реальности.

С этой точки зрения понятия «смысл языкового выражения» или «информация, несомая языковым выражением» относятся не к языку, а к речи, ибо только в процессе употребления языка возникают эквивалентности между конкретными классами ситуаций (классами явлений внешнего мира) и языковыми выражениями. Об информации, несомой элементами языкового выражения, в том числе словами, имеет смысл говорить лишь постольку, поскольку замена одного слова другим либо лишает выражение смысла, либо меняет его смысл существенно с точки зрения класса взаимозаменяемых ситуаций.

Следует подчеркнуть, что эта точка зрения исходит из объективности, независимости от человека таких свойств внешнего мира, которые называются «информацией». Каждое явление, каждый процесс, каждая вещь имеет бесконечно много сторон и взаимосвязей и *может* сообщить бесконечно много — в зависимости от способностей «воспринимающего устройства», в частности человека; существует также в принципе бесконечно много вопросов, на которые данный процесс или явление не может подсказать ответа, сколь бы опытный и пытливый ум его ни допрашивал. О чем объект свидетельствует, о чем нет — это зависит не от человека, а от объекта, от его свойств и отношений. Но не следует мистифицировать эти свойства так, как наделяли духовными свойствами икону, якобы содержащую «дух», или тору, которую при выходе из строя в силу ее «святости» закапывали, а не уничтожали. Как отношение верующих к иконе делает ее «святой», так не содержится мысль в

иероглифах занесенного песками Сахары Розетского камня, так *лишь в возможности* являются информацией, сообщением независимые от человека и человечества объективные свойства природных тел и процессов.

Какая же информация содержится в отдельных словах, в языковых выражениях, которым мы ставим в соответствие понятия? Возможно, правильным был бы ответ: рассматриваемые вне речи, как элементы языка, т. е. как средства построения речи, языковые выражения *могут* нести сообщение, могут иметь смысл в силу свойств, закрепленных за этими выражениями в итоге исторического развития. Они имеют смысл потенциально, но не актуально. Реально язык существует не в словарях и не в учебниках, а в кладовых человеческой памяти, будучи закодированным в мозге индивидов. Аргументированный ответ на этот вопрос зависит как раз от того, каким образом в мозге человека язык закодирован, как он связан с памятью о событиях прошлой жизни индивида, со сведениями, усвоенными им в языковой форме. Пока об этом известно немного. Чтобы извлечь из памяти некоторое слово, установить связываемые с ним признаки; сопоставить с воспринимаемой ситуацией (то ли в процессе наблюдения за внешним миром, то ли в процессе чтения книги — неважно), нужна какая-то внутренняя работа. Эту работу можно считать переработкой информации, и относительно процессов переработки информации и следует говорить о сообщении, несомом отдельными элементами языка. По крайней мере можно утверждать, что употребляемое современной наукой понятие «информация» таково, что оно имеет смысл лишь при оценке *изменения* состояния знания. Правда, сам термин «состояние знания» предполагает некоторую статику, «застывшую» информацию, — но здесь также предполагается, что всякие знания могут быть употреблены в общественной практике в самом широком смысле слова.

В свете сказанного можно по-новому оценить выражение «значение языкового знака есть его употребление». Это верно не в том смысле, что значение знака может быть сведено к правилам его употребления; лишь на уровне инстинктивного поведения смысл сигнала полностью выражается в соответствующих реакциях организма. О том, что невозможно сформулировать правила, полностью исчерпывающие все случаи употребления языковых выражений, можно судить даже по неполноте достаточно богатых формализован-

ных языков. Языковые правила употребления указывают лишь, в какой языковой ситуации выражение *может иметь смысл*, причем даже это обстоятельство полностью от языка не зависит — последнее слово остается за объективной действительностью.

Важный урок, который следует извлечь из изучения различных типов этнических языков, заключается в том, что ни один язык невозможно построить без высокой степени абстракций. С легкой руки европоцентристов широко распространилось мнение, что языки отсталых в социальном развитии народов не содержат абстрактных понятий. (В качестве примеров приводятся обычно языки эскимосов, где много названий для разных видов снега, но нет «снега вообще», — другие языки, где нет «дерева вообще» и т. д.) Эти примеры вместе с выводами о том, что абстрактных понятий в данных языках «еще нет», так как нет обобщения от имен конкретных видов деревьев до абстрактного дерева вообще, перекочевали и в нашу философскую литературу. Фактическую неверность этого утверждения отмечал еще американский этнолог Боас. В качестве контрпримера он ссылаясь на язык индейцев чинук, живущих на северо-западе Северной Америки, где сообщение опирается именно на абстрактные свойства, а не имена предметов. Так, фраза «злой человек убил бедного ребенка» строится на языке чинук следующим образом: «злость человека убила бедность ребенка». Эти языковые факты хорошо объясняются в свете концепции «абстрактных ядер» языкового сообщения, развиваемой Г. П. Мельниковым; как было показано на материалах типологии этнических языков, целый ряд языков развивался именно в этом направлении — самостоятельную роль в нем выполняло сообщение об абстрактной структуре происходящего, к которому добавляются конкретизирующие указатели. Нет и не может быть языка, который не содержал бы ссылок на абстрактную структуру содержания сообщения.

Так же, как в индивидуальном развитии ребенка существует этап, когда ребенку бессмысленно задавать вопрос, сколько улиток он встретил в саду во время прогулки или сколько лун он видел в это время, ибо у него есть лишь способность отождествления улитки с самой собой и луны с самой собой, но нет еще механизма классификации, — так и отсутствие категорий единственного и множественного числа в языке оказывается архаичным языковым явлением.

Это, однако, не означает, будто китайцы или тюрки, для которых до сих пор употребление множественного числа факультативно, не имеют способностей к классификации; в случае нужды языковые средства для выражения нужной мысли находятся, а иногда мысль осуществляется и без языковых средств выражения, ситуация определяется контекстом. Но этот языковый факт говорит о том, что исторически развитие шло не от «именования единичного» к «именованию более общего», а через разделение некоторого абстрактного определения ситуации — предмета — процесса на имена предметов и имена их свойств и действий. Об этом же говорит и тот факт, что категория глагола там, где она грамматически оформлена, возникла исторически — первоначально не было различных типов языковых выражений для обозначения действия и для обозначения предмета. Было общее выражение, в языках определенного типа, разделившееся на две категории; имя предмета, таким образом, отнюдь не первично по отношению к абстракциям более высокого порядка.

Вопрос, таким образом, отнюдь не в том, существуют или не существуют абстрактные элементы в языке; без абстрактных элементов вообще невозможно построение сообщения. Вопрос в другом: каков характер этих абстрактных элементов, какого рода отвлечение от действительности они предполагают, как они членият действительность, каково содержание абстракций модальности (возможности, необходимости), абстракций классов (какие именно классы предметов или действий различаются в языке). Ведет ли развитие культуры к изменению и развитию этих абстракций, лежащих в основе языковых структур?

Можно уверенно утверждать по крайней мере следующее. На ранних этапах культурного развития изменение системы абстракций, категорий, посредством которых членился окружающий мир, непосредственно отражается в изменении структуры языка. На более высоких ступенях культурного развития изменение категориальной структуры затрагивает более «высокие этажи» общественного сознания, оставаясь неизменными зачастую весьма архаичные языковые структуры. Развитие культуры есть «как бы» языковое развитие. Но в более точном смысле оно требует уже не перестройки языковых форм, а перестройки форм общественного сознания, мировоззренческой культуры, категориального строя наук. Можно поэтому говорить, что, теряя харак-

тер регуляторов «языкового мышления», структура этнического языка не влечет принятия специфических мировоззренческих ограничений, а следовательно, сам по себе этнический язык невозможно охарактеризовать какими-либо специфическими для него формами ограниченности выразительных средств. Попросту говоря, возможности «естественного» языка неограничены — ограничения накладываются культурой в целом, состоянием науки на данном этапе развития в частности.

Говоря об ограниченностях, мы имеем в виду ту плату за прогресс познания, которая заключается в неизбежном отходе научных абстракций от бесконечного многообразия отношений объективной действительности. Но отходить приходится для того, чтобы вернее понять точнее и глубже отразить конкретное.

ЯЗЫК НАУКИ

1. ТЕОРИЯ И ФАКТ

В предшествующих публикациях (1966; 1971) автором настоящей работы было высказано предположение о том, что теоретический смысл общих понятий науки может быть установлен путем исследования ограничений, накладываемых данной теорией на исходные интуитивные представления. Эта идея, противопоставляемая чисто формалистическому пониманию научных абстракций, была связана с интуиционистской логико-математической концепцией; противоположность интуиционистского и формалистического подхода проявляется в различии точек зрения Гильберта и Вейля: если для первого высокие теоретические абстракции, не имеющие непосредственного эмпирического эквивалента, подобны «идеальным предложениям», вводимым из соображений удобства, то для второго весь смысл теоретических построений заключается как раз в утверждениях об идеальных, не наблюдаемых непосредственно в опыте конструкциях. Формалистическая концепция может быть отождествлена с «презумпцией неосмысленности», согласно которой теоретические термины вводятся как априори неосмысленные знаки, приобретающие значение лишь на основе эмпирической интерпретации, в то время как интуиционизм тяготеет к «презумпции осмысленности», согласно которой теоретические понятия осмыслены с самого начала на основе интуиции. И то и другое является абстракцией от реального хода познания.

Эта точка зрения в общем проводится и в настоящей работе. Однако следует оговориться, что принятое интуиционистской или какой-либо иной логики не равноценно принятию той или иной концепции научного знания. То,

что наиболее существенно и плодотворно в интуиционистской метаматематике, находит наиболее полное выражение в конструктивной логике и метаматематике, развиваемой школой А. А. Маркова. Но конструктивные идеи, конечно, не являются выражением «презумпции осмысленности». Последняя может быть отнесена не к семантике, а к общему истолкованию интуиционистской логики, причем надо принимать во внимание все то влияние, которое оказали на общую концепцию интуиционизма различные идеалистические философские концепции.

Если учесть, что результаты применения логики к анализу языка науки должны еще получить правильное философское истолкование, то можно говорить о множестве различных путей, которые и сейчас оставляют далеко еще не использованные возможности применения логической техники для анализа эмпирических теорий.

Имеется целый ряд возможностей использовать логику для исследования семантики эмпирических теорий. Те соображения, которые будут развиты ниже, являются скорее средством обойти существующие логические трудности, чем разрешить их. Соответственно будем пользоваться не логическими средствами, а лишь общей схемой следования, которая при соответствующих уточнениях может быть сведена к логическому следованию или вероятностному выводу.

Исходной посылкой рассуждений будет предположение о том, что утверждения теорий и предложения о фактах неразличимы по своей языковой форме. То, что имеется в виду, когда говорят о *L*-истинах и *F*-истинах, отнюдь не соответствует в общем случае «предложениям о законах» и «предложениям о фактах». Будем предполагать, что те и другие «ведут себя» в теории неразличимым образом с точки зрения синтаксической. Если впоследствии придется в чем-то от этого предположения отказываться, то тем лучше.

Понятия, объекты, предложения. Предложения как задачи

Если желательно не отказываться от термина «понятие» и при этом не сводить его к набору объектов, входящих в его объем, то надо пользоваться термином «смысл» («содержание понятия») так, чтобы он был близким к термину «информация» и допускал аналогичные операциональные

определения. Правда, об информации также говорят очень свободным образом, и когда произносится фраза вроде «информация, содержащаяся в данном выражении...», то скорее имеют в виду наглядный образ некоей емкости, наполненной информацией так, как бы жидкостью или газом, чем какой-то способ измерения этой информации. Более того, нам не удастся избежать подобной неопределенности, поскольку придется говорить о некоторых исходных сведениях, к которым присоединяются гипотезы или проверенные утверждения, ибо не будет предложен способ измерения информации, именуемой «исходные сведения». Но в общем случае следует иметь в виду, что о смысле и информации с максимальной ясностью можно говорить тогда, когда имеет место *изменение* смысла или (количества) информации. Желательно поэтому и понятие «смысл» связать с некоторым *выбором*.

Выше (гл. III) излагались соображения, по которым логичнее говорить, что слово *может* иметь смысл и что оно имеет смысл в законченной фразе. Под словом можно иметь в виду как самостоятельные, так и деривационные и реляционные элементы языка. Смысл слова может быть, таким образом, отождествлен с множеством всех тех слов, которые могут входить с данным словом в одно предложение. Будем называть это множество *окружением* данного слова и каждому элементу множества припишем некоторое *ожидание*, так что каждое слово будем связывать с множеством ожиданий. Попросту говоря, предполагается, что если сказано некоторое слово, то имеется ожидание того, что дальше будет сказано какое-то другое слово из некоторого набора слов. Несмотря на то что такое понимание слишком неопределенно, наличие осмысленных и неосмысленных фраз заставляет предполагать, что некоторые комбинации слов невозможны и, следовательно, произнесение некоторого слова как-то определяет класс слов, которые могут быть произнесены вслед за ним.

Проблемы точного определения смысла в этом плане совпадают с проблемами построения формальных моделей языка. Что значит «могут» и «не могут» быть произнесены? Если может быть произнесена фраза «черная кошка спокойно спит», то почему не может быть произнесена фраза «зеленая идея яростно спит»? Иными словами, входят ли все упомянутые в обоих предложениях слова в окружение слова «спит»? Решение этих проблем привело бы к формулировке

понятий «семантическая категория» и использованию его в определении смысла языковых элементов. Но можно утешиться тем соображением, что на деле ситуация не столь сложна, если учитывать внеязыковой контекст, в котором всегда произносятся фразы и слова. И в процессе коммуникации, и в процессе исследования всегда имеется ситуация вопроса (или по крайней мере должна иметься), так что не всякое слово в этой ситуации может быть произнесено, и если некоторое слово произнесено, то ситуация вопроса значительно суживает множество слов, которые могут быть сказаны вслед за первым. Не бывает, чтобы люди разговаривали следующим образом: сказал слово и думает, какое следующее слово позволяет вставить в текст грамматика, стилистика и т. д. даниого языка.

Итак, смысл слова определяет его окружение, каждому элементу окружения может быть приписано ожидание в данной ситуации и построение фразы может быть рассмотрено как совершение выбора. Предложение несет информацию, которая может быть оценена в зависимости от неожиданности выбора. Смысл слова может быть отождествлен с задачей: найти такие элементы окружения слова, чтобы они вместе с данным словом представляли собой правильный ответ на вопрос, поставленный в данной внеязыковой ситуации. Предложение, являющееся правильным ответом, можно рассматривать как решенную задачу. Несколько предложений-гипотез, из которых предстоит сделать выбор в данной ситуации, можно считать задачами до тех пор, пока выбор не сделан; тогда (утверждаемое) предложение можно считать решенной задачей.

Таким образом, можно найти хорошие критерии для того, чтобы говорить о смысле отдельных слов, следовательно, о *понятиях*, связываемых с терминами языка науки. Понятие — это не фикция, как не является фикцией смысл вообще. Но вместе с тем видно, насколько трудно анализировать смысл отдельных элементов предложения — анализ отдельных слов втягивает нас в сферу *возможного*, и нужно серьезно считаться с предположением А. Уайтхеда: где возможное, там континуум.

Поэтому желательно найти более простой путь изучения отношения «языка теории» и «языка наблюдения», чем исследование эмпирического значения отдельных *терминов* теории. Таким более простым путем представляется анализ отношений *предложений* теории и *предложений*,

относящихся к наблюдению и эксперименту. Следует, конечно, помнить о том, что отдельные предложения также имеют смысл лишь в определенном теоретическом контексте. Для американского математика М. Таубе, принципиального противника моделирования смысловых отношений, это обстоятельство является аргументом против приписывания смысла не только отдельным словам, но и предложениям, ибо, по его мнению, какую бы единицу языка мы ни взяли, всегда можно найти более крупную единицу, которую можно объявить подлинным носителем смысла. И все же этот аргумент может быть отвергнут. Как бы ни был связан смысл отдельного предложения с теорией как целым и даже с внеязыковым контекстом, несомненно правомерность утверждения, что предложение имеет сообщение.

Несомненно, что по содержанию каждое предложение может быть расчленено на подлежащее и сказуемое, в том числе и логические подлежащее и сказуемое — субъект и предикат; иными словами, в каждом предложении говорится о некотором объекте, существующем в реальности или лишь в абстракции, и приписывается ему некоторое свойство, или он ставится в некоторое отношение с другими объектами, или указывается, что с ним происходит некоторый процесс — и т. д. Это можно истолковывать по-разному — можно говорить, как делают ассоциационисты, что в предложении соединяются разные представления; можно считать, что каждое предложение относит некоторый объект к некоторому классу; можно считать, что предложение фиксирует некоторое мысленное действие или построение и т. д. Каждое такое истолкование совместимо с представлением о предложении как задаче — решенной или нерешенной. Это может быть либо задача типа задач на построение (синтез нового объекта), либо задача типа задач на доказательство (анализ свойств известного объекта). Если истинность предложения установлена, его можно считать решенной задачей. Такое представление может оказаться полезным.

Т-предложения и Ф-предложения

Прежде всего необходимо внести ясность в употребление термина «факт».

В рамках логики науки необходимо определить статус предложений, входящих в эмпирический базис теорий, и поэтому естественно связывать термин «факт» именно с

предложениями определенного рода *. Это, однако, может породить путаницу, связанную с тем, что фактами обычно называют объективно происходящие события, — иначе ссылка на факты теряет всякую убедительность. Чтобы не допускать подобной путаницы, будем впредь говорить о *фактах* как объективно, вне человека и независимо от него происходящих событиях и о *предложениях факта* (сокращенно *Ф-предложениях*) как о предложениях, сообщающих об этих объективных событиях.

Последнее можно уточнить следующим образом: Ф-предложения сообщают наблюдателю то же, что сообщают ему сами объективные события (факты). Человек задает природе вопросы, природа отвечает, если вопросы поставлены правильно и остроумно. Представление о том, что познание есть диалог человека с окружающей действительностью, старо, как человеческая культура. Но эта метафора получает научное содержание в той мере, в которой мы научаемся оценивать природные явления с точки зрения несомненной информации. В связи с этим можно говорить о том, что информацию несет в равной мере как Ф-предложение, так и соответствующий факт, само природное событие. Грубо говоря, это значит, что некто может прийти в лабораторию и спросить: «Каков результат эксперимента?» и в ответ получить либо предложение, содержащее сообщение о показаниях приборов, либо посмотреть на приборы сам: и приборы, и «протокол наблюдения» несут одно и то же сообщение (информацию).

При таком понимании информация оказывается объективным свойством природных явлений. Однако те свойства явлений, которые оказываются информационно чрезвычайно значимыми при взаимодействии человека с природой, оставаясь независимыми от человека свойствами внешнего мира, тем не менее *становятся* информацией лишь при наличии «приемника» — так же, как природные свойства предметов *становятся* для человека потребительной стоимостью лишь тогда, когда имеется потребитель. В этом смысле и те и другие свойства внешнего мира являются продуктами общественно-исторического развития, не теряя при этом своего объективного характера, оставаясь свойствами объективно реального мира.

* В частности, такое понимание факта характерно и для книги «Логика научного исследования» (М., 1965).

Пользуясь лингвистическими аналогиями (аналогиями с методом дистрибутивного анализа в лингвистике), можно сказать, что формулировка Ф-предложения и указание на некоторый фрагмент реальности взаимозаменяемы в некотором контексте и потому в данном контексте имеют один и тот же смысл (несут одну и ту же информацию). Какую именно — это зависит от объективно происходящих событий. Но возможности «снять» информацию зависят от ловкости и остроумия испытателя, от средств измерения, продиктованных теорией, от возможностей экспериментальной техники, от потребностей теории. Точность, с которой два события отождествляются как «один и тот же факт», зависит от требований теории; она определяет, какие два эксперимента оказываются по существу одним и тем же экспериментом, какие — различными экспериментами.

По крайней мере по этой причине обречены были на неудачу попытки неопозитивистов построить универсальный «язык наблюдения». Это, однако, некоторыми философами на Западе (например, Фейерабендом) расценено ошибочно как доказательство того, что человеческое знание распадается на независимые участки, несравнимые друг с другом. Хорошо известно, что один и тот же факт может по-разному интерпретироваться в разных теориях, но считается с ним надо как с независимой реальностью. Это значит, что единство знаний обеспечивается прежде всего не языковыми соображениями, а независимостью от человека и человечества той области универсума, которая является предметом наблюдения и эксперимента. При этом речь идет об области непосредственно наблюдаемого, т. е. о той части внешнего мира, которая доступна нашим органам чувств. Бесконечны не возможности органов чувств, а возможности человеческого разума; с совершенствованием экспериментальной техники расширяется не столько область непосредственно наблюдаемого, сколько возможность судить о том, что значат вспышки, следы на фотопленке и т. д. Не существует универсального языка наблюдения, но существует универсальная область наблюдаемого, определенная разрешающими способностями человеческих органов чувств, и вся сложность заключается в том, чтобы в пределах этой области косвенным образом как можно больше «выпытать» у природы.

Спрашивающий в лаборатории о результатах эксперимента может, однако, получить ответ и в теоретических тер-

минах, например: «сверхпроводимость появилась при понижении температуры и ниже стольких-то градусов по Кельвину». В конечном итоге теоретические утверждения также применимы к непосредственно наблюдаемому, что вполне естественно, так как цель эксперимента — достичь прогресса в теории. С равным успехом можно говорить о том, что сообщение, содержащееся в *теоретическом предложении* (сокращенно *T-предложении*), также равнозначно сообщению, несомому классом *Ф-предложений* и соответствующих фактов. Это и понятно, ибо теория и только теория говорит о том, что происходит в реальности, ею описываемой.

Таким образом, ссылка на непосредственно наблюдаемое не дает как будто критериев для различения *Ф-предложений* и *T-предложений*. Эти критерии, однако, могут быть указаны, если иметь в виду различие объектов, о которых говорится в предложениях.

Оставаясь на содержательном уровне рассуждений и не претендуя на языковые критерии различия, можно различать теоретические и практические задачи по объектам, которыми в этих случаях приходится оперировать. Попросту говоря, решая практические задачи, мы оперируем некими материальными вещами, в том числе приборами, решая же теоретические задачи, мы имеем дело с карандашом и бумагой. Соотнесение *T-предложений* с реальными процессами происходит *после* решения теоретических задач, т. е. операций над абстрактными объектами. Вопрос о том, можем ли мы взять некоторый объект в руки или как-то иначе оперировать им практически, или мы можем лишь оперировать им в интеллектуальных действиях, может быть предоставлен ситуации, которая в этом случае является надежным критерием. Заметим, что с этой точки зрения предметом практических действий в эксперименте и наблюдении будут именно приборы, а не те объекты, которые исследуются с их помощью; так, мы манипулируем фотографиями звезд, но не самими звездами; о звездах говорит уже теория.

Отметим также, что задачи эксперимента и наблюдения являются частным случаем практических задач, т. е. задач, решаемых в материальной практической деятельности человека. Как теоретическая деятельность требует совершения материальных действий, так и решение практических задач требует мышления; различие в объектах, которыми человек манипулирует.

Руководствуясь схемой доказательства, предложенной в гл. II, произведем классификацию отношений между Φ -предложениями и Т-предложениями в теории.

Φ -доказательство Φ -гипотез

Пусть имеется множество исходных сведений, выраженных в классе предложений A , конечное множество гипотез $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ и аргумент γ такой, что $A, \gamma \vdash \beta_1 \vee \beta_2 \vee \dots \vee \beta_m$, где $m < n$. Пусть, далее, γ, β_i ($1 < i < n$) являются Φ -предложениями. Для простоты предположим, что γ есть полное доказательство, т. е. $m = 1$. Следовательно, $A, \gamma \vdash \beta_i$, или $A \vdash \gamma \supset \beta_i$.

Речь идет о восстановлении реальных фактов (событий) по каким-то следам, констатируемым в наблюдении или эксперименте. С подобным отбрасыванием гипотез о том, что происходило на самом деле, имеет дело следователь в юридической практике, историк, восстанавливающий ход событий по косвенным свидетельствам и т. д. Можно говорить также о частичном доказательстве (подтверждении, имеющем разную степень в зависимости от того, насколько оно увеличивает вероятность β_i). Нет никаких сомнений в том, что доказательство фактами (Φ -доказательство) некоторых Φ -гипотез бывает совершенно точным, т. е. исключаям всякие иные Φ -гипотезы.

Пусть Φ -предложение γ_1 является аргументом в пользу каждого из предложений $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ и пусть Φ -предложение γ_2 является таким же аргументом в пользу тех же предложений, причем вероятность каждого из них изменяется γ_1 и γ_2 в одинаковой степени. Тогда будем говорить, что γ_1 и γ_2 Φ -эквивалентны. Очевидно, что если γ_1 Φ -эквивалентно γ_2 и оба они являются полным доказательством одного-единственного β_i , то либо γ_1 и γ_2 тождественны по смыслу, либо A противоречно.

Если γ есть полное доказательство β_i , то β_i есть объяснение γ .

Каждая из Φ -гипотез есть возможное объяснение своего Φ -аргумента. Будем считать, что Φ -аргумент имеет тот же смысл, что и подтверждаемые им Φ -гипотезы. Φ -эквивалентные Φ -аргументы имеют один и тот же смысл.

Связь между Φ -предложениями, характеризуемая как связь типа «если ..., то ...», может быть рассмотрена как частный случай сведения одной практической задачи к дру-

гой практической задаче (например, вместо того, чтобы искать где-то в архивах документ, с достоверностью описывающий историческое событие, или получить признание обвиняемого, следует найти косвенные доказательства того, что дело происходило именно так, или неопровержимые улики).

Способность заменить одну практическую задачу другой задачей, решение которой автоматически создает предпосылки для решения первой задачи, является самой удивительной способностью человека. Следует подчеркнуть, что в этом случае может не быть никакого соответствия между объектами, которыми оперирует человек при решении различных задач; так, строительство дороги можно рассматривать как задачу, к которой сводится множество задач преодоления расстояния с помощью транспортных средств между двумя пунктами, строительство моста — как задачу, эквивалентную задаче преодоления водной преграды и т. д. Какого рода соответствие имеется между строительством моста и разными способами преодоления водной преграды? Можно считать, что строительство моста эквивалентно в некотором смысле множеству тех практических усилий по преодолению водной преграды, которые оно позволяет экономить. Можно говорить также о том, что строительство моста, как и разные способы переправы через реку, отражает объективные свойства реки через особенности технической культуры человека. Существует ли при этом соответствие между объектами, которыми приходится оперировать человеку при переходе реки вброд, и объектами, которыми он оперирует при строительстве моста? В общем случае нет, ибо это разные задачи, имеющие в некотором отношении один и тот же смысл, не более. Откуда вообще берутся объекты, используемые в практике? Зачастую их берут готовыми в природе, но чаще всего их создает человек практически, на основе творческого воображения комбинируя реальные свойства реальных вещей. Это же соображение может быть приведено и при анализе соответствий между Ф-предложениями и некоторыми экспериментами, произведенными над специально сконструированными объектами с целью установления того, что происходило в реальности (истинна ли данная Ф-гипотеза).

Это соответствует случаю, когда полное или частичное доказательство γ является результатом решения теоретической задачи, т. е. операций над абстрактными объектами. Поскольку предполагается, что аргумент присоединяется к исходному множеству сведений A , т. е. предполагается, что его там *актуально* не имеется, то теоретический аргумент либо должен быть взят из другой теории и при этом непротиворечиво присоединим к A , либо получен из A в качестве следствия без непосредственного обращения к опыту.

Два T -предложения являются Φ -эквивалентными, если и только если они являются (полными или частичными) доказательствами в точности одних и тех же Φ -гипотез (подтверждая каждую из них в одинаковой степени). Если два T -предложения Φ -эквивалентны, то либо они имеют один и тот же Φ -смысл, либо A противоречиво. Однако, не очевидно, что Φ -эквивалентные T -предложения имеют один и тот же T -смысл, даже если являются полным доказательством Φ -гипотезы β_i . Не исключено, иными словами, что к A непротиворечивым образом может быть присоединено два разных по смыслу T -предложения и даже, более того, получены в качестве следствия два разных по теоретическому смыслу T -предложения.

Если T -предложение есть полное доказательство Φ -гипотезы, то данная Φ -гипотеза является объяснением T -предложения, т. е. она раскрывает его смысл. Однако нет уверенности в том, что данная Φ -гипотеза есть единственная Φ -гипотеза, доказуемая с помощью данного T -предложения; Φ -смысл T -предложения полностью раскрывается множеством *всех* Φ -гипотез, доказуемых с его помощью.

Доказательство T -предложения (установление его истинности) в данном случае можно рассматривать как задачу, к решению которой сводится решение некоторой практической задачи (установление истинности Φ -гипотезы). Связь между T -предложением и Φ -гипотезой должна в данном случае быть такой, чтобы имелась возможность утверждать, что Φ -гипотеза истинна, если истинно T -предложение. Это не обязательно предполагает соответствие между теоретическими (абстрактными) объектами и объектами, о которых речь идет в наблюдении и эксперименте, но обязательно предполагает наличие правил соответствия между Φ -предложениями и T -предложениями. Не представляется воз-

возмо́жно определить множество всех Φ -гипотез, доказуемых с помощью данного T -предложения, иначе, как сформулировав само T -предложение. Иными словами, невозможно указать класс практических задач, разрешимых путем сведения их к данной теоретической задаче, иным способом, кроме как задав решение самой теоретической задачи. Можно, однако, иным путем охарактеризовать значение (смысл) T -предложения. А именно, можно подыскать такие Φ -доказательства, которые были бы Φ -эквивалентны данному T -предложению. Иными словами, если нам надо выбрать одну из гипотез о том, какое из событий имело место на самом деле, мы можем либо совершить некоторые теоретические вычисления или рассуждения, либо подыскать факты, свидетельствующие о том, что дело происходило именно данным образом. T -предложение эквивалентно поэтому не просто некоторым Φ -предложениям, а классу некоторых Φ -доказательств, имеющих, так сказать, одинаковую доказательную силу с ним. Если мы желаем найти эмпирический эквивалент некоторым T -предложениям (выразить в понятиях языка наблюдения то, что выражено в понятиях языка теории), то нам надо было бы искать не просто интерпретации теоретических терминов, а *множество тех эмпирических условий, которые увеличивали бы вероятность некоторых фактов равно в той же степени, что и данное теоретическое предложение*. Это аналогично примеру, приводившему выше: строительство моста есть задача, эквивалентная не просто множеству всех случаев переправы через реку, а множеству усилий, сэкономленных благодаря этому строительству. Отсюда ясно, сколь неблагоприятной оказалась попытка «сведения» терминов теории к терминам наблюдения.

Φ -доказательство T -гипотез

В данном случае выбор истинного T -предложения из множества гипотез теоретического характера совершается путем постановки эксперимента или совершения наблюдения, однозначно позволяющего отбросить все T -гипотезы, кроме одной или, в случае частичного доказательства, получить подтверждение некоторой степени для каждой из существующих T -гипотез. Примером могут быть эксперименты по установлению эквивалентности гравитационной и инертной массы относительно ньютоновской механики. Существен-

ным образом степень подтверждения зависит от точности измерений. Практика развития естествознания подтверждает возможность получения полных доказательств на этом пути. Два Φ -предложения T -эквивалентны, если они являются доказательствами одного и того же T -предложения; можно считать, что они имеют один и тот же T -смысл и являются, следовательно, одним и тем же фактом с точки зрения теории.

T -гипотеза объясняет те Φ -предложения, которые являются ее доказательствами, или, поскольку все такие Φ -предложения можно рассматривать как одно и то же предложение с точки зрения теории, объясняет данное Φ -предложение. Поскольку факт — событие объективное, можно сказать, что все наблюдаемые факты несут именно ту информацию, которую несет данное Φ -предложение и объясняющее его T -предложение.

Соединение T -доказательства Φ -гипотез и Φ -доказательства T -гипотез позволяет оставить в теории только T -эквивалентные Φ -предложения и Φ -эквивалентные T -предложения.

T-доказательство T-гипотез

Если мы имеем в виду под A множество аксиом, правил вывода и *всех* теорем, потенциально выводимых из данных аксиом с помощью данных правил вывода, то в таком случае может идти речь только о неполных системах и поисках таких их расширений, в которых можно доказать некоторое T -предложение. Будем, однако, держаться ближе к реальности и избегать бесконечных множеств предложений, хотя бы и в смысле потенциальной осуществимости. Тогда в общем случае будет идти речь о том, что для сформулированных альтернативных гипотез подыскиваются доказательства или опровержения без обращения к опыту, т. е. подыскиваются такие следствия из A , которые позволили бы выбрать одну из гипотез и исключить остальные. Примером рассуждений подобного рода является вывод положения о равенстве гравитационной и инертной массы в теории Эйнштейна, не требующий, как известно, обращения к опыту. Идеальной с этой точки зрения является такая теория, которая позволяет все T -гипотезы доказывать или опровергать без обращения к фактам. Конечно, если бы в результате экспериментов оказалось, что гравитационная масса не

эквивалентна инертией, перестройка языка теории таким образом, чтобы вывод об эквивалентности получался теоретически, не имела бы смысла. Но задним числом язык теории перестраивается именно таким образом, чтобы все желаемые выводы получались дедуктивно, без непосредственного обращения к опыту.

Можно ли по аналогии считать, что Т-гипотеза, доказанная с помощью некоторого Т-предложения, является объяснением этого последнего? Как определять эквивалентность и различие по смыслу Т-предложений — на основании других Т-предложений, или обращаясь к некоторым Ф-предложениям? Можно указать мотивы, по которым все доказанные Т-предложения теории допустимо считать Т-эквивалентными и имеющими один и тот же смысл. Действительно, задача доказательства любой теоремы в некотором смысле сводится к доказательству непротиворечивости и полноты системы аксиом и правил вывода. Если система аксиом и правил вывода хороша, то можно считать имплицитно заданными все теоремы; поскольку задача задания каждой теоремы сводится к одной и той же задаче доказательства непротиворечивости и полноты системы, то все теоремы можно считать эквивалентными по смыслу.

Чтобы ответить на поставленные вопросы, необходимо уточнить понятия «теоретический смысл» и «эмпирический смысл».

Т-смысл и Ф-смысл

Цель изложенных выше соображений заключалась в том, чтобы продемонстрировать возможность операционального определения смысла предложений теорий, включая утверждения о фактах. Предложение (Т-предложение или Ф-предложение) оценивается в зависимости от того, как оно влияет на вероятность каждой из гипотез (Т-гипотез или Ф-гипотез). Два предложения тождественны по смыслу, если и только если они в точности одинаково изменяют вероятность каждой из альтернативных гипотез. Некоторым предельным случаем является случай полного доказательства, когда предложение снижает до нуля вероятность всех гипотез, кроме одной, и тем самым повышает до единицы вероятность одной-единственной гипотезы. В случае, если доказательством является при этом Т-предложение, а гипотеза

является Φ -предложением, схема описывает предсказание факта на основе теории. В случае, если доказательство является Φ -предложением, а гипотеза — T -предложением, схема описывает *experimentum crucis* — решающий эксперимент. Если только имеется надежная связь между языком теории и языком наблюдения (возможность сопоставлять первые и вторые, т. е. теория измерения), то решающий эксперимент возможен. Это подтверждается практикой развития естествознания.

Действительность, конечно, весьма приближенно совпадает с этой схемой, так как не все альтернативные гипотезы возникают одновременно, и с ходом развития науки требуется уточнить эксперимент.

Чтобы проиллюстрировать это положение, приведем пример с опытом Этвеша, из который уже были ссылки. Два тела равной массы уравниваются на коромысле, подвешенном к тонкой нити за середину. Идея опыта основывается на том, что силы притяжения к Земле, Солнцу и Луне пропорциональны гравитационной массе, центробежные силы — инертной массе; если соотношение инертной и гравитационной масс для тел одинаково, то результирующая сила, действующая на каждое тело, имеет одинаковое направление, и при любом повороте коромысла относительно земной оси и относительно Солнца сохранится равновесие. Если же отношения масс различны, то коромысло будет вращаться вокруг оси, совпадающей с нитью, при условии, если оно будет установлено перпендикулярно к направлению центробежных сил.

Опыт Этвеша показал, что коромысло не вращалось, следовательно, гравитационная и инертная массы эквивалентны. Но развитие физики выдвинуло новую возможность: гравитационная масса может зависеть от числа барионов в теле или от полной энергии тела. Чтобы получить вывод о том, что гравитационная масса зависит именно от полной энергии тела, как и инертная масса, необходимо было увеличить точность опыта Этвеша. Это и сделал Дикке в 1961 г. (опыт повторен в 1964 г.) с точностью до 10^{-10} , что исключает возможности несовпадения масс. Общая теория относительности получает таким образом хорошее экспериментальное подтверждение (Зельдович, Новиков, 1967).

Являются ли все упомянутые эксперименты одним и тем же экспериментом или это разные эмпирические данные?

Как факты, объективно происходившие события, фиксированные экспериментаторами, это, несомненно, разные факты. Но разными фактами будут и всевозможные случаи подтверждения, скажем, закона Архимеда, что не давало бы экспериментаторам вывода выскакнуть из ванны и кричать «эврика», это право имел только подлинный открыватель закона. С некоторой точки зрения, скажем, с точки зрения общего замысла эксперимента, Дикке с сотрудниками повторил опыт Этвеша; можно даже говорить, что вся ядерная физика вот уже более чем столетия повторяет опыт Резерфорда. Если говорить о смысле эксперимента, об информации, которую он несет (и которую несут именно наблюдаемые объективные факты, а также соответствующие Ф-предложения), то можно утверждать, что смысл этот различен постольку, поскольку эксперименты имели различные последствия для теории. С этой точки зрения опыт Этвеша оставлял возможности для другой гипотезы, опыты Дикке (1961) и Ролла, Кроткова и Дикке (1964) — один и тот же решающий эксперимент. Смысл этих экспериментов может быть выражен словами: «гравитационная масса равна инертии».

Как и в случае Ф-доказательства Ф-гипотез, так и в случае Ф-доказательства Т-гипотез логично считать, что гипотеза является возможным или действительным (если она доказана) объяснением фактов, которые ее доказывают, раскрывает их смысл. Но теория просто не нужна, если на основе решения теоретических задач не могут быть предсказаны некоторые события. Каждая теория должна допускать такие выводы, когда на основе Т-предложений отбираются некоторые Ф-гипотезы. Поэтому с равным правом можно утверждать, что Т-предложение, поскольку оно является доказательством некоторого Ф-предложения, имеет своим объясненным доказанное им Ф-предложение. Теоретические предложения имеют, таким образом, эмпирический смысл. Получается круг в определении: смысл экспериментов объясняется через соответствующую теорию, смысл теорий объясняется соответствующими экспериментами и наблюдениями!

На деле круга в определении нет, если учесть, что такое сведение одной задачи к другой задаче. Если решение задачи *A* сводится к решению задачи *B*, то это не значит, что тем самым задача *A* решена, как только решена задача *B*. Задача *A* может быть решена, если решена задача *B*. Ана-

логичным образом строительство моста еще не есть переправа через реку — через реку *можно* очень даже просто переправиться, если построен мост.

Если решение теоретического вопроса сводится к постановке некоторого эксперимента, то это не означает, что данное матерьяльное событие — эксперимент или наблюдение — определено теоретической задачей единственным образом. Это означает лишь, что в самой формулировке теоретической задачи при наличии хорошей теории измерения дано неявно определены класса *всех* фактов, событий, которые могут иметь один и тот же теоретический смысл, т. е. одинаковым образом повлиять на вероятность данной гипотезы. Только в этом и заключается единственность «решающего эксперимента».

Если решение некоторого практического вопроса сводится к доказательству некоторого теоретического положения или решению некоторой теоретической задачи, то это не означает, что данная практическая задача является единственной задачей, решаемой с помощью сведения ее к данной теоретической задаче. Эмпирический смысл теоретического положения может быть определен как класс всех задач, которые *могут* быть решены с помощью данной теории. Иных средств определить класс практических задач не имеется. Поэтому ссылка на все возможные практические задачи является разъяснением эмпирического смысла теории, но разъяснением существенно неполным. Полное разъяснение означает апелляцию к теории.

В свое время венские позитивисты немало полемицировали с биологом Г. Дришем, создавшим концепцию «энтелехин» — «жизненной силы», якобы управляющей всеми процессами в жизни организма. Критика Дриша была вполне правильной: предполагаемая им «энтелехия» тем отличалась от законов природы, что допущение о ее существовании никоим образом не влияло на теоретические возможности биологии и на практические выводы, которые можно было бы ожидать. Постулирование таких «сил», как магнетизм и т. д., качественно, как показывал Карнап, отличалось от «энтелехини» тем, что они использовались для формулировки законов, а последние предсказывали факты. Этот критерий разумен и вполне оправдывает себя.

Однако некоторую тревогу вызывает уже призыв отказаться от «удвоения» мира, как наследства мифологического образа мышления, согласно которому за каждое событие

должно что-то или кто-то отвечать. Закон не указывает на сущности, имеющие место в природе *наряду* с явлениями, фактами, вещами, а объясняет эти последние. Страх перед «удвоением мира» может оказаться и оказался для позитивистов дорогой к махизму. В результате получается плоский субъективизм, самый банальный и многократно высмеянный в истории познания, вроде «точки зрения фактов» Л. Бриллюэна: «Все, что мы можем доказать, это существование известных корреляций: если мы располагаем результатами некоторого эксперимента, то можно предсказать (с известной точностью) возможный результат последующего эксперимента. Это, однако, не требует существования какого-либо объективного внешнего мира: оно является неким дополнительным предположением, которое может оказаться удобной моделью для большинства экспериментов в масштабах макромра, однако эта модель определенно неверна для атомных и субатомных масштабов» (Бриллюэн, 1964, с. 328). Таково следствие отказа от «удвоения мира» и от понимания законов как от объяснения сущности того, что в мире происходит.

Точка зрения современной науки и научного понимания законов вообще хорошо выражена одним из выдающихся физиков нашего времени Е. Вигнером: «Вводимое мной допущение состоит в том, что восприятие явлений в физике обычно зависит от уровня нашего знания законов природы. Например, не располагая определенными знаниями, мы не могли бы интерпретировать то, что непосредственно наблюдаем в пузырьковой камере. Следовательно, отделение наших восприятий от законов природы — не более чем упрощение. Хотя мы и убеждены в том, что оно носит безвредный характер, тем не менее забывать о нем не следует» (Вигнер, 1971, с. 37). Это как раз и предполагается схемой взаимосвязи опыта и теории, изложенной выше.

В книге Карнапа «Философские основания физики» вызывает возражение выдвинутое им положение о том, что роль объяснения может играть только закон. Приведенный им пример не убедителен. Конечно, без знания каких-то хотя бы элементарных закономерностей, без логического мышления даже первобытный охотник не мог бы по следам животных восстановить картину, которая происходила перед его приходом на это место. Плохой следователь не увидит, что в его распоряжении имеются все улики против преступника, позволяющие ему восстановить всю картину проис-

шедших событий. Но объяснением следов и улик вполне правомерно считать ту Ф-гипотезу, которая оказывается единственно возможным описанием событий.

Само по себе это замечание может показаться мелким и безобидным. Однако оно может повлечь и серьезные следствия.

Дело заключается в том, что по определению мы говорим об Ф-предложениях как предложениях, фиксирующих результаты наблюдения и эксперимента, в отличие от Т-предложений, фиксирующих результаты оперирования абстракциями. Предполагается, что единичные события и свойства отдельных вещей (предметов) выражаются именно в Ф-предложениях. Это, однако, неточно не только потому, что Ф-предложение эквивалентно по смыслу всем «протоколам наблюдения», имеющих один и тот же теоретический «вес» в смысле, разъясненном выше. Неверно это еще и потому, что у нас может не быть иных средств нарисовать картину происходящих событий, кроме использования теоретических терминов.

В случае, если мы производим наблюдения над звездами, мы либо непосредственно «оперируем» этими материальными астрономическими объектами, т. е. смотрим на них, либо — чаще всего — «заставляем смотреть» приборы (телескопы, фотопластинки, приборы, воспринимающие радиоизлучения и т. д.) и затем оперируем тем, что «увидели» приборы. Строго говоря, объектами наблюдения здесь являются показания приборов, а не сами звезды, но поскольку мы можем на звезды и посмотреть невооруженным взглядом, это различие представляется несущественным.

Если экспериментатор желает установить механизм митоза-деления клетки на молекулярном уровне, он уже не может то глянуть на клетку, то посмотреть на прибор. Исходя из проверенных *теоретических* представлений о ДНК как двойной спирали выдвигается три гипотезы: либо в процессе деления клетки исходная спираль остается неизменной и строит новую двухцепочечную молекулу; либо цепи двойной спирали расходятся, не разрываясь, и каждая из одиночных цепей служит матрицей для образования комплементарной цепи; либо цепи ДНК разрываются, и дочерние молекулы включают в свой состав фрагменты исходных молекул. Планируются эксперименты, которые — пока лишь с большой долей вероятности — подтверждают вторую, «полуконсервативную» схему.

Наконец, примером «описания событий», объясняющих ядерные силы, может быть теория обменного характера ядерных взаимодействий.

Во всех случаях объяснение наблюдаемых в эксперименте событий дается в виде характеристики некоторых других событий, происходящих на макро- или микроуровне. Наглядные картины происходящего тем более приближены, чем дальше от доступных нашему глазу и воображению находится происходящее. В конце концов оказывается, что на некотором уровне полностью доверяться можно лишь теоретическим соображениям, используя наглядные образы лишь как вспомогательное эвристическое средство. Однако наука предполагает, что доказываемые ею процессы имеют место *на самом деле*. Как возможно рисовать картину единичных событий, не опираясь на наглядные образы, — это другой вопрос. Факт в том, что это наука делает. Альтернативой этому представлению являлся бы заезженный субъективно-идеалистический «комплекс ощущений», который пора уже не принимать всерьез.

Теория объясняет нам, что там, в этом невидимом мире, происходит. Это возможно и путем указания общих законов, и путем описания объективных событий на языке теории. Вопрос лишь в том, насколько это точно и надежно.

Можно было бы закончить изложение таким утверждением: предложения теории и фактические предложения *имеют* теоретический смысл и *могут иметь* эмпирический смысл. Остается, однако, неясным, что следует понимать под теоретическим смыслом Т-предложений.

Рассуждая по аналогии, можно было бы сказать, что теоретическим смыслом, или объяснением, Т-предложения является Т-гипотеза, которую оно позволяет выбрать. Более общим образом, теоретический смысл Т-предложения эквивалентен множеству Т-предложений, которые с его помощью могут быть доказаны. Мы приходим как будто к какому-то варианту формулы «смысл предложения — это правила его употребления», «понять — значит запомнить и научиться употреблять».

Чтобы показать разницу между чисто формалистическим «понять — значит запомнить и научиться употреблять», и тем, что достойно называться теоретической идеей, и в частности математической идеей, приведем довольно громоздкий пример.

Речь идет о сведении задач динамики к задачам статики. Идея Д'Аламбера была с формальной стороны предельно проста. Закон

$$mA = F$$

переписываем в форме

$$F - mA = 0,$$

обозначаем

$$-mA = I$$

и в результате получаем

$$F + I = 0.$$

Вот и все! Но теперь оказывается, что сила F обращается в нуль под действием инерции, и добавление последней к силе F приводит к равновесию. Таким образом, имея критерий равновесия системы, мы можем распространить его на систему, находящуюся в движении, и задачу о движении можно заменить задачей о равновесии, применив вариационные принципы. За формальными преобразованиями — а приведенные формулы формально эквивалентны — стоит некая математическая идея, позволяющая сводить один класс задач к другому классу задач.

Но это не только математическая идея: это и физическая идея, так как она отождествляет в некотором смысле движение с покоем. В центре внимания оказывается не движение тела, а силы, и поэтому равновесие системы можно рассматривать независимо от состояния ее движения. Принцип виртуальных перемещений не использует реальных перемещений, и для него все равно, движется система или покоится.

Принцип Д'Аламбера предполагает, что сила инерции — такая же (дополнительная) сила, как и все остальные. Как ее определить? Введем «абсолютную» систему отсчета; пусть ускорения измеряются в системе отсчета, движущейся по отношению к абсолютной. Тогда к силе инерции в ней надо добавить дополнительные члены, быть может, рассматриваемые как приложенные силы, порождаемые внешним полем сил. Оказывается, что сила инерции, которую нужно добавить к приложенным силам F , состоит из двух частей: относительной силы инерции и члена, порождаемого движением системы относительно абсолютной системы отсчета. Последний называют «фиктивной силой», так как ее нет в абсолютной системе отсчета — она возникает в движущейся.

Но сила эта вполне реальна. В лифте возникает ощущение уменьшения веса, так как при падении возникает фиктивная сила, компенсирующая силу гравитации; при толчке вес восстанавливается. Но если мы не знаем, что система движется равноускоренно, то мы не сумеем отличить из чисто механических соображений, поконимся мы или нет! Физический процесс определяется суммой F и J , и теоретически не существует способа разделить эти силы! Следовательно, фиктивную силу можно также считать приложенной силой, и противоречия с опытом не будет. Теоретически эти силы неразличимы или суть одна и та же сила — это значит, что нельзя построить опыт, в котором эти силы были бы разделены.

Иными словами, пусть

$$I = J + I'.$$

Эффективная сила в движущейся системе —

$$F^e = F + J + I'.$$

Можно записать

$$F^e = (F + J) + I',$$

можно

$$F^e = \dot{F} + (J + I').$$

Куда отнести I — это физически неразличимо.

Получается, что если мы находимся в закрытой лаборатории и если бы вдруг поле тяжести исчезло, но лаборатория начала двигаться вверх с постоянным ускорением G («опыт в ящике» Эйнштейна), то невозможно теоретически построить эксперименты, которые позволили бы выбрать между гипотезами:

(1) система отсчета движется вверх с постоянным ускорением G , а поля гравитации не существует,

(2) система отсчета находится в покое, но имеется поле гравитации, действующее вниз на каждую массу m с силой mG .

Сила гравитации, таким образом, есть фиктивная сила; поскольку она порождена силой инерции — mA , она пропорциональна инертной массе m . Это и есть эйнштейновское объяснение опыта Этвеша.

Таким образом

1) различные (по смыслу) теоретические идеи позволяют свести имеющиеся теоретические задачи к различным теоретическим же задачам, что облегчает процесс их решения;

2) различные (по смыслу) теоретические построения вводят иные принципы отождествления эмпирически наблюдаемых ситуаций, рассматривая как «одно и то же» такие ситуации, которые с другой теоретической точки зрения не являются «одним и тем же».

Иными словами, различные теоретические установки вводят различные принципы относительности или различные симметрии. Это позволяет по-разному классифицировать наблюдаемые факты, и эмпирический критерий наблюдаемости остается в силе и для теоретического смысла. То, что формалисту кажется не более чем иной формулировкой математического закона, получает смысл нового объяснения фактов.

«Принцип экономии» и «неопределенность наблюдения»

«Понятия элементарной математики, и в частности элементарной геометрии, были, бесспорно, сформулированы для описания объектов, заимствованных непосредственно из реального мира,— пишет Е. Вигнер.— Аналогичное утверждение относительно более сложных математических понятий, играющих важную роль в физике, по-видимому, неверно. Например, правила действий над парами чисел были, очевидно, специально придуманы так, чтобы мы могли получать результаты, совпадающие с результатами действий над дробями ... Не вводя других понятий, кроме содержащихся в аксиомах, математик смог бы сформулировать лишь весьма ограниченное число интересных теорем, и новые понятия он вводит именно так, чтобы над ними можно было производить хитроумные логические операции, которые imponируют нашему чувству прекрасного сами по себе и по получаемым с их помощью результатам, обладающим большой простотой и общностью» (Вигнер, 1971, с. 184—185).

Трудно не согласиться с этим глубоким замечанием. Математические идеи — продукт творческого воображения ученого, но это свободное воображение не бескорыстно: математик хочет построить формализм изящный и простой, чтобы он был удобен для решения задач, которые заранее имеются в виду, прежде чем возникают целые замки с архитектурой тем более прекрасной, чем более она проста. Источник этого стремления — отнюдь не желание «помень-

ше мыслить». Пресловутый «принцип экономии мышления» ничего не объясняет в ходе познания. Математик здесь очень похож на экспериментатора, который также прилагает максимум усилий для того, чтобы попроще и поубедительнее побеседовать с природой. Но не желание сэкономить средства руководит хорошим экспериментатором, а стремление поставить природе вопрос так, чтобы она не могла отвернуться. Чем величественнее задача, которую имеет в виду как математик, так и экспериментатор, тем проще должны быть средства для ее решения, тем более общими должны быть результаты. Ибо в конце концов практика отбирает те продукты творческой работы разума, которые оказались более общими и лучше пригодными для решения задач познания.

Эффект экономии действительно достигается в результате сведения практических задач к теоретическим, а более сложных теоретических задач к более простым и общим. Но экономия эта не является «экономией мышления». Суть дела проста. Рассуждая над тем или иным способом решения задачи, и инженер, и теоретик несомненно затрачивает какое-то количество энергии. Однако эти затраты энергии не идут ни в какое сравнение с тем эффектом экономии энергии, который получается в результате умственной работы. При этом никакие законы сохранения не нарушаются, материальная деятельность человека происходит в полном соответствии с порядками природы, никто вечного двигателя не изобретает — и тем не менее энтропия среды понижается.

Удивительная эффективность абстрактных теоретических понятий в принципе не более удивительна, чем тот эффект экономии, который, например, дал человечеству в эпоху неолита переход от приготовления громоздких каменных орудий к изготовлению маленьких микролитов, вставляемых в различные формы и могущих служить различным целям. Задача изготовления каменных орудий тем самым была сведена к более общей и простой задаче благодаря не очень большим затратам энергии, происшедшим, когда человек мыслил. Этот анализ возможностей, скрывающихся в природе, называется обработкой информации. Пока дело ограничивается обработкой информации в голове, никакая энтропия среды не понижается; порядок, вносимый в природу в мыслях, лишь создает возможности порядка, вносимого в природу реально, в процессе практики. Конечно,

разум не безграничен в том смысле, что он всегда сам создает себе пределы познаваемого. Но безграничная мощь разума проявляется в том, что он же сам эти пределы и разрушает, создавая все более новые и общие теоретические концепции. Мы уверены в том, что теории далекого или не столь уж далекого будущего в чем-то перечеркнут нынешние наши представления. Но уверены мы и в том, что сегодняшние истины останутся истинами и завтра — лишь будет изменен предел их применимости, будет уточнен смысл сегодняшних утверждений. В каком отношении смысл будущих утверждений совпадать с сегодняшними знаниями не будет — об этом судить завтрашней науке.

Упрощенное представление об информации как величине, противоположной «мере неупорядоченности» — энтропии приводит к упрощенным представлениям о процессе познания как физическом взаимодействии с природой, как обмену энергией. На этом основывается, в частности, попытка принципиально ограничить сферу познаваемого ошибками и неопределенностями измерений, всегда сопутствующими проникновению в глубинные уровни материи. Так, сформулированный американским физиком Бриллюэном «принцип неэнтропии информации» гласит, что увеличение энтропии в измерительном устройстве при измерении всегда больше или равно приросту информации в результате измерения. Бесконечно большая точность измерения означала бы затрату бесконечно большой энергии, ибо принесла бы бесконечно большую информацию.

С этими чисто энергетическими представлениями об информации нельзя согласиться хотя бы по той причине, что Бриллюэн не пользуется понятием «семантическая информация». Определение же количества семантической информации может быть дано таким образом, что даже довольно грубые измерения могут дать очень большой теоретический эффект, что и было показано выше. В принципе любая теория требует конечной, хоть нередко и очень высокой точности измерений.

Неверно и понимание соотношения неопределенностей в квантовой механике как указания на предел измерительных возможностей, дальше которых человек никогда не проникнет в микромир. Квантовая механика допускает предположение о точечном характере частиц, но при этом накладывает ограничения на такие предположения, которые формулируются в соотношении неопределенностей. Кванто-

вая механика не запрещает вводить понятия о процессах, измерение которых невозможно в силу принципа неопределенности: именно такими процессами являются виртуальные взаимодействия, предположение о существовании которых экспериментально подтверждено с расчетной точностью, следующей именно из соотношения неопределенностей. Неточность измерений, таким образом, может быть теоретическим аргументом за или против некоторой гипотезы.

Нельзя указать наперед, какое именно измерение нужно будет для получения надежных теоретических следствий — таков тот вывод, который следует из изложенного выше. В конечном итоге точность измерения, нужная для получения теоретических выводов, определяется теоретическими расчетами. Как правильно утверждает тот же Бриллюэн, представленные о сколь угодно точном измерении свидетельствует не об утонченности, а о грубости экспериментальной техники, вернее, о достаточно грубых потребностях теории в точности измерений.

Таким образом, ни приближенность наших понятий, ни грубость экспериментальной техники, ни возмущения, вносимые приборами в объективные процессы, не представляют собой непреодолимых препятствий для человеческого разума. Но работа разума, переработка информации есть лишь сфера *возможного*. Реальный процесс затраты энергии, изменения среды, понижения энтропии есть реализация результатов переработки информации.

2. СИММЕТРИЯ: АБСОЛЮТНОЕ И ОТНОСИТЕЛЬНОЕ

Парадокс измерения

Философская сущность проблем, порождаемых современными физическими представлениями об абсолютном и относительном, станет, возможно, яснее, когда в них будет усмотрена парадоксальная ситуация, ниже условно именуемая «парадоксом измерения». О парадоксе здесь можно говорить лишь условно, так как строгий вывод противоречия приводиться не будет; однако возможна весьма прозрачная аналогия с известными парадоксами.

Вопрос, который может повлечь неприятные последствия, сформулируем таким образом: какова длина единицы длины? Если в ответ мы, скажем, определим длину метра в футах и дюймах, то ответ может быть признанным неудовлетворительным, ибо тот же вопрос можно поставить к футам и дюймам и т. д. — либо до бесконечности, либо до порочного круга, т. е. до выражения длины футов в метрах. Можно пойти иным путем: ответить, что никакого «метра» не существует, а есть некоторый стержень, используемый в качестве всемирного эталона, а «длина», или участок пространства как нечто отличное от реальных предметов, есть абстракция от той функции, которую выполняет реальный стержень, линейка, рулетка и т. д. в процессе измерения. Аналогично число «три» есть абстракция от трех яблок, трех овец и т. д., стоимость — абстракция от реальных денег, добро — абстракция от реальных поступков и т. д.

Но ссылка на индивидуальные предметы, из которых состоит множество, в том числе на конкретные яблоки, спички, овцы и т. п., не объясняет сущности числа. Сущность числа «три» не в том, что оно состоит из единиц, а в том, что оно состоит из *трех* единиц. Золото служит средством обмена потому, что оно тоже имеет стоимость. Вопрос в другом: может ли сама стоимость иметь стоимость? Может ли само добро быть добрым или злым? Может ли длина быть длинной? Эти вопросы по структуре аналогичны вопросу о том, образуют ли *все* множества новое множество — множество всех множеств? Известно, каким коварным оказался этот последний вопрос. Поэтому ссылка на эталон измерения сама по себе не избавляет от протнворечий: мы вначале пользуемся эталоном как абстрактным средством установления тождества некоторых предметов и явлений в некотором отношении, а затем — сам эталон рассматриваем как один из этих предметов или явлений, совершая неявно порочный круг.

Можно удовлетвориться тавтологией: один метр есть один метр. В таком случае это лишь один из примеров логической истины «А есть А». Но в таком случае предпосылка практической, измерительной деятельности носит логический и в некотором смысле априорный характер. По крайней мере это ничего не объясняет.

Апории Зейона также можно рассматривать с точки зрения «априори» и «апостериори» в измерениях. Понятие «одна и та же вещь» логически необходимо для всяких рассужде-

ний. Если мы говорим, что нельзя дважды войти в одну и ту же реку, т. е. что «одна и та же река» есть лишь различные состояния чего-то иного, то при этом все же предполагается, что себетождественные частицы воды протекали мимо данного места у реки, оставаясь «одними и теми же». Если я сейчас не тот, что десять лет назад, если на протяжении человеческой жизни клетки тела испытывали пятьдесят-шестьдесят делений, то каждая клетка от рождения до смерти все же оставалась «одним и тем же». Себетождественность предмета исчезает лишь в бесконечности. Как же определяется «один и тот же» предмет? Пространство и время можно понимать именно как средства такого определения: одна и та же вещь может быть в разное время в разных местах пространства, но в данное время она не может не быть в данном месте. Точность локализации «здесь» и «теперь» может быть различной, но предположение о том, что «здесь» и «теперь» находятся не одна и та же, а разные вещи, влечет противоречие. Апории Зенона возникают, когда эти соображения используют понятия непрерывности: вещь должна по определению быть локализованной в «здесь» и «теперь», и движение распадается на дискретный ряд бесконечно близких точек.

Правда, апории Зенона разрешимы с помощью теории множеств (Грюнбаум, 1969), а, может быть, и более простыми логическими средствами (Яновская, 1963). Но философская значимость их не становится от этого меньше, да и сама теория множеств влечет известные, далеко не преодоленные трудности.

Может показаться, что вопрос подобного рода в отношении эталонов измерения не возникает. Однако достаточно сослаться на то, что пресловутое изменение длины стержня в специальной теории относительности есть не что иное, как изменение *эталона измерений*. Вообще, когда речь идет о «кривизне пространства» и тому подобных вещах, обсуждаются *свойства пространства*, а не свойства тел и их траекторий в пространстве, т. е. свойства эталонов измерений. Непонимание этого обстоятельства лежит в основе вульгаризаторских истолкований релятивистской теории.

В связи с этим полезно вспомнить о различии взглядов Канта и Лейбница на проблемы, имеющие много общего с обсуждаемыми в современном естествознании.

Как известно, Лейбниц принял живое участие в обсуждении такой абстрактной возможности: что, если бы в один

прекрасный миг весь мир увеличился в размерах таким образом, что изменились бы соответственно и все эталоны измерения? Ответ Лейбница иногда интерпретируется неправильно. Поскольку такого изменения никакими мысленными средствами по определению невозможно обнаружить, предположение как будто бы должно быть отброшено как «принципиально ненаблюдаемое». На самом деле ответ Лейбница был существенно иным. Лейбниц полагал, что такое утверждение имеет *тот же смысл*, что утверждение «все расстояния в мире остались прежними». То обстоятельство, что такой ответ не устраивал интуицию и противоречил концепции абсолютного пространства, не беспокоило Лейбница, ибо он искал определения свойств мира не для наблюдателя-человека, а для Абсолюта. Изменение размеров мира вместе с размерами эталонов тождественно неизменности Абсолютного мира, что означает, что с точки зрения Абсолюта мир не велик и не мал — эти понятия имеют смысл лишь применительно к человеку, а не к бесконечности.

Эта точка зрения находится в прямой связи с пониманием Лейбницем равенства и конгруэнтности, с его уверенностью в том, что даже изменение метрики при сохранении у объекта свойств, называемых ныне топологическими, т. е. свойств, обнаруживающихся в бесконечно малой окрестности каждого тела, оставляет объект «одним и тем же» для Абсолюта, как остается одним и тем же погнутый обруч, хотя метрика в нем изменилась. Эти свойства — истинные свойства мира.

Возражения Канта против безбрежного расширения круга «подлинных тождеств» Лейбницем основаны на той предпосылке, что существуют равенства-подобия и равенства-тождества. Об этом подробно говорилось выше (см. гл. I). Кант-естествоиспытатель стремился найти подлинную основу тождеств и различий в чувственно воспринимаемых *вещах* внешнего мира, которые всегда позволяют ясно ответить на вопрос: является ли вещь одной и той же или же имеются две в некотором отношении подобные вещи (например, правая и левая рука). В каком-то смысле в этой полемике продолжается старый спор о «первичных» и «вторичных» качествах, начало которому положила еще древняя атомистика. Как представитель классического естествознания, Кант склонен был подлинную реальность приписать «первичным» качествам, т. е. проявляющимся в механических движениях пространственно-временным свойствам объектов — в отличие от таких «вторичных» качеств,

как вкус, цвет и т. п., рассматриваемых как результаты взаимодействия субъекта с «первичными» качествами. Но последовательное проведение концепции «первичных качеств» может привести к чисто лейбницевской концепции, когда истинные свойства мира определяются некоторыми абстрактными математическими, и в частности геометрическими соображениями. В частности, поэтому Кант избрал «средний путь» априоризма, приведший к немощной абстракции «вещи в себе».

В сущности, эти же вопросы поднимаются и сегодняшним естествознанием и математикой, только в ином естественнонаучном и общепhilософском контексте. Априорность при этом понимается уже как чистая конвенциональность, и речь идет о возможностях проверки «истинной» метрики и топологии пространства и времени, нередко трактуемой как результат соглашения.

Прежде чем обращаться к материалу естествознания, представляется возможным дать общую философскую характеристику решения вопроса, исходя из идей материалистической диалектики. Основной идеей, которая позволит понять существо проблемы и объяснить ее с материалистических позиций, является идея В. И. Ленина о многоступенчатости процесса познания, о переходе от сущности первого порядка к сущности второго порядка и т. д. При этом основная тенденция познания выражена В. И. Лениным следующим образом: «Мы не можем представить, выразить, смерить, изобразить движения, не прервав непрерывного, не упростив, углубив, не разделив, не омертвив живого. Изображенное движения мыслью есть всегда огрубление, омертвление, — и не только мыслью, но и ощущением, и не только движения, но и *всякого* понятия. И в этом *суть* диалектики. *Эту-то суть* и выражает формула: единство, тождество противоположностей» (Ленин, т. 29, с. 233).

Частным случаем возникновения и разрешения противоречий в познании при переходе от познания сущности одного порядка к познанию сущности более глубокой и являются парадоксы измерения.

Является ли чувственно воспринимаемый нами внешний мир, тот его участок, который становится объектом непосредственной практической деятельности и эмпирической ступени познания, надежной основой для теоретического познания? Да, является; более того, никакого иного критерия познания, кроме практики, в конечном итоге

человечество не знает. В связи с этим можно сделать некоторые замечания о проблеме «первичных» и «вторичных» качеств, интерес к которой оживился в последнее время.

Конечно, ощущение солености не «похоже» на соль, ощущение красноты — не «похоже» на красный предмет, если бы их сравнивать как две «вещи». Но дело в том, что сравнивать ощущения и объекты как «вещи» бессмысленно. Ощущения говорят о том, что предмет соленый или красный, и говорят правду либо обманывают, что в принципе можно установить: предмет может быть красный, т. е. в таком случае это свойство объективно ему присуще, или ощущение говорит правду. В «Фейнмановских лекциях по физике» перед изложением философских проблем квантовой механики ставится вопрос: был ли шум в лесу, если его никто не слышал? Поскольку шумом называется нечто, вне нас происходящее, можно с уверенностью сказать: в лесу был шум, так как видны поваленные деревья, следы бури и т. д. Другое дело, что с позиций более глубокого знания эта характеристика оказывается очень поверхностной (для ланцетника, однако, мир характеризуется еще проще, как «светло» и «темно», и это выражение вполне объективных свойств действительности («на языке» ланцетника). Но с позиций многоступенчатости процесса познания любое качество внешнего мира оказывается «вторичным» по сравнению с более глубоким качеством.

Речь идет, таким образом, не о том, что одни характеристики мира вообще «субъективны» («шум», «вторичные качества»), другие «объективны» (механические, пространственно-временные свойства, инварианты преобразований и т. п.). Различие субъективного и объективного относительно, как и различие абсолютного и относительного. Относительно также различие между предпосылками познания и его результатами. Но в пределах данной ступени познания оно абсолютно.

Речь не идет о том, как именно вырабатывается в практике эталон измерения. Не произведя абстракции, не огрубляя действительный ход познания, нельзя выделить в нем эталона и результата его применения. И все же на каждом данном этапе эталон наличествует как следствие и сторона огрубления действительности, как предположение о том, что существует нечто неизменное и себестождественное, с чем сравнивается все остальное, что можно отнести к данному классу объектов.

На каждой данной ступени бессмысленно спрашивать, как измеряется сам эталон. Эталон не измеряется — эталоном измеряют. Наличие эталона на каждом конкретном этапе является предпосылкой опыта, и в этом (и только в этом смысле) эталон доопытен (лучше говорить «доопытен», чем «априорен», так как термин «априорный» связан со многими ложными ассоциациями).

Логична ли логика? Этот вопрос так же бессмыслен, как и вопрос о том, имеет ли длина длину. Правда, мы оцениваем с точки зрения «логичности» различные логические теории, но это — иное дело: здесь оценивается соответствие теории своему объекту, реальному рассуждению в его существенных чертах, т. е. чертах, свойственных всякому рассуждению независимо от его содержания. Бессмыслен вопрос о том, логичны ли сами эти существенные черты: можно считать утвердительный ответ тавтологией или определением логичности.

Логична ли математика? Этот вопрос более сложен потому, что не вполне ясно, можно ли говорить о первичности логики по отношению к математике. Опять-таки речь идет не о логической теории, которую вполне можно построить как часть математики и даже, возможно, как частный случай каких-то теорий математических преобразований, например, рассматривая логические операции в терминах теории групп. Речь идет о том, что самые формальные рассуждения могли появиться в истории человеческого познания одновременно со способностью к элементарным математическим операциям, являясь какой-то стороной общего развития интеллекта. По крайней мере в индивидуальном развитии ребенка способность к формальному мышлению нарастает параллельно со способностью к математическим операциям. И все же представляется, что по крайней мере в абстракции можно говорить о том, что логика предшествует математике и математика в подлинном смысле этого слова имеет логику своей предпосылкой. Логика является эталоном для математики, а не наоборот. Математика обязана не приходиться в противоречие с логикой, в то время как логика не обязана приспособливаться к математике; если имеется расхождение между логикой и математикой, то тем хуже для математики, а не для логики. В этом смысле логика является доопытным условием математики, а не наоборот. Вопрос же о том, «математична» ли математика, бессмыслен так же, как вопрос о том, логична ли логика и имеет ли длина длину.

В этом же смысле *логика и математика* являются *допытными условиями физики*. Логико-математические операции определяют эталоны измерения для физики и являются предпосылкой для реальной эмпирической работы.

Но это верно опять-таки лишь в абстракции от реального хода познания. Исторически новые физические задачи стимулируют поиски прежде всего уже готового математического аппарата, совокупности математических идей, нередко развивавшихся в совершенно иных областях знания, иногда под влиянием чисто абстрактно-теоретических потребностей. Со временем, однако, возникает необходимость перестройки самих математических идей, в том числе создания новых эталонов отождествления и различения «одного и того же». Наступает драматический момент в истории познания, когда оказывается необходимым «измерять» сами эталоны измерения какой-то новой, более общей меркой. И диктует необходимость такого пересмотра практика, обнаруживающая неудовлетворительность старых представлений.

Роль таких новых эталонов и выполняют принципы симметрии или принципы относительности, которые лучше было бы назвать принципами абсолютности. Они указывают ту точку зрения, с которой являются тождественными вещи и процессы, ранее рассматривавшиеся как различные. Обязательным условием успеха теории остается измеримость теоретических предсказаний в нашем обыденном мире, на языке презренных «вторичных качеств». Но прав оказывается не Кант, а Лейбниц. Непосредственно воспринимаемый в чувственном опыте мир не является окончательным источником тождеств и различий — наоборот, он служит лишь средством распознать подлинные тождества и различия все более глубокого порядка. Чувственно воспринимаемое различие длины, времени и т. д. уже не служит эталоном, а определяется эталонами абстрактного порядка, заданными теорией. Эти последние после перестройки научного знания становятся подлинными эталонами измерения чувственно данных эталонов, пригодных теперь лишь для работы на уровне «языка наблюдения». Абстрактные «эталон» *становятся* для дальнейшего развития допытными предпосылками знания.

Таковы общие представления, которые будут проиллюстрированы некоторыми примерами из современного естествознания ниже.

*Метрика пространства и времени;
априори, конвенция или апостериори?*

Исходя из сказанного выше, вопрос поставлен неточно. Его надо было бы уточнить следующим образом: в каком отношении метрика пространства-времени является доопытной, в каком — конвенционально избранной и в каком — апостериорной, т. е. эмпирически обусловленной?

Начнем с истории формирования основных идей, чтобы сравнить роль математических и физических факторов в становлении современных представлений. В начале 30-х г. прошлого века, т. е. когда и Гаусс в Геттингенской обсерватории, и Лобачевский в Казани сделали свои открытия, одновременно родились теория групп и впервые были применены математические идеи симметрии к физической теории кристаллов Е. С. Федоровым. Тем самым понимание симметрии как свойства наблюдаемых предметов было связано с идеей математических преобразований, сохраняющих некоторые свойства неизменными. Но лишь гораздо позже, после работ Г. Вейля, понятие симметрии стало явно связываться с очень широким кругом физико-математических представлений. Вот как популярно объясняется определение симметрии в «Фейнмановских лекциях»: «Суть его состоит в том, что объект считается симметричным, если с ним можно сделать нечто такое, после чего он будет выглядеть точно так же, как и прежде. Например, симметричная ваза, которая, отразившись в зеркале, или будучи повернута вокруг своей оси, выглядит точно так же, как и до поворота или отражения. Вопрос, который мы хотим разобрать здесь, — это, что можно сделать с физическим явлением или ситуацией, возникшей в эксперименте, чтобы получился тот же самый результат» (Фейнман и др., 1965, с. 238).

Прежде чем физические вопросы могли получить такую простую постановку, потребовалось развитие чисто математических идей в области алгебры и геометрии. В области алгебры начало развитию положила теория групп Галуа еще тогда, когда задача алгебры усматривалась в анализе уравнений; теория групп была началом того, что сейчас называется проблемой алгебраических структур (Бурбаки, 1963, с. 70 и сл.).

К задачам теории групп оказалось возможным свести вначале ряд абстрактных алгебраических задач. После

исследований английского алгебраиста Кэли были созданы предпосылки для перевода на теоретико-групповой язык проблематики геометрии, что и привело к формулировке в 1872 г. знаменитой «Эрлангенской программы» Ф. Клейна. Сущность этой программы здесь следует изложить подробнее.

Еще в XVII в. Декарт и Ферма показали, что всю геометрию можно построить на базе понятия числа, сопоставив каждой точке ее координаты; таким образом задачи геометрии можно свести к задачам некоторой алгебры. К понятию числа можно свести также и важное для механики понятие вектора, сведя решение механических задач к задачам векторной алгебры.

Понятие группы является обобщением целого ряда объектов и операций математики. Группой называется множество любых элементов, на котором определен некоторый закон композиции этих элементов, заключающийся в следующем:

1) Каждой паре элементов множества этот закон сопоставляет некоторый элемент данного множества, именуемый «групповым произведением» данных двух элементов.

2) «Групповое произведение» подчинено закону ассоциативности, т. е. для любых трех элементов f, g, h данного множества справедливо

$$(fg)h = f(gh),$$

где (fg) — «произведение» f, g , (gh) — «произведение» g на h , $(fg)h$ и $f(gh)$ соответственно — произведения этих произведений. Знак равенства указывает, что в результате обеих композиций будет один и тот же элемент данного множества. Закон композиции *ассоциативен*.

3) Элементом данного множества есть также такой элемент e , что

$$eg = ge = g.$$

Этот элемент называется единицей группы.

4) Для каждого элемента g данного множества имеется такой элемент g^{-1} , что

$$(gg^{-1}) = (g^{-1}g) = e.$$

Этот элемент называется обратным (данному элементу g).

Таким образом, чтобы любое множество с заданным на нем законом композиции было группой, необходимо и достаточно, чтобы этот закон был ассоциативным, существовал единственный (нейтральный) элемент относительно закона ком-

позиции и для каждого элемента существовал обратный. Если группа такова, что закон композиций еще и коммутативен, т. е. для всех f и g

$$(fg) = (gf),$$

то группа называется коммутативной или абелевой.

Этим условиям удовлетворяют разнообразные математические объекты и операции, так что исследование свойств такого абстрактного объекта, каким является группа, оказывается очень полезным для различных областей математики. Так, совокупность всех рациональных чисел, исключая нуль, при условии, что под групповым произведением понимается обычное произведение, образует группу, притом абелеву. Совокупность всех возможных вращений системы прямоугольных координат на плоскости при условии, что под «групповым произведением» понимается результат двух последовательно проведенных вращений, а единичным элементом является «вращение» на угол 0 или целое кратное 2π , также образует группу, притом абелеву. Совокупность всех возможных вращений системы координат трехмерного пространства также образует группу, но не абелеву, так как учет различия между положительным и отрицательным направлением вращения не позволяет считать одним и тем же результат двух последовательных вращений в общем случае.

С понятием группы тесно связано понятие инварианта (относительно некоторых преобразований). Величины, с помощью которых задаются геометрические образы, могут быть связаны с выбором системы отсчета (координаты каждой точки). Это означает (в применении к простейшему геометрическому образу, выраженному на языке чисел), что один и тот же объект будет характеризоваться разными величинами в зависимости от выбора системы отсчета координат, что неудобно с теоретической точки зрения, так как выбор системы отсчета, вообще говоря, произволен. Произвольность выбора не означает здесь, что вообще не существует разницы, движемся ли мы относительно характеризуемого предмета, или он движется относительно нас; это может оказаться обстоятельством, совершенно от нас не зависящим, но оно несущественно именно с точки зрения объективной характеристики предмета. Более интересны с этой точки зрения те величины, которые не меняются при изменении систем отсчета, например расстояние между фиксированными

точками предмета, не зависящее ни от нашего движения относительно предмета, ни от движения предмета относительно нас.

Обобщение геометрии, достигнутое Риманом, основывается на идее построения геометрии, исходя из одной единственной инвариантной величины — расстояния между двумя соседними точками пространства, выраженного через координаты и их дифференциалы. Из евклидовой геометрии «линейный элемент» — дифференциальную величину $\overline{ds'}$ — можно вывести, зная координаты точек x, g, z и соответственно

$$x + dx, y + dy, z + dz:$$
$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2.$$

Риман принял, что эта величина задана как определение линейного элемента и вывел отсюда всю евклидову геометрию, дополнительно предположив, что переменные изменяются от $+\infty$ до $-\infty$. Затем был сделан следующий шаг — подобрано такое выражение, из которого оказалось возможным вывести любую геометрию и которое в предельном случае давало определение линейного элемента для евклидовой геометрии. Математически это потребовало обобщения понятия «вектор» (опять-таки в его алгебраическом представлении) и оперирования более общим понятием «тензор», частным случаем которого является вектор.

Идея Клейна заключалась в том, что содержание геометрии составляют именно те свойства фигур, которые сохраняются при всевозможных движениях. «Именно в силу такого подхода к геометрии можно объяснить, почему угол между какой-либо стороной нарисованного на классной доске треугольника и другой его стороной представляет интерес для геометра, в то время как угол той же стороны с краем доски отношения к геометрии не имеет: ведь первый угол сохраняется при любом движении треугольника, тогда как второй угол при таком движении меняется — и значит, он характеризует лишь расположение треугольника на доске, но отнюдь не его геометрические свойства». Отсюда естественно возникла классификация геометрий по группам преобразований, которые в них осуществляются, и по инвариантам относительно этих преобразований. Клейн получил семь геометрий, а фактически можно получить по его методу девять геометрий.

Покажем, как можно ввести различные геометрии на

прямой, проиллюстрировав при этом связь теоретического понятия «группа» с практикой «обычных» измерений. Измерение длины некоторой прямой является в конечном итоге источником, из которого эти абстрактные представления и возникли. Возможность измерения длины какого-либо тела означает, что у нас имеется единица (этalon) измерения, которую мы можем прикладывать к любой точке измеряемого тела; при этом одно направление измерения будем считать положительным («складывание длин»), другое — отрицательным («вычитание длин»). Очевидно, что можно сначала отложить длину a , потом — длину b , а можно совершить это в обратной последовательности — результат не изменится. Имеется «нулевое добавление» длины, или добавление (вычитание) «никакой» длины, ничего в результате не изменяющее; можно считать его единицей относительно операции добавления (складывания) длин. Наконец, для каждой точки, отложенной в одном направлении от начала измерения, найдется центрально-симметричная точка, т. е. точка, отложенная в обратном направлении, так что сложение обеих длин дает в результате «никакое» добавление длины — единицу относительно добавления длин. Очень грубо это описывает в групповых представлениях обычную процедуру измерений длин.

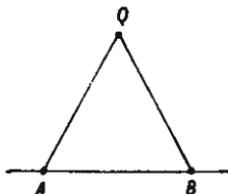


Рис. 8

Итак, пусть имеется некоторая прямая O , на которой фиксирована единица длины и расстояние между двумя точками A и B определяется простой формулой: на AB откладывается единица длины. Какие преобразования прямой, т. е. какие движения прямой сохраняют неизменным расстояние между A и B ? Очевидно, что это:

- 1) параллельные переносы в направлении прямой O ;
 - 2) центральные симметрии относительно точек прямой O .
- Это и есть «евклидовы движения» прямой.

На этой же прямой можно воссоздать и Риманову геометрию. Для этого нужно ввести иным способом метрику или правила измерения расстояний. Для этого вне прямой O надо фиксировать некоторую точку Q и считать, что расстояние определяется углом $\angle AQB$.

Понятие «одно и то же расстояние» здесь существенно меняется. Преобразования, сохраняющие инвариантным расстояние, теперь будут определяться как

1) преобразования, порождаемые поворотами проходящих через точку Q прямых на фиксированный угол α ;

2) преобразования, порождаемые осевыми симметриями в пучке прямых с центром Q относительно проходящей через Q фиксированной прямой l .

Более сложным способом определяется на прямой гиперболическая геометрия Лобачевского; за разъяснениями читателя можно отправить к прекрасной книге И. М. Яглома (1969). Отметим, что таким образом изменяется единица и процедура измерения, т. е. на одно и то же множество точек рассматриваемой прямой накладывается *разная метрика*. Дальнейший шаг состоит во введении трех геометрий в пучке прямых, или во введении трех систем измерения (трех мероопределений) углов в пучке с данным центром. В результате комбинации различных типов мероопределения длин и мероопределения углов получаем девять геометрий Кэли-Клейна на плоскости:

(1—3) Риманов тип мероопределения углов — Риманов тип мероопределения длин: эллиптическая геометрия Римана.

(4—6) Риманов тип мероопределения углов — Евклидов тип мероопределения длин: геометрия Евклида.

(7—9) Риманов тип мероопределения углов — мероопределение длин по Лобачевскому: гиперболическая геометрия Лобачевского.

Евклидов тип мероопределения углов соответственно дает: в комбинации с Римановым типом мероопределения длин — антиевклидову геометрию, с Евклидовым типом мероопределения длин — геометрию Галилея, с типом мероопределения длин по Лобачевскому — антипсевдоевклидову геометрию.

Наконец, тип мероопределения углов по Лобачевскому дает в комбинации с типом мероопределения длин по Риману — антигиперболическую геометрию, по Евклиду — геометрию Минковского, или псевдоевклидову геометрию, по Лобачевскому — дважды гиперболическую геометрию.

Такое употребление термина «геометрия» требует обобщения понятия «пространство» так, как, скажем, о «геометрии Галилея» не говорил ни сам Галилей, ни поколения физиков после него. Под пространством понимается просто *множество* (произвольных) *элементов, на котором задана метрика*. «Пространство», о котором идет речь в «геометрии Галилея» отличается от собственно геометрических «про-

странств» тем, прежде всего, что в нем в качестве существенного элемента характеристики своего объекта выступает время. Геометрическому понятию «точка» в «геометрии Галилея» соответствует понятие «событие», прямой — равномерное движение, расстоянию между точками — временной интервал между событиями и т. д. (Яглом, 1969, с. 59). Важнейшим шагом в обобщении понятия пространства в направлении, имевшем существенное значение для физики, было введение Гиббсом понятия «фазовое пространство». Координаты «точки» понимаются как параметры, определяющие состояние некоторой системы или ее элементов. Это могут быть координаты и скорости точек рассматриваемой системы или, что удобнее с точки зрения статистической физики, координаты и импульсы (фазовое пространство).

«Принцип относительности» Эйнштейна первоначально был сформулирован без привлечения понятий геометрии; лишь после того, как учитель Эйнштейна, выдающийся математик Минковский предложил рассматривать временную координату по аналогии с пространственными, оказалось возможным свести задачи специальной теории относительности к задачам псевдоевклидовой геометрии. Точнее, пространство событий можно так взаимно однозначно отобразить на четырехмерное псевдоевклидово пространство индекса 1, что координаты событий t, x, y, z , вычисленные с точки зрения любой инерциальной системы S , будут играть роль ортонормированных координат в псевдоевклидовом пространстве (причем t нужно еще умножить на c). Говорят, что пространство событий *отображено* на псевдоевклидово пространство и *восприняло его геометрию* (Рашевский, 1967). Аналогичные замечания можно сделать о связи пространства событий в общей теории относительности с геометрией Римана — метрика в пространстве событий общей теории относительности является псевдоримановой.

Как отмечает Вигнер, с математической точки зрения группы симметрии релятивистских теорий выглядели экзотическими, «однако они не привели физиков ни к скольконибудь значительному вкладу в теорию групп, ни к постановке новых интересных математических проблем» (Вигнер, 1971, с. 214). Ситуация резко изменилась с появлением квантовой механики, но это выходит за пределы рассматриваемых здесь вопросов.

Такова вкратце если не история вопроса по существу, то по крайней мере те теоретические рубежи в самом общем

приближении, которые пришлось преодолеть, чтобы оказалась возможной адекватная теоретическая характеристика свойств пространства-времени, данная релятивистской физикой. Разумеется, в стороне оставлена важнейшая с физической точки зрения сторона дела — история экспериментальных работ, приведших к постановке самой проблемы метрики реального пространства и времени. Такая краткая справка целесообразна, поскольку при обсуждении философских проблем пространства и времени нередко абстрагируются от самого главного — от тех математических представлений, без которых адекватная теоретическая формулировка релятивистских теорий невозможна.

Итак, в каком смысле можно говорить о конвенциональности, доопытности, эмпирической проверке представлений о метрике пространства-времени?

Исторически дело выглядит таким образом, что развитие математического аппарата предшествовало созданию релятивистской теории; более того, можно найти некоторые аналогии идей Эйнштейна в таких событиях в науке прошлого века, как мемуар Римана. Уже в идеях классификации геометрии Кэли и Клейна можно усматривать возможность построения геометрии Минковского. Она оказывается одним ровно из девяти возможных вариантов геометрии, вытекающих из самых абстрактно-математических соображений. Но геометрия Минковского — это физика, как и геометрия Галилея!

Было бы, однако, странно, если бы вновь возникшая физическая теория пользовалась совсем иными теоретическими средствами для решения своих проблем, чем те, которые ей предлагались, когда она появилась на свет. Она может забраковать некоторые инструменты, потребовать более или менее существенной переделки других, наконец, сама примерно прикинуть, что бы ей было нужно. Но в любом случае имеющееся математическое хозяйство является предпосылкой успешного теоретического исследования. От мастерства математика, изобретающего различные абстрактные объекты с задней мыслью о том, что они будут не только красивы и элегантны, но и полезны для большого круга задач, зависит, насколько доволен будет потребитель. Обобщая прошлый теоретический и практический опыт, математика неизбежно сводит решение некоторых теоретических задач к решению более общего класса теоретических задач, примером чему служит теория групп. Нет ничего удивитель-

ного в том, что эти более общие теоретические результаты оказываются пригодными и для решения таких задач, которые практикой еще не поставлены. Возможности, таящиеся в каждой математической теории, раскрываются лишь в ходе истории познания.

В этом смысле математические и, шире, общетеоретические понятия и доопытны, и являются результатом свободного творчества ученого, от воображения и мастерства которого зависит нередко появление целого научного направления. Это подтверждается также и рядом печальных фактов забытых открытий — фактов, проистекающих не столько от глупости людской, сколько от того, что не было в науке еще «вопроса», «ответом» на которое могло бы стать данное открытие.

Это последнее обстоятельство подтверждает и другую мысль: отбор рожденных свободным творческим воображением гипотез и открытий диктуется суровой необходимостью, прокладывающей, как и везде, в истории науки себе дорогу сквозь массу случайностей. Никто бы не знал о геометрии Минковского больше, чем о геометрии антипсевдоевклидовой, если бы не оказалось, что именно она является тем, что нужно для специальной теории относительности. Что так оказалось — это дело факта, а не дело теории.

Тезис о том, что математические схемы, определяющие ту или иную метрику пространства, отбираются в конце концов на основании эмпирических данных, отстаивал Карнап в своих работах по методологии физики, особенно последнего времени, наиболее часто отступавший от позитивистской философии в сторону стихийного материализма. С критикой взглядов Карнапа выступил известный американский философ — специалист в области философии физики А. Грюнбаум и притом с материалистических позиций. Но в результате, исходя из «точки зрения философского натурализма», по выражению самого автора, Грюнбаум пришел к гораздо более конвенционалистским выводам, чем Карнап!

Общая позиция Грюнбаума такова: «...человек представляет собой часть природы, и те свойства его сознания, которые обязаны быть *изоморфными или же подобными* свойствам, приписываемым неодоушевленному физическому миру, должны объясняться с помощью законов и атрибутов, которыми обладает мир, не зависящий от человеческого сознания» (Грюнбаум, 1969, с. 242—243).

Эта попытка найти изоморфизм или хотя бы подобие между идеями и вещами, между информацией и сигналом и т. д., свойственная естественнонаучному материализму, и оказывается роковой для Грюнбаума. Ибо поскольку пространство не «зернисто», а непрерывно, то всякий интервал накладывается на него конвенционально, и всякая метрика конвенциональна. Более того, невозможно проверить соответствие или несоответствие природе вещей данной геометрической концепции — ведь в природе нет равенств, есть лишь вещи! «Именно сами тела или отрезки, а не их отношения пространственного равенства или неравенства существуют независимо от совпадения с ними перемещаемого стандарта конгруэнтности» (Грюнбаум, 1969, с. 63).

Откуда же известно, что пространство не «зернисто», а непрерывно? Ведь это тоже не принадлежит к фактам внешнего мира! Мы допускаем непрерывность пространства в такой же мере законно, как и прерывность; лишь в конкретной связи и отношении можно говорить, прерывно или непрерывно пространство. Ничего, кроме теории, и теории высокой степени абстракции, не навязывает идеи прерывности пространства. Почему же этот математический образ принимается, если вообще идея метрики пространства не только конвенциональна, но и непроверяема?

Мир таков, каким его описывает истинная теория — вот все, что можно сказать о прерывности или непрерывности пространства и времени. А поскольку познание бесконечно, и бесконечно углубление человека от сущности одного порядка к сущности более высокого порядка, то окончательный вывод может быть сделан лишь в бесконечности.

Соображения Карнапа уязвимы не с этой точки зрения. Прежде всего весьма приближенно и в сущности неверно при его абсолютизации представление о том, что различные варианты геометрии и метрики пространства-времени — это что-то подобное «постулатам значения», с помощью которых мы расширяем исходный логический язык. Если это так, то истины геометрии, в том числе и метрика пространства-времени не более чем «*F*-истины» в понимании Карнапа, т. е. истины чисто лингвистического статуса, и отбор их на основании эмпирических данных имеет мало общего с подтверждением *F*-истин — он лишь определяет наиболее удобный язык. В работе «Философские основания физики» эта точка зрения выражена менее явно, чем в предыдущих работах Карнапа, но она следует из его общих установок.

Между тем, ни фактически, ни теоретически построение всевозможных геометрий не является расширением исходного логического языка. Роль логики сводится здесь к роли (доопытного) контролера — доопытного в том смысле, что, не давая рецептов конкретного исследования, он регулирует всякий опыт, не разрешая нарушений логических норм. Математические теории, предшествующие физическому опыту, также выступают в роли регулятора и контролера, запрещая нарушение принятых математических норм, — и в этом их «доопытный» характер (разумеется, применяя термин «доопытный» лишь к *данному* опыту и абстрагируясь от того, что математика и логика обобщают огромный предшествующий опыт). Как и одной логики не хватает для того, чтобы получить существенно новые результаты, так и одной математики мало для того, чтобы дать картину внешнего мира. Нужны факты, и факты диктуют возможность выбора метрики пространства и всего необходимого математического аппарата.

Самый сложный вопрос — это вопрос о том, что же именно подтверждается, когда подтверждается теория; к этому сводится собственно и полемика Грюнбаума с Карнапом, и другие философские споры.

Пытаясь построить наглядные модели неевклидовых геометрий, мы прибегаем к образу сферы, конуса и т. д. — примеры знает каждый, кто интересовался евклидовыми интерпретациями неевклидовых геометрий. Это порождает неточность и неверные представления о том, что же говорит в действительности принятие той или иной геометрии. «Искривление» пространства под действием сил тяготения представляется по аналогии с изгибанием железного листа под давлением и т. п. Подобные аналогии имеют педагогическую ценность — более того, творческое воображение ученого также находит в них некоторую опору. Следует, однако, подчеркнуть, что они не отображают существа дела. Карнап прав, когда говорит о том, что лишь в некоторых случаях такие модели могут соответствовать действительности. Но эта уступка материалистическому здравому смыслу естественного наблюдателя не обнаруживает понимания того, что является самым основным с точки зрения объективного содержания релятивистских теорий.

Основным же является иное: то, что мы считали равным, *на самом деле* оказывается неравным. Те эталоны измерения, которые давали нам пространственно-временную характе-

ристику в терминах «геометрии Галилея», оказывается, необходимо еще переизмерить средствами, предлагаемыми — в случае специальной теории относительности — геометрией Минковского. Наглядная модель является попыткой — если она удалась — «посмотреть» на неевклидово пространство «глазами» евклидова. Но суть дела заключается в том, что мы с принятием новой теории начинаем «смотреть» на евклидово пространство глазами неевклидова!

Принятие тезиса о том, что метрика пространства в общей теории относительности есть метрика «искривленная», не означает, что прямые в огромных масштабах Вселенной «искривляются» под действием сил тяготения. Как и в случае с тождеством расширения и неизменности мира совместно с его эталонами измерения, «искривление» метрики пространства означает, что по независимым от людей причинам «прямое» и «кривое» — понятия неразличимые при очень больших масштабах, и различие между ними теряет смысл так же, как понятия «большой» и «малый» применительно ко Вселенной.

Конечно, можно представить себе, что мы измеряем расстояния на прямой каким-то странным способом, не накладывая линейки на предметы, а измеряя углы (причем не так, как измеряются угловые расстояния — но детали мы сейчас опустим). То, что оказалось бы состоящим из равных отрезков, с этой новой точки зрения, было бы составлено из неравных кусков с евклидовой точки зрения. Отрезок прямой можно измерять так, что он окажется бесконечной длины. Увы, мы вынуждены вводить подобным образом представления о «кривизне» пространства, так как надо же представить, о чем идет речь. Но когда мы не представляем, а ответственно теоретически рассуждаем, необходимо смотреть уже на привычные мерки новыми глазами. Надо не измерять длину трека частицы, сравнивать ее с более коротким треком и говорить, что частица дольше прожила — надо на свои мерки посмотреть глазами теории и сказать вопреки сопротивляющемуся «здравому смыслу», что изменился не пространственно-временной интервал, а течение времени у частицы, которая летела быстрее. То, что по происхождению выступало как результат конвенционального акта выбора метрики для некоторого пространства, по результатам применения измерений оказывается новой глущайшей объективной закономерностью.

Объективность в противоположность субъективности в

обычном словоупотреблении значит умение посмотреть на вещи как бы со стороны, не впуская в дело личных интересов и точек зрения. В данном случае это понимание также вполне подходит. Теория дает возможность как бы посмотреть со стороны на саму процедуру измерения и на ее результаты. Происходит великое чудо, подобное чудесному самоизвлечению бароном Мюнхаузенем себя за волосы из болота. Но это только кажущееся чудо; оно необъяснимо лишь тогда, когда не принимается во внимание весь процесс познания и практики как целое, рассматривается лишь отдельный его кусок, где всегда можно выделить «доопытное» и «послеопытное» и нельзя понять, используя афоризм Вигнера, каким чудом мы, пытаясь подобрать математический ключ к замочной скважине природы, вдруг попадаем как раз на то, что нужно, в нашей огромной связке.

Эта точка зрения несколько отличается от «инвариантной концепции реальности», в свое время отстаиваемой М. Борном. По Борну, в действительности реально существуют референты, или объекты, соответствующие не всем элементам теории, а только инвариантам относительно преобразований, рассматриваемых теорией. Критики этой концепции отмечали, что действительности соответствуют не только инвариантные, но и варианты свойства теоретических объектов. Это возражение можно отвести, так как варианты свойства (например, координаты системы, зависящие от выбора системы отсчета) не характеризуют именно свойства, которые являются предметом исследования теории. Но представляется неточным с общепhilософской точки зрения сама попытка Борна соотносить объекты теории с «вещами» реального мира так же, как одни элементы множества сопоставляются с другими элементами. Продолжая сравнение Яглома, можно сказать, что объектом геометрии не есть не только угол между стороной треугольника и краем доски, но и угол, нарисованный специально для целей исследования; объектом геометрии есть то, что общее всем углам, равным данному, а это общее есть инвариант некоторой группы преобразований. Ситуация такова же, как и в случае числа: сущность его — в том, что делает тремя и трех людей, и трех китов, и три последовательных поворота в пространстве и т. д. Иллюзия простоты возникает вследствие простоты интерпретации на наглядных образах, но не вследствие простоты понимания.

Наконец, замечание о «нашем» «евклидовом» пространстве.

Это выражение приобрело прочность предрассудка, а между тем евклидово пространство — такая же математическая абстракция, как и любое иное математическое пространство. С точки зрения практической евклидова геометрия представляет собой, как и любая математическая теория, совокупность способов теоретических решений задач, к которым по определенным правилам могут быть сведены практические задачи измерения. Как теория, отражающая мир, геометрия предлагает набор инвариантов — способов отождествления предметов и явлений внешнего мира, равенство или подобие которых отнюдь не лежит на поверхности. Чтобы свершилось такое чудо, что предмет оказался равен четырем локтям или полуторам метрам, нужен такой же сложный путь общественно-исторического развития, как и для того, чтобы предмет был равен двум сестерциям, двум драхмам и т. д. Но если предмет вам не нравится, вы можете его не купить, однако со стоимостью его вы вынуждены считаться как с объективным фактом. То, что предметы имеют длину, является фактом, в такой же мере не зависящим от метрики и ее выбора. То обстоятельство, что последовательное сложение длин, а затем в том же порядке их вычитание, приводит к исходному результату, выражается в групповых композициях, входящих в определение метрики. Но если бы наш мир был устроен так, что известный крокодил от головы до хвоста имел иную длину, чем от хвоста до головы, то вся эта метрика ничего бы не стоила. Конечно, есть разница между открытием Колумбом Америки и открытием метрики пространства. Но хотя метрика не является изумленному взору исследователя природы в виде интервала, подобно неизведанной земле, ее построение в ходе исторического развития человека все же является открытием новых свойств мира.

Симметрия физических законов и бесконечность мира

В какой степени рассуждения о доопытном и послеопытном в содержании и форме метрики пространства-времени применимы к физическим законам, к законам сохранения?

Непосредственно видно, что наличие инвариантов в структуре пространства-времени само по себе лишь создает предпосылки для формулировки физических законов. Закон выполняется всегда при всех одинаковых условиях. Опре-

делив, какие системы можно считать одними и теми же, мы лишь указываем класс «одних и тех же» обстоятельств; теперь еще надо указать законы, которые будут выполняться в «одних и тех же обстоятельствах». Так, можно различать геометрические и динамические инвариантности (Вигнер, 1971, с. 23 и сл.). Так, группа Пуанкаре содержит сдвиги в пространстве и времени, что значит, что законы природы не зависят от того, в каком месте и в какое время мы их измеряем. Группа Пуанкаре постулирует эквивалентность всех направлений в пространстве, что значит, что «вверх» и «вниз» — различия, в общем случае не имеющие смысла для формулировки законов. Законы природы формулируются одинаковым образом во всех инерциальных системах — в покоящейся относительно наблюдателя системе они выглядят так же, как и в движущейся равномерно и прямолинейно, ибо оба состояния с точки зрения геометрии Галилея есть одно и то же состояние. Поэтому говорят о законах как некоторых симметриях, а о симметрии законов относительно различных с теоретической точки зрения систем.

Однако формулировка законов сохранения в современном виде уж очень напоминает определение неразличимых состояний, т. е. симметрий в смысле геометрической инвариантности.

История новой формулировки законов сохранения в общих чертах такова. Законы механики находят выражение в виде систем дифференциальных уравнений, к решению которых и сводится решение практических задач. В 70-х гг. прошлого века норвежский математик Софус Ли установил связь между интегралами дифференциальных уравнений и инвариантами так называемых непрерывных групп. Это создало возможность интерпретации механики в понятиях непрерывных групп и их инвариантов, что и сделала окончательно Э. Нетер. Получается, что закон сохранения энергии по смыслу эквивалентен утверждению о том, что время однородно, закон сохранения импульса — утверждению о том, что пространство однородно и т. д.

Но не являются ли подобные утверждения просто определенным метрикой? Действительно, законы сохранения энергии, импульса и углового момента являются прямыми следствиями симметрий, определяющих геометрические инварианты. В квантовой механике в ее современной математической форме эти законы непосредственно следуют из кинематики

и распространяются на классическую механику при предположении, что постоянная Планка равна нулю.

Физика исходит из того, что законы сохранения не нарушаются. В истории последних десятилетий было немало случаев, когда физики стояли перед выбором — либо отказаться от закона сохранения, либо предположить существование неизвестных еще физических явлений; и всегда интуиция физиков подсказывала последний выход, и в подавляющем большинстве случаев она была права. Но, правда, бывали и случаи, когда от некоторых законов сохранения приходилось отказываться (закон сохранения четности, распад K_0 -мезонов).

Наглядно одну такую конфликтную ситуацию описывают Э. Тейлор и Дж. Уилер (1971, с. 139 и сл.). В классической механике импульс определяется как произведение массы на скорость. Однако измерения соударений частиц высоких энергий показывают, что импульс в этом смысле не сохраняется. Следовательно, нужно отказаться либо от старого определения импульса, либо от закона сохранения импульса. Но что значит отказ от закона сохранения импульса? Это значит допустить, что изменение скорости происходит без воздействия соседней частицы или обусловленной ею силы, «просто так». Поэтому импульс, а следовательно, и энергия определяются специально так, чтобы они сохранялись, что и приводит к релятивистскому выражению для импульса частицы, релятивистскому выражению для ее энергии и закону эквивалентности энергии и массы покоя.

Немецкий физик Х. Гамель в книге об аксиоматике механики в 1927 г. писал, что «в основе механики лежат всеобщие аксиомы познания природы»: «*A* — время и пространство однородны; *B* — пространство изотропно...; *C* — все явления должны иметь свою познаваемую причину, которой они однозначно определены; *D* — не существует никакой исключительной скорости и никакой исключительной массы, которые имели бы значения для построения классической механики» (См. Полак, с. 872). Нетрудно увидеть здесь некоторую аналогию с формально-логическими законами: законом тождества (*A* — условие физической тождественности ситуаций); исключенного третьего (изотропность пространства не позволяет говорить «это направление или другое направление», неизотропность времени позволяет говорить «раньше или позже» («в прошлом или в будущем»);

законом достаточного основания; четвертый «закон» может быть объединен с первым как определенне условий тождественности объектов и величин. Конечно, аксиомам, тем более «всеобщим аксиомами познания», эти положения назвать нельзя, но речь может идти о некоторых общих идеях, столь же обязательных для исследователя природы, как и логика.

Тейлор и Уилер в связи с тем что введение «хорошего» понятия «импульс» и «энергия» напоминает определения, делают следующее замечание: «Рассматривая первые столкновения, мы найдем (или определим) с помощью закона сохранения неизвестные импульсы отдельных объектов. Но при последующих столкновениях положение изменится. Ведь мы уже не будем знать значения импульса участвующих в этих столкновениях тел! И теперь закон сохранения импульса будет выполняться уже не по определению, а в силу глубинных законов природы» (1971, с. 140).

Это соображение является самым существенным аргументом против априористского и конвенционалистского понимания законов природы, в частности законов сохранения в физике. Действительно, конвенция выполняется только задним числом, и каждый новый эксперимент по идее должен был бы требовать изменения конвенций. Между тем, природа действует с необъяснимой последовательностью, соблюдая конвенции, к заключению которых она не имела никакого отношения. Если мы определяем понятия, зная наперед, что нам нужно, то откуда природа знает, что нам нужно?

И все же тот факт, что в некоторых случаях от законов сохранения как будто бы приходится отказываться, вызывает беспокойство. Конечно, сохранение четности — как будто бы не такое уж важное сохранение, и совесть философа может остаться спокойной, если этот закон нарушен. Но нет гарантии, что на каком-то уровне не рухнут другие, более важные для общего понимания природы законы сохранения; раз они имеют эмпирическое происхождение, то где гарантия, что они будут справедливы в каждой точке пространства и времени?

Так появляется вновь аргумент К. Поппера: утверждение вида «для всех точек пространства и времени справедливо, что ...», т. е. утверждения с квантором всеобщности возможно фальсифицировать, но невозможно верифицировать, поэтому всеобщие законы всегда имеют вероятностный характер.

Но если допустить, что это относится и к определениям метрики пространства, и времени, то это означало бы примерно следующее: мы принимаем метрику вообще, удовлетворяющую групповым аксиомам, но возможно, что имеются такие точки пространства и времени, метрика которых не является метрикой, т. е. не удовлетворяет групповым аксиомам. Это утверждение, однако, бессмысленно. Дело в том, что понятие, «все точки пространства и времени» определяется через понятие метрики, а не наоборот!

Нарушение некоторых законов сохранения в микромире пока не влечет драматических последствий потому, что с точки зрения логической структуры физической теории это пока Т-утверждения, имеющие Ф-доказательство. Иными словами, не существует единой теории поля, из которой все виды взаимодействий вытекают бы в качестве Т-следствий из теоретических же положений. Поэтому, если нарушение таких законов сохранения, как сохранение импульса, противоречило бы теории в целом, нарушение четности противоречило бы теории не в целом, нарушение четности противоречило бы теории не в целом, нарушение четности противоречило бы теории не в целом. Но, может быть, в этом «пока» вся сермяжная правда? Быть может, динамические законы сохранения или характеристики типов взаимодействий не должны быть сведены к единым теоретическим законам?

В пользу такого допущения говорит то соображение, что Универсальный Физический Закон, из которого следовало бы все многообразие физических закономерностей, невозможен, так как всегда должен быть закон и, как его противоположность, начальные условия, в которых закон реализуется. С другой же стороны, не существует принципиальной разницы между Т-доказуемыми Т-предложениями и Ф-доказуемыми Т-предложениями, так как язык любой теории может быть перестроен таким образом, чтобы Ф-доказуемые Т-предложения были превращены в Т-доказуемые Т-предложения, истинные в силу «языковых соображений».

По-видимому, к этому имеет отношение и полемика вокруг попыток свести все динамические законы к геометрии пространства-времени, связанных прежде всего с именем Дж. Уилера. Существуют конкретные физические аргументы против «геометродинамики» Уилера, которые здесь не место обсуждать. Но можно указать на один веский аргумент в пользу попыток Уилера, а именно, — относительность разделения на геометрические и динамические инварианты. То, что недавно было «чистой физикой», оказывается возможным представить и как «геометрию Галли-

лея», и как «геометрию Мииковского». Представляется, что Уилер вполне прав, когда усматривает существо специальной теории относительности в том, что она ввела как равноправную с пространственными координату времени. Возражения по поводу различия поведения временных и пространственных параметров слишком напоминают аргументы Канта против Лейбница; суть дела в том, что с некоторой точки зрения эти параметры можно считать одинаковыми, что, собственно, и дает новый эталон для измерения «наших» эталонов измерения пространства и времени.

Однако, если Уилер отражает в своей программе реальные тенденции развития познания, то можно все же утверждать, что программа построения универсальной Метрики Пространства-Времени, из которой автоматически возникли бы все законы, является недостижимым идеалом. Это было бы такое состояние знания, когда мы удовлетворялись бы теорией и не нуждались бы в фактах, т. е. когда мы знали бы *все*. Уже один факт нетождественности мышления и бытия отмечает такую возможность. Начальные условия — Ф-доказуемые Т-положения об условиях, в которых реализуются законы,— всегда будут дополнительным понятием к закону, следовательно, в каком-то смысле сохранится различие между геометрическими и динамическими инвариантами.

Так все-таки, допустимо ли считать законы сохранения допытными предпосылками физического знания в том примере смысле, как это было сказано о метрике пространства-времени?

Утвердительный ответ на этот вопрос можно было бы сформулировать в такой примерно форме. Если бы существовало определение того, что такое «природа», то в это определение должны были бы войти предложения, выражающие идеи сохранения. Невозможность нарушения законов сохранения означает, что мы оказываемся в случае такого нарушения перед лицом «не-природы», т. е. физической бессмыслицы. В этом смысле нарушение законов сохранения невозможно ни в одной «точке пространства и времени» без допущения о существовании чего-то сверхъестественного вроде «демона Максвелла».

Последний пример хорошо может пояснить суть сказанного. Как известно, Максвелл придумал парадокс, угрожавший законам сохранения в их термодинамической формулировке. Если бы существовал способ сортировки частиц

по некоторым их внутренним свойствам, то в замкнутом объеме, в котором действовало бы устройство или «демон», умеющие распознавать такие частицы и сортировать их налево и направо от некоей перегородки, энтропия вдруг начала бы вопреки законам понижаться. В 1929 г. Сциллард показал, что за такую операцию пришлось бы платить в полном соответствии с законом сохранения.

«Дух», находящийся *вне природы*, должен получать информацию извне, в соответствии с законами сохранения. Это подтверждает тот тезис, что нарушение законов сохранения эквивалентно появлению «демонов», получающих информацию обо всем «бесплатно». Но такой «демон» неразличим от природы, можно было бы сказать, что лишь природа «знает все». Однако, это бессмысленно, ибо знание есть отношение чего-то к иному.

Это существо законов сохранения было очень хорошо понято в пору открытия «закона сохранения и превращения энергии» в середине прошлого века; Ф. Энгельс вполне справедливо расценил это открытие как эпохальное событие, нанесшее смертельный удар идеализму. Связь законов сохранения с наиболее общими идеями об отношении духа и материи потому и замечательна, что законы сохранения входят — или входили бы, если бы такие построения имели место — в определенно независимого от человека и человечества, от личного и мирового духа материального мира. Эквивалентность массы и энергии несколько не противоречит такому пониманию законов сохранения, так как и то, и другое есть лишь различные характеристики свойств объективного мира. Само по себе отождествление динамических свойств универсума с геометрией пространства-времени также не имеет отношения к идеализму, так как речь идет об объективной реальности, свойства которой выражаются в метрике пространства-времени.

Поэтому можно утверждать, что нарушение законов сохранения невозможно — это физическая бессмыслица, такая же, как конечность Вселенной. Если происходит нарушение законов сохранения, то либо неизвестны какие-то физические обстоятельства, либо надо пересмотреть понятный аппарат, как это имело место с появлением импульса в релятивистской теории.

Аналогия с бесконечностью мира может пояснить суть дела. Предположение о бесконечности мира следует отличать от логической проблемы доказательства акси-

ом бесконечности: в случае, если бы существование бесконечного множества в некоторой теоретико-множественной аксиоматике было доказано, это означало бы только возможность мыслить бесконечное. Но принятие метрики пространства-времени — не только евклидовой, но и любой метрики, удовлетворяющей групповым аксиомам, — предполагает как следствие бесконечную возможность групповых произведений, т. е. в данном случае повторения «откладывания единицы длины» сколь угодно много раз. Это — теоретическое следствие от принятия любой процедуры измерения; физически оно означает, что предположение о наличии последнего измерения влечет вывод о существовании чего-то неизмеримого, т. е. по определению не имеющего физического смысла. Такой вывод устраивал бы идеалистическое, мистическое миропонимание, но он явно выводил бы за пределы науки о природе и по определению не может быть сделан наукой о природе. «Евклидово» представление о бесконечности как прямой, продолжающейся сколь угодно долго, органически связано с материалистическим миропониманием, поскольку определение метрики вообще также должно было бы войти в определение природы.

Существует предрассудок о том, что общая теория относительности опровергла это представление. Это неверно: такое представление не опровергнуто, а обобщено. Из Римановой геометрии не следует, что прямые линии во Вселенной имеют конец: конечной длины отрезок прямой может быть бесконечным с Римановской точки зрения в некоторой наглядной модели, предполагающей, что мы смотрим на Риманову геометрию глазами евклидовой. Но на деле следует смотреть на Евклидову геометрию глазами Римановой. Это значит, что если бы абстрактно возможный наблюдатель двигался в одном направлении по прямой, то он в точности в соответствии с Евклидовыми представлениями никогда не добрался до «конца света», но «на самом деле» равные с человеческой точки зрения отрезки с более общей теоретической точки зрения объективно оказались бы неравными. Благодаря этому в мире может быть конечное число звезд и элементарных частиц, но мир остается бесконечным. Аналогия с «конечным», но «безграничным» есть лишь модель в терминах Евклидовых представлений.

Принятие законов сохранения вместе с метрикой означает также, что мир по определению выполняет физические законы «в каждой точке», и нарушение этого предположения

влечет абсурдные последствия — предполагает существование несуществующего. Поскольку бесконечность мира сама следует из метрики, то закон абсолютен по определению.

3. ПРИЧИННОСТЬ, ВОЗМОЖНОСТЬ, НЕОБХОДИМОСТЬ

Физика и причинность

По этому вопросу так долго велось и ведется обсуждение, что даже упоминание об основной литературе возможно только в рамках отдельной работы. Ограничимся поэтому здесь лишь несколькими замечаниями в качестве примера возможных уточнений, связанных с принятой выше точкой зрения относительно теоретических и фактических компонент знания.

То множество сведений, которое считалось исходным для оценки всякого теоретического или фактического предложения, не может быть четко отграничено от всей совокупности человеческих знаний. Это означает, в частности, что имеются наиболее общие понятия, все или часть которых являются предпосылкой построения любой системы теоретического знания. К таким понятиям относятся категории, именуемые философскими потому, что являлись традиционным предметом внимания философов. Известно, что попытка определить подобные понятия в терминах других понятий либо ведет к порочному кругу, либо к тавтологии, смысл которой предполагается понятным без уточнений. Собственно, категории не определяются в обычном смысле этого слова, так как для понимания смысла достаточно уяснить их соотношение с другими категориями, прежде всего парными.

В рамках конкретной теории общие понятия, которые предполагаются заданными до построения, не определяются, но их можно эксплицировать, уточнить таким образом, что принимается во внимание только какая-то часть обычного смысла, вкладываемого в соответствующие термины. Так, понятие «материя» в физике эксплицировалось таким образом, что оно отождествлялось с понятием «вещество» и специфической его характеристикой была масса. Это — определенная философская предпосылка физики «классического» периода и сама по себе она была полезной,

как и вообще идея вещества (Артюх, 1967). Опасность возникла из отождествления общепhilosophического понятия материи с конкретно-физической, точнее, механической ее экспликацией. Когда в современной физике говорят о «поле материи», то имеется в виду также некоторая экспликация этого понятия, отнюдь не тождественная философскому пониманию материи как объективной реальности, данной нам в ощущениях и существующей независимо от нас.

Физику нет ни нужды, ни возможности учитывать все общественные свойства субъекта познания, всю его диалектическую взаимосвязь с объектом; *внутри* физики достаточно свести свойства субъекта к тем свойствам, которые мыслятся в понятии «наблюдатель». Таким же образом все многообразие свойств общественной практики во всем ее объеме вполне достаточно с точки зрения физики свести к понятию практики эксперимента и наблюдения. Речь идет, разумеется, лишь о потребностях для «внутреннего употребления», которые оказываются рано или поздно слишком скудными.

Каким же образом эксплицируется в физике понятие «причина»? Существует убеждение, что причиной в классической физике считали некоторое событие, выраженное в терминах данной теории; лучше всего, по-видимому, эта мысль выражена Я. П. Терлецким следующим образом: «В качестве причинно обусловленных физических явлений рассматриваются *события*, происходящие в двух пространственно-временных точках x_1, y_1, z_1, t_1 и x_2, y_2, z_2, t_2 . Событием может быть, например, факт пребывания в заданной пространственной точке x, y, z в момент времени t точечной частицы, или тот факт, что некоторая пространственно распределенная физическая величина φ (например, напряженность электрического поля \vec{E} , плотность энергии w и т. п.) принимает определенное значение: $\varphi = \varphi(x, y, z, t)$ » (1966, с. 192). Между такого рода событиями и существует отношение причинности.

Это представление неточно. Действительно, понимание причинности в конкретных физических теориях связано с отношениями подобного рода. Но приведенная картина представляет собой не экспликацию интуитивного представления о причинности, а наглядную ее механическую модель.

Не вдаваясь в ненужные разъяснения, скажем, что тезис о причинной обусловленности всего сущего означает лишь,

что если мы выделим из универсума некоторое дискретное событие, то всегда найдется событие, «породившее» данное, являющееся его причиной. «Событие» понимается как некоторое *изменение состояния*. Если состояние не изменилось, предмет или процесс остался тем же самым, то и причины искать нечего.

В механике интуитивное представление об «изменении состояния» эксплицируется с помощью понятия силы. Сила и есть то, что является причиной изменения состояния движения. Как указывалось выше, законы сохранения — и именно они — выражают в физике убеждение в том, что изменение состояния без физической причины теоретически бессмысленно. В случае равномерного прямолинейного движения говорить о том, что положение тела в точке x_1, y_1, z_1 в момент времени t_1 есть причина его нахождения в момент времени t_2 в точке x_2, y_2, z_2 — значит грешить против интуитивного представления о причинности: причина есть то событие, которое *переводит* тело из одной точки в другую, а раз тут не нужно такое событие (ибо инерциальное движение неотличимо от покоя), то и причины искать нечего. Иными словами, можно было бы спрашивать, почему тело не «осталось на месте», но вопрос этот запрещает задавать теория как бессмысленный.

Но все-таки классический детерминизм действительно связан с указанным пониманием причинности. Дело в том, что если в качестве объектов рассматриваются *абстрактные объекты*, над которыми производятся теоретические операции в ходе решения теоретических задач, и, если один из этих объектов считают причиной, а другой — следствием, то тогда действительно получается картина, охарактеризованная выше. Как говорилось, отношения между так понимаемыми «событиями» даже в случае, если одно из них раньше другого и одно событие необходимо влечет другое событие, не совпадает с тем, что обычно считают причинностью. Можно было бы привести, в частности, в качестве контрпримера много подобных модальных высказываний, не имеющих ничего общего с причинностью. Однако условно можно считать такое отношение отношением «причинного порождения».

Естественно, что отношение между абстрактными объектами часто не будет удовлетворять критериям, которые мы связываем с причинными отношениями. Так, понятие причины и следствия связано с возможностью точно разделить

события на некоторые дискретные образования — «превратить непрерывное». Если это недостижимо, то о причине и следствии говорить не имеет смысла. Если отношение между объектами не включает в себя время, если оно симметрично относительно времени (например, при характеристике обратимых процессов), то говорить о «раньше» и «позже», а, значит, о причине и следствии не имеет смысла. Подчеркнем, однако, что речь идет о возможности уподоблять отношения между абстрактными объектами (теоретическими представителями реальных событий) причинно-следственным отношениям. Постулат же о причинной обусловленности каждого изменения состояния существенно отличается от такого «причиннообразного» рассмотрения абстрактных объектов.

С этой точки зрения никакого кризиса детерминизма в науке с переходом к квантовомеханическому описанию микромира не было. Детерминизм был и остался краеугольным камнем научного подхода к изучению природы. Это, однако, вовсе не означает, что если при пропускании частицы через узкую щель она пролетит и попадет в одну точку экрана, а при пропускании другой частицы через ту же щель из этого же источника излучения она попадет в другую точку экрана, то можно искать причины отклонения от идеальной траектории так же, как на стрельбище — причины отклонения пуль от «десятки». Таких причин, «скрытых параметров», просто нет и не надо добавлять стыдливое «в классическом понимании этого слова».

Квантовомеханические эффекты обсуждались в литературе очень долго, но почему-то подавляющее большинство авторов философски комментировали различные варианты квантовой механики; и, наверное, основные концепции устоялись к тому времени, как Джон фон Нейман создал теоретически законченную систему квантовой механики, воспринятую лишь как *математическую* теорию. Наверное, сторонники квантовой механики, по преимуществу уверенные в феноменологическом характере этой теории, не считали нужным что-либо добавлять к «копенгагенской» интерпретации, а противники ее либо искали «скрытые параметры», либо надеялись, что произойдет новое «чудо» и физика вернется «на круги своя» в отношении понимания причинности. Даже фон Нейман в общем в своей книге не выходит за пределы «копенгагенского» понимания квантовой механики (1964).

Между тем фон Нейманом доказано теоретически, что

поиски «скрытых параметров» противоречат содержанию квантовой механики, с точки зрения которой они теоретически невозможны; что же касается «неполноты» квантовомеханического описания, то развитая Нейманом теория имеет весьма общий характер и может рассматриваться как более общая и теоретически элегантная, математически более полная картина движения, чем даже релятивистская физика, так как именно в ней, а не в релятивистской физике, могут быть получены законы сохранения и для классического и для квантового случая.

Существует, как известно, глубокое расхождение между релятивистским и квантовым подходом к описанию действительности, в частности, в отношении причинного описания. В чем это различие и существует ли общий подход, в том числе и отражающийся на понимании причинности?

Эйнштейн настаивал на принципе, который он называл «инвариантным смыслом точки». «Точка-событие» является фундаментальным понятием теории относительности, в то время как квантовая теория накладывает на это понятие существенные ограничения. Координатами точки в фазовом пространстве являются три декартовы координаты и три соответствующих импульса. Соотношение неопределенностей в квантовой механике указывает предел, дальше которого невозможно совместное измерение координат в фазовом пространстве; о «точке в фазовом пространстве» говорить нельзя, положение в фазовом пространстве никогда не может быть определено в пределах объема $h/4\pi$. Таким образом, если «точка-событие» может считаться причиной другой «точки-события» в релятивистской физике, то в квантовой механике выделение таких дискретных элементов невозможно теоретически, событие «размазано» по фазовому пространству, и понятие причины применено в этой модели быть не может. Дж. фон Нейман показал на существенное различие между неизмерностью одновременности двух событий, разделенных интервалом t с точностью, превосходящей интервал времени длительностью t/c (c — скорость света), и неизмерностью положения точки в фазовом пространстве: в первом, релятивистском случае «неизмерность» означает наличие бесконечного множества возможных результатов измерения, во втором, квантовомеханическом случае — теоретическую невозможность ни одного измерения (1964, с. 242). Единственно возможной моделью причинных отношений между «событиями» оказывается модель

«квантовых ансамблей», предложенная Д. И. Блохинцевым: вероятность одного квантового ансамбля является причиной вероятности другого квантового ансамбля.

Каким образом будет разрешено противоречие в ходе развития науки — судить трудно, однако предполагают скорее необходимость введения квантовых представлений в релятивистскую теорию, чем пересмотр квантовых представлений.

Но в обоих случаях речь идет о «причинообразных» отношениях между «точками» в абстрактных теоретических «пространствах», т. е. о модели причинности, а не о фундаментальных свойствах, выражаемых законами сохранения. Имеются ли общие черты между релятивистской механикой и квантовой в понимании того, что можно назвать принципом относительности или симметрии?

Представляется, что квантовая механика в той форме, которую придал ей фон Нейман, также реализует принцип относительности в том смысле, что находит абстрактные критерии тождества наблюдаемых событий подобно тому, как релятивистская механика предлагает абстрактные критерии отождествления и различения наблюдаемых способов измерения.

Состояние системы в квантовой механике однозначно определяется в абстрактном гильбертовом пространстве — бесконечномерном векторном пространстве. Иными словами, задачи определения состояния микрообъекта сводятся к задачам нахождения некоторого вектора в гильбертовом пространстве. Существенно, что один и тот же вектор характеризует комбинацию (суперпозицию) нескольких состояний как *неразличимые с теоретической точки зрения состояния*. Это значит, грубо говоря, что в макромире одно и то же состояние микросистемы «распадается» на несколько различных «компонент смеси», но *на самом деле* это одно и то же состояние, так как теоретически нельзя провести различия между ними. Когда мы «включаем» электромагнитное взаимодействие, единые нуклоны «распадаются» на протоны и нейтроны («включение» и «распад» является действием теоретическим). Когда мы «включаем» процедуру измерения, единое состояние частицы «распадается» на состояния, суперпозиция которых образует ее состояние в гильбертовом пространстве. Это происходит в полном соответствии с законами сохранения, и в этом смысле принцип причинности не нарушается.

Понятие причинности может быть более явно связано с принципами отождествления, т. е. с принципами симметрии (относительности). Мысль, которую хотелось бы подчеркнуть, заключается в том, что причинность естественно связывать с *изменением* состояния, а что такое «одно и то же состояние» — в общем случае говорит теория, задавая список операций симметрии. Указав критерии «одного и того же», теория тем самым лишает смысла вопрос: почему одно и то же остается одним и тем же? Вопрос этот позволительно задавать лишь к изменениям состояния. Ответ и будет указанием на некоторые силы. Предположение о том, что удастся устранить такой компонент из науки, равносильно предположению о том, что достаточно будет задать закон и не нужны будут начальные условия, т. е. предположению о том, что познаю все и никакие факты уже ничего не изменят.

В быту, однако, мы часто задаем вопросы о причинах отсутствия ожидаемых событий типа: «почему она не пришла?» Нельзя ли отсутствию события искать причину? Покажем, что это предположение чревато опасностями логического порядка. Пусть каждое событие есть *следствие* некоторого события и пусть отсутствие события есть *пустое* событие. Естественно считать, что некоторое множество событий также есть событие; в противном случае пришлось бы указать критерии для минимального (элементарного) события, что сомнительно. Таким образом, можно рассматривать произвольные множества событий как событие. Является ли множество всех пустых событий само пустым событием? Каждому событию сопоставляется иное событие — его причина. Является ли причина множества пустых событий сама пустым событием, т. е. подмножеством множества всех пустых событий? Пока никакого парадокса здесь нет, но по крайней мере мы находимся в опасной близости к известным теоретико-множественным парадоксам, и можно было бы сформулировать утверждения о множестве всех пустых событий так, что парадокс стал бы явным.

Наверное, проще переиести вопрос в другую плоскость и говорить о возможном и невозможном, поскольку в случае, когда мы задаем вопрос «почему событие не произошло?» мы считаем его возможным или даже необходимым.

Интересующий нас вопрос может приобрести парадоксальную форму и применительно к невозможным событиям.

Пусть события бывают возможными и невозможными и пусть можно образовывать множества событий, которые сами являются событиями. Понятно, что множество всех возможных событий само является возможным событием. Спрашивается, является ли множество всех невозможных событий само невозможным событием? Утвердительный ответ означает, что множество невозможных событий невозможно, т. е. что все события возможны. Отрицательный ответ означает, что невозможные события не невозможны, т. е. опять-таки, что все возможно. В любом случае мы приходим в противоречие с изначальным допущением о существовании невозможных событий.

Логика учит нас, что исключение парадокса требует введения каких-то уровней рассмотрения. Иными словами, нелепо спрашивать о возможном и невозможном вообще. Нужно говорить о возможном и невозможном лишь применительно к конкретной теоретической системе.

Каждое теоретическое исследование предполагает выдвижение гипотез о возможном положении дел и последующую оценку этих гипотез. В случае, если это Ф-гипотезы, не возникает серьезных гносеологических проблем относительно объективного статуса этих возможностей: мы считаем, что дело действительно могло быть так, и надо найти аргументы в пользу того, что в действительности то или иное положение дел оказалось невозможным. При очень широком взгляде мы упираемся при этом в проблему свободы воли, когда исследуется человеческая деятельность. В самом деле, в прошлом события как будто всегда плотно упакованы в причинно-следственные цепочки, и всегда можно найти для всего причину и показать, что иначе и не могло случиться. Но мы-то знаем, что будущее человека открыто, так как человек принимает свободные решения; обратное означало бы фаталистическую предопределенность всего будущего. Поэтому-то и различаются возможные события от невозможных. Если прошлое причинно определено, то будущее представляется продуктом свободного творчества. Диалектическое единство свободы и необходимости, случайности и неизбежности — единственный ответ, способный внести меру в эту кажущуюся парадоксальность истории. Историк

должен понимать, что могло бы случиться, а что было бы невозможно.

По-новому возникает проблема объективного статуса возможностей тогда, когда в теории порождаются некие абстрактные возможности и подыскиваются теоретические аргументы для того, чтобы объявить некоторые из них ложными. Наиболее известным случаем такого рода в истории физики был «принцип Ферма», положивший начало оптико-механической аналогии и современным вариационным принципам в физике. Согласно принципу Ферма, теоретически возможны некоторые траектории луча света в среде с иной плотностью, чем та, в которой он проходил ранее, но он «выбирает» ту траекторию, которая потребует меньших затрат времени — как будто бы зная наперед, какая дорога «лучше!» Вопрос, мучивший физиков, не соглашавшихся с телеологической трактовкой «принципа наименьшего действия», задал спустя несколько столетий Резерфорд: откуда электрон «знает», какую орбиту ему выбирать? Пресловутая проблема «свободы волн электрона» получила в наши годы и телеологические «объяснения», но более «современной» оказалась субъективистская трактовка: в субъективно-идеалистической интерпретации все теоретические построения представляются лишенными объективного содержания продуктами свободного творчества теоретиков, не более чем «рабочими гипотезами», призванными лишь упорядочить опытные данные.

Несколько столетий назад трудности подобного рода вызвали мысли о «предустановленной гармонии», сейчас в некоторых кругах они охотнее интерпретируются в духе волюнтаристском, но источник их один. Творческое воображение человека, опираясь на отдельные стороны объективного мира, конструирует миры, возможные относительно данной системы абстракций, чтобы потом отбросить некоторые возможности либо из теоретических, либо из фактических соображений. В отличие от отбрасывания Ф-гипотез исходя из Ф-аргументов, здесь нет ссылки на физическую причинность, так что не существует физической причины, которая «толкала» бы луч света на нужную траекторию, ибо сами траектории созданы абстрактным мышлением и не являются реальными событиями. Поэтому вопрос о том, почему электрон выбрал данную траекторию, ставить неуместно: дело решается указанием на обстоятельства, в силу которых невозможны иные траек-

тории. Образ частицы, «выбирающей» путь наподобие скажочного богатыря на распутьи, сугубо антропоморфен. Но имеется некая аналогия ответственности материальной причины за выбор одной из возможностей — аналогия формальная между Φ -гипотезами, могущими быть причинным объяснением Φ -доказательств, и T -гипотезами, объясняющими T -доказательства.

И дело не только в том, что одинакова структура вывода. В препарированном абстракциями виде в теоретическом рассуждении фигурируют абстрактные моменты, возможности самой природы. «Природа и конкретна и абстрактна, и явление и суть, и мгновение и отношение. Человеческие понятия субъективны в своей абстрактности, оторванности, но объективны в целом, в процессе, в итоге, в тенденции, в источнике» (Ленин, т. 29, с. 190).

Невозможное, таким образом, всегда невозможно лишь относительно данного «языка теории», поэтому не существует «невозможного вообще» и «множества всех невозможных событий».

Но роль невозможного не ограничивается тем, что оно нужно как средство для отыскания действительного. Поскольку «возможно α » эквивалентно по смыслу «невозможно не- α », а множество всех «не- α » в теории конечно и даже предпочтительно сводится к одному альтернативному ответу, ссылка на невозможность является способом объяснить смысл T -предложения. Чтобы объяснить, в чем заключается некоторый закон, достаточно сослаться на то, что отсутствие данного закона означало бы то-то и то-то. Объяснение обстоятельства, выраженного в аргументе, может быть дано в виде ссылки на невозможность одной или нескольких T -гипотез или Φ -гипотез, и это получает такой вид, как будто причина данного обстоятельства заключается в отсутствии некоторой возможности.

Остается вопрос: является ли невозможное в данной теории действительно невозможным? Не сковывает ли подобное предположение поиски «безумных» теорий, которые должны быть как можно менее ограничены существующими представлениями? Не достаточно ли было пересмотра фундаментальных представлений науки, чтобы накладывать какие бы то ни было ограничения на будущие представления о мире? Имеет ли смысл утверждение, что законы природы абсолютны?

Единственное ограничение, накладываемое каждой

теорней на будущее развитие, таково: то, что невозможно с точки зрения данной теории (если теория истинна), останется невозможным при принятии тех дополнительных условий, которые позволяют в будущем существующие ныне теории рассматривать как частный случай более общих теорий. Сегодня мы можем лишь указывать на те обстоятельства, которые ведут к физическим бессмыслицам в существующих теориях в пунктах, где сфера их применимости явно подходит к рубежу. Но можно твердо сказать: то, что истинно сегодня, будет истинным и завтра, и в этом смысле законы природы абсолютны. Обнаружатся лишь границы применимости теорий, в некотором ином смысле окажется невозможным то, что сегодня считается возможным, и, наоборот, возможным то, что сегодня считается невозможным. Но это будет существенно в ином смысле. В каком — об этом можно будет сказать лишь в будущем, так как смысл утверждений теории может быть понят лишь когда она приобретет более или менее целостный характер. И поскольку предметом человеческого познания остается материальный мир во всем его бесконечном многообразии, сохранят значение основные его характеристики, формулируемые ныне как законы сохранения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В период научно-технической революции в связи с потребностями кибернетической техники, машинной переработки информации, ростом междисциплинарных связей между различными теоретическими и прикладными дисциплинами идеи семиотики и, в частности семантики, все более плодотворны. Это проявляется также и в расширении значения термина «язык» таким образом, что в качестве языка рассматриваются в равной степени и искусственные формализованные системы (например, логические языки), и «обычные», «естественные», этнические языки, и понятийный аппарат науки («язык науки»). Полезная и плодотворная абстракция «языка в широком смысле слова» приводит, однако, к недоразумениям и ошибкам, если ею неосторожно пользоваться. При всем том общем, что имеется между этническими языками, логическими и формализованными вообще языками и «языком науки», термин «язык» в этих трех случаях употребляется в существенно различных смыслах.

Забвение этого обстоятельства в области логики приводит к прямым сопоставлениям логических и «естественного» языков, например, к рассуждениям о логических формулах так, будто они являются лишь иной записью предложений «обычного» языка. Это в свою очередь влечет неверные оценки трудностей и положительных результатов в современной логике («парадоксы» материальной импликации, проблема существования и пустых имен, уточнение понятий «факт» и «закон» с помощью понятий об F -истинных и L -истинных формулах логики и т. д.).

Более тщательный учет отношения между логикой и описываемыми ею процессами, выраженными в «естественном»

языке, позволяет утверждать, что теория доказательств описывает не только дедуктивное рассуждение в науках математического цикла, но и всякое доказательство, в том числе в эмпирических науках, с известной степенью точности. Пользование языком логики исключает возможность прямых апелляций к естественному языку; обращаясь к «естественному» языку с принятием мер предосторожности, можно представить следующую общую схему процесса доказательства. Доказательство можно рассматривать как формулировку возможных ответов на поставленный вопрос, т. е. гипотез, и отбрасывание всех выдвинутых гипотез, кроме одной. Чтобы такой процесс был эффективен, число гипотез должно быть конечно, и если появляются бесконечные множества вариантов, то они должны быть сведены к конечным группам. Соответственно количество информации, несомой некоторым предложением, оценивается по тому, насколько данное предложение влияет на вероятность гипотез. От этих представлений возможен переход к точным логическим определениям.

Точные логические языки противопоставляются обычно естественному языку. Однако, практически под последним понимается и национальный язык, и классическая физика, и «язык наблюдения», и многое другое. Какие же ограничения характеризуют выразительные средства «обычных» этнических языков? Таких специфических ограничений не существует. Лишь тогда, когда совершенствование средств отражения действительности совершалось путем перестроек лингвистических структур, можно было говорить о специфических особенностях «языкового мышления» на данном этапе истории познания. Но с некоторого этапа развитие культуры совершается не через изменения «сублогической» структуры «естественного» языка, а лишь косвенно отражается на лексическом составе и т. д. Так, развитие математических представлений вначале требовало появления категорий числительного и других лингвистических новаций, а затем совершается в области математики, без прямого отражения на языковых структурах. Специфические для каждого этапа развития культуры выразительные средства с их ограниченностью и сильными сторонами надо искать не в языке, а в других культурных явлениях.

Возможности «естественного» языка, таким образом, неограниченны в том смысле, что имеющиеся на каждом этапе ограниченности проистекают не от языка, а от особен-

ностей системы абстракций, соответственных данной научной теории.

Применяя абстракцию «язык» в случае анализа понятийного аппарата науки, следует прежде всего иметь в виду, что наука — более, чем язык, и законы, формулируемые ею, имеют отнюдь не лингвистический статус. С этим предостережением следует рассматривать проблему «языка теории» и «языка наблюдения». Учитывая, что различие между теоретическими и эмпирическими терминами и предложениями относится к смыслу их и таким образом неопределимо средствами логики, полезно обратиться к схеме доказательства как отбрасывания гипотез, рассматривая различные варианты и гипотез, и аргументов (по смыслу — либо предложений теории, либо предложенный факта). Это дает также возможность уточнить понятие «неразличимости по смыслу» в рамках данной теории. Обобщение научных понятий происходит таким образом, что термины, с точки зрения обыденного здравого смысла являющиеся различными по содержанию, оказываются тождественными в рамках некоторой теории (например, неразличимость большого и малого применительно к миру в целом). Это позволяет по-новому оценить такие идеи современного естествознания, как симметрия, относительность, инвариантность.

Специфически логико-семантические вопросы, рассматривавшиеся в данной книге, обнаруживают удивительное родство с хорошо известными в истории философии проблемами, порождавшими острейшие споры между противоположными философскими партиями. Несмотря на технический характер многих трудностей в логике науки, на специфику решений ее проблем формальными методами, родство логико-семантической проблематики с глубокими мировоззренческими проблемами сохраняется и сегодня. Одной из целей настоящей книги и было показать общезначимое философское значение проблем современной семантики.

Л и т е р а т у р а

- Маркс К. Экономическо-философские рукописи 1844 года.— Маркс К., Энгельс Ф. Из ранних произведений. М., Госполитиздат, 1956.
- Маркс К. Капитал, т. I.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 21.
- Энгельс Ф. Анти-Дюринг.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20.
- Энгельс Ф. Диалектика природы.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20.
- Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм.— Полн. собр. соч., т. 18.
- Ленин В. И. Философские тетради.— Полн. собр. соч., т. 29.
- Ленин В. И. О карикатуре на марксизм и об «империалистическом экономизме».— Полн. собр. соч., т. 30.
- Ленин В. И. О значении воинствующего материализма.— Полн. собр. соч., т. 45.
- Аристотель. Метафизика. М., Соцэкиз, 1934.
- Аристотель. Аналитики первая и вторая. М., Госполитиздат, 1952.
- Артюх А. Т. Категориальный синтез теорий. Киев, «Наукова думка», 1967.
- Бенвенист Э. Общая лингвистика. М., «Прогресс», 1974.
- Берг А. И. Предисловие к русскому изданию.— В кн.: Таубе М. Вычислительные машины и здравый смысл. М., «Прогресс», 1964.
- Бирюков Б. В. Г. Вейль и методологические проблемы науки.— В кн.: Вейль Г. Симметрия. М., «Наука», 1968.
- Бирюков Б. В. Теория смысла Готлоба Фреге.— В кн.: Применение логики в науке и технике. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Бирюков Б. В., Геллер Е. С. Кибернетика в гуманитарных науках. М., «Наука», 1973.
- Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М., ИЛ, 1961.
- Борн М. Физика в жизни моего поколения. М., ИЛ, 1963.
- Бриллюэн Л. Теория информации и ее приложение к проблемам физики.— В кн.: Развитие современной физики. М., «Наука», 1964.
- Бурбаки Н. Очерки по истории математики. М., ИЛ, 1963.
- Вейль Г. Симметрия. М., «Наука», 1968.
- Вигнер Е. Этюды о симметрии. М., «Мир», 1971.
- [Вуйцицкий Р.] *Wójcicki R. Metodologia formalna nauk empirycznych.* Wrocław — Warszawa — Kraków — Gdańsk, Wydawnictwo PAN, 1974.

- Вулдридж Д. Механизмы мозга. М., «Мир», 1965.
- Гегель Г.-В.-Ф. Феноменология духа.— Соч., т. 4. М., Соцэкгиз, 1959.
- Герценберг Л. Г. Морфологическая структура слова в индонранских языках.— Л., «Наука», 1972.
- [Гжегорчик А.]: Grzegorzczuk A. A philosophically plausible formal interpretation of intuitionistic logic.— In: Koninkl nederl. Akademie van Wetenschappen. Proceedings, 1964, No. 5.
- Гинзбург В. Л. Некоторые проблемы физики и астрофизики.— В кн.: Физика сегодня и завтра. Л., «Наука», 1973.
- Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей. М., Физматгиз, 1961.
- Гоббс Т. Левиафан.— Избр. произв. в 2-х т., т. 2., М., «Мысль», 1968.
- Грюнбаум А. Философские проблемы пространства и времени. М., «Прогресс», 1969.
- Дембовский Я. Психология животных. М., ИЛ, 1958.
- Джеммер М. Понятие массы в классической и современной физике. М., «Прогресс», 1967.
- Дышлевый П. С. В. И. Ленин и философские проблемы релятивистской физики. Киев, «Наукова думка», 1969.
- Дьяконов И. М. Языки древней Передней Азии. М., «Наука», 1967.
- Ельмслев Л. Прологомены к теории языка.— В кн.: Новое в лингвистике. Вып. 1. М., ИЛ, 1960.
- Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Релятивистская астрофизика. М., «Наука», 1967.
- Зиновьев А. А. Логика высказываний и теория вывода. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Зиновьев А. А. Логическая физика. М., «Наука», 1972.
- Зиновьев А. А. Основы логической теории научных знаний. М., «Наука» 1967.
- Зиновьев А. А. Философские проблемы многозначной логики. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Зубов В. П. Аристотель. М., Изд-во АН СССР, 1963.
- Иванов В. В., Топоров В. Н. Славянские языковые моделирующие семиотические системы. М., «Наука», 1965.
- Калужний Л. А. Что такое математическая логика? М., «Наука», 1964.
- Кант И. Единственное возможное основание для доказательства бытия бога.— Соч., т. 1. М., «Мысль», 1964.
- Кант И. Критика практического разума.— Соч., т. 4, ч. 1. М., «Мысль», 1965.
- Карнап Р. Значение и необходимость. М., ИЛ, 1959.
- Карнап Р. Философские основания физики. М., «Прогресс», 1971.
- Кемени Дж., Снелл Дж., Томпсон Дж. Введение в конечную математику. М., «Мир», 1965.
- Клейн Ф. Сравнительное обозрение новейших геометрических исследований (Эрлангенская программа).— В кн.: Об основаниях геометрии. М., Изд-во АН СССР, 1956.
- Климов Г. А. Очерк общей теории эргативности. М., «Наука», 1973.
- Клини С. Введение в метаматерику. М., ИЛ, 1957.
- Копнин П. В. Введение в марксистскую гносеологию. Киев, «Наукова думка», 1966.
- Копнин П. В. Логика науки или наука логики? — Предисловие к кн.: Попович М. В. Логіка і наукове пізнання. Київ, «Наукова думка», 1973.
- Костюк В. Н. Підтвердження та вибір гіпотези у науковому дослідженні. Київ, Вид-во Київського ун-ту, 1973.

- Крипке С.* Семантический анализ модальной логики. — В кн.: Фейс Р. Модальная логика. М., «Наука», 1974.
- Лакатос И.* Доказательство и опровержение. М., «Наука», 1967.
- Ланцош К.* Вариационные принципы механики. М., «Мир», 1965.
- Ледников Е. Е.* Проблема конструкторов в анализе научных теорий. Киев, «Наукова думка», 1969.
- Ледников Е. Е.* Критический анализ номиналистических и платонистских тенденций в современной логике. Киев, «Наукова думка», 1973.
- [*Лейбниц*]: Полемика Г. Лейбница и С. Кларка. Л., Изд-во ЛГУ, 1960.
- Леонтьев Н. А.* Проблемы развития психики. М., 1958.
- Лукасевич Я.* Аристотелевская силлогистика с точки зрения современной формальной логики. М., ИЛ, 1959.
- Мальцев А. И.* Алгебраические системы. М., «Наука», 1970.
- [*Маргенау Г.*]; *Margenau H.* Einsteins Conception of Reality. — In Albert Einstein, *Philosopher-scientist*. N.-Y., 1951.
- Марков А. А.* Теория алгоритмов. — «Труды Математического института им. Стеклова», т. 42, 1954.
- Мельников Г. П.* Детерминантная классификация языков и языки банту. — В кн.: Африканский этнографический сборник. Вып. 9, Л., «Наука», 1972.
- [*Мэйте Б.*]; *Mates B.* Leibnitz on possible worlds. — *Logie, Methodology and Philosophy of Science*, III. Amsterdam, 1968.
- Нейман И. фон.* Математические основы квантовой механики. М., «Наука», 1964.
- Пиаже Ж.* Избранные психологические труды. М., «Просвещение», 1969.
- Платон.* Государство. — Соч., т. 3, ч. 1, М., 1971.
- Платон.* Пир. — Соч., т. 1, М., 1968.
- Платон.* Федр. — Соч., т. 2, М., 1970.
- Плутарх.* Избранные биографии. М.—Л., Соцэкгиз, 1941.
- Пойя Д.* Математика и правдоподобные рассуждения. М., ИЛ, 1957.
- Пойя Д.* Математическое открытие. М., «Наука», 1970.
- Поллак Л. С.* Вариационные принципы механики. — В кн.: Вариационные принципы механики. М., Физматгиз, 1959.
- Попович М. В.* Логіка і наукове пізнання. Київ, «Наукова думка», 1971.
- Попович М. В.* О философском анализе языка науки. Киев, «Наукова думка», 1966.
- Пятницын Б. Н.* Вероятностная логика. — В кн.: Философская энциклопедия, т. 1, М., 1960.
- Сепир Э.* Язык. М.—Л., Соцэкгиз, 1934.
- Серебрянников О. Ф.* Эвристические принципы и логические исчисления. М., «Наука», 1970.
- Слинин Я. Л.* Теория модальностей в современной логике. — В кн.: Логическая семантика и модальная логика. М., «Наука», 1957.
- Смирнов В. А.* Формальный вывод и логические исчисления. М., «Наука», 1972.
- Смирнова Е. Д., Таванец П. В.* Семантика в логике. — В кн.: Логическая семантика и модальная логика, М., «Наука», 1967.
- Стяжкин Н. И.* Формирование идей математической логики. М., Изд-во МГУ, 1967.
- Суворов С. Г.* Макс Борн и его философские взгляды. — Послесловие к кн.: Борн М., Физика в жизни моего поколения. М., ИЛ, 1963.
- Тарский А.* Введение в логику и методологию дедуктивных наук. М., ИЛ, 1948.

- Таубе М.* Вычислительные машины и здравый смысл. М., «Прогресс», 1964.
- Терлецкий Я. П.* Статистическая физика. М., «Высшая школа», 1966.
- [*Туомела Р.*]: Tuomela R. Model theory and empirical interpretation of scientific theories. «Synthese», 25, 1972—1973.
- Тьюлор Э., Уилер Дж.* Физика пространства-времени. М., «Мир», 1971.
- Уленбек Х. К.* Идентифицирующий характер посессивной флексии в языках Северной Америки.— В кн.: Эргативная конструкция предложения. М., 1950.
- [*Уркварт*]: Urquhart A. Semantics for relevant logics.— «The journal of symbolic logic», 37, 1972, No. 1.
- Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике.— М., «Мир», 1965.
- [*Фиттинг*]: Fitting M. C. Intuitionistic logis. Model theory and forcing. Amsterdam — London, North Holland, 1969.
- Френкель А., Бар-Хиллел И.* Основания теории множеств. М., «Мир», 1968.
- [*Хинтикка*]: Hintikka J. Modes for Modalities. Dordrecht — Holland, 1969.
- [*Хинтикка*]: Hintikka J. Carnap's semantics in retrospect. — «Synthese», 25, 1972—1973.
- Черч А.* Введение в математическую логику, т. 1. М., ИЛ, 1960.
- Черч А.* Математика и логика.— В кн.: Математическая логика и ее применения. М., «Мир», 1965.
- Шинкарук В. И.* Логика, диалектика и теория познания Гегеля. Киев, Изд-во Киевского ун-та. 1964.
- Шовен Р.* От пчелы до гориллы. М., «Мир», 1965.
- Шрейдер Ю. А.* Равенство. Сходство. Порядок. М., «Наука», 1971.
- Эйнштейн А.* Физика и реальность. М., «Наука», 1965.
- Эйнштейн А., Инфельд Л.* Эволюция физики. М., «Молодая гвардия», 1966.
- [*Эчинштейн*]: Achinstein P. Explanation.— In.: Studies in the philosophy of science. Ed. by N. Rescher, Oxford, 1969.
- Яглом И. М.* Принцип относительности Галилея и неевклидова геометрия. М., «Наука», 1969.
- Яглом А. М., Яглом И. М.* Вероятность и информация. М., «Наука», 1973.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абсолютное и относительное 71, 250
Абстрактное ядро сообщения 202, 219
Активный строй языка 205
Алгебра 38
Алгебраическая система 38
Анализ и синтез 168—174
Аналитическая и синтетическая истинность 59, 168
Бесконечность 37, 275
— счетная и несчетная 35
Вероятность 40
Вероятностная логика 40
Возможность и действительность 64, 283
«Возможный мир» 20, 54, 62, 72, 128
Время *см.* пространство и время
Выбора оператор 37
Вынуждение 54, 111
Геометрия 259
Гештальт 184
Группа 256
Дескрипция 24, 141
Детерминизм 277
Доказательство 158—162
Закон 104
Законы сохранения 274
Знак 188
Значение 11, 13
— функции 13
— лингвистического знака 213, 224
Измерение 247—254
Именной строй языка 205
Имя 9, 14, 215
Импликация 124—125
Инвариант 257
Индивид 133
Индукция 39
Информация 48, 162, 216
Истина 87
Истина в формализованных языках 29, 112
Кванторы 34
Конвенционализм 89
Константа 15
Логичизм 102
«Логический» позитивизм 82—85, 105
Матрицы истинности 25, 118
Метрика 259
Множество 11
Модальность 49, 118—131
Модель 17, 28, 38
Необходимость 65
Объект 11, 84
Объемности принцип 12

- Объяснение 237
 Описание состояния *см.* «возможный мир»
 Определение 104
 Отношение 17
 Отражение 87—92
 Отрицание 115
- Парадокс 29, 61, 69
 Полнота формализованных языков 28, 153
 Полумодели 33
 Понятие 10, 18, 215, 225
 Предикат 16
 Предмет 11, 215
 Причинность 67, 277
 Пространство и время 260
 Пустой объект 135
- Свобода и необходимость 93—95
 Свойство 11, 84, 86, 207
 Семантика 3, 5
 Сигнал 188
 Символическое поведение 194
 Симметрия 269
 Синтаксис 51
 Случайность 41, 63
 Смысл 104, 107, 225
 Структуры языковые 50, 177, 208, 211
 Структуры восприятия 184
 Структурализм 177
 Сублогические структуры 204
 Суждение 10, 18
- Существование (в логике) 70, 144—151
- T-доказательство 232, 234
 T-смысл 235
 T-объяснение 234
- Умозаключение 10
- Факт 227
 Ф-доказательство 229, 233
 Ф-смысл 235
 Ф-объяснение 230
 Форма логическая 98
 Формальная система 28
 Функтор 14
 Функция 12
 Функция подтверждения 45
- «Экономия мысли» 244
 Эргативные конструкции 206
- Язык 7, 76, 182
 «естественный» язык 176
 точные языки 176
 типология языков 196—203
- с**-функция *см.* функция подтверждения
э-оператор *см.* дескрипция
ε-оператор *см.* дескрипция, выбора оператор
Q-предикат *см.* функция подтверждения

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Авенариус Р. 80
 Аккерман В. 58
 Анаксагор 62, 67
 Андерсон Э. Р. 58
 Ансельм Кентерберийский 75
 Аристотель 10, 52, 60, 63—68, 73,
 76, 92, 118, 145.
 Аргюх А. Т. 277
- Бар-Хиллел И. 49, 81.
 Баркан-Маркус Р. 150
 Белнап Н. Д. 58
 Бенвенист Э. 206
 Бет Э. 58
 Боас Ф. 219
 Бор Н. 276
 Борн М. 267
 Браурер Л. Э. Я. 130
 Бриллюэн Л. 237, 246, 247
 Бурбаки Н. 12
 Буридан Ж. 30
- Вейль Г. 180, 181, 255
 Вигнер Е. 181, 237, 244, 261
 Виттгенштейн Л. 22, 88, 98
 Вольтер Ф. 70
 Вольф Х. 73, 74
 Вригт Г. фон 57
 Вулдридж Д. 192, 193
- Галилей Г. 104, 260, 262, 266, 269
 Галуа Э. 272
 Гамель Х. 270
 Гаусс К. Ф. 255
- Гегель Г.-В.-Ф. 76—78, 91
 Гедель К. 57, 81
 Гейтинг А. 52, 116
 Герценберг Л. Г. 204
 Гжегорчик А. 58, 108
 Гиббс Д. В. 261
 Гильберт Д. 141, 142, 143, 222
 Гливенко В. И. 53
 Гнеденко Б. В. 41
 Гоббс Т. 68
 Грюнбаум А. 263, 264
 Гуссерль Э. 95
- Д'Аламбер Ж. 242
 Декарт Р. 256
 Демокрит 63
 Дикке Р. 236, 237
 Дриш Р. 237
 Дьяконов И. М. 206
- Евклид 104, 260, 275
 Ельмслев Л. 203
- Зенон Элеат 248, 249
 Зиновьев А. А. 58, 100, 157
- Кант И. 59, 73—76, 78, 101, 144,
 146, 168, 249, 250, 251, 254
 Карнап Р. 22, 23, 34, 45, 46, 49, 52,
 58, 79—85, 95, 122, 127, 154, 155,
 237, 263, 264
 Квайн У. В. О. 144, 145, 146, 147,
 150
 Келер В. 184

Кемени Дж. 31, 34
Кларк С. 70
Климов Г. А. 205, 207
Клейн Ф. 103, 256, 258, 260, 262
Колмогоров А. Н. 41, 53
Копнин П. В. 67
Коэн П. 58
Крипке С. 54, 57
Кротков Р. 237
Кэли А. 256, 260, 262

Лакатош И. 97, 98
Левкипп 63
Ледников Е. Е. 146
Лейбниц Г. 22, 40, 60, 68—73, 74,
75, 249, 250, 254
Ленин В. И. 79, 80, 81, 82, 85, 90,
91, 92, 94, 96, 210, 251, 285
Лобачевский Н. И. 255, 260
Ли С. 269
Лукаевич Я. 10, 30, 52, 54, 58, 59,
65, 98, 115, 116, 118, 120, 121
Льюис К. 57, 58

Максвелл Дж. К. 273
Мальцев А. И. 39
Маргенау Г. 88
Марков А. А. 53, 223
Маркс К. 85, 86, 91, 94
Мах Э. 80, 91
Мейтс Б. 72
Мельников Г. П. 198, 219
Минковский Г. 260, 261, 266, 273
Мизес Р. 41

Нейман Дж. фон 279, 280, 281
Нетер Э. 269
Ньютон И. 71, 73

Орлов И. Е. 126

Павлов И. П. 90
Пенфилд У. 192
Перикл 67
Пиаже Ж. 183, 187—190, 191
Платон 60—64, 73
Плутарх 67
Поя Д. 98
Поппер К. 97, 271
Пуанкаре А. 269

Райл Дж. 85
Рассел. Б. 69, 79, 88, 95, 141, 142,
144, 155, 157

Рейхенбах Г. 41
Ролл П. 237
Риман Б. 258, 260, 262, 275

Сепир Е. 198, 201
Серебрянников О. Ф. 106, 125, 126
Смирнов В. А. 58
Смирнова Е. Д. 31
Спиноза Б. 93
Сциллард Л. 274

Таванец П. В. 31
Тарский А. 30, 31, 38, 81, 114
Таубе М. 176, 226
Терлецкий Я. П. 277
Тэйлор Э. 270, 271

Уайтхед А. 176, 225
Уилер Дж. 270, 271, 272
Уленбек Х. К. 207
Уркварт Э. 108, 125

Федоров Е. С. 253
Фейерабенд П. 228
Ферма П. 256, 284
Фиттинг М. 55
Фреге Г. 58, 89, 95, 154, 168

Хинтиikka Я. 49, 54, 55, 57, 130, 135,
145, 147, 148, 150, 154

Чермело Э. 69

Черч А. 53

Шанин Н. А. 53
Шеллинг Ф.-В.-И. 70
Шеннон К. 48
Шинкарук В. И. 77
Шлик М. 88
Шрейдер Ю. А. 204

Эвбулид 30
Эйнштейн А. 179, 180, 181, 186,
261, 262.
Эмпедокл 62
Энгельс Ф. 70, 85, 93, 94, 146, 274
Эпикур 63
Эчинштейн П. 98
Этвеш 236, 237, 243

Яглом И. М. 260, 267
Яновская С. А. 102
Яськовский С. 121

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I. Логика науки и традиционные философские проблемы	9
1. Основные идеи логической семантики	10
Уточнение логических понятий	10
Логические возможности. «Описание состояния»	20
Логические функции	25
Определение понятия «истина»	28
Обобщение теории «описания состояния». Определение логического следования	36
Индукция и вероятность	39
«Новое знание» и семантическая информация	48
Проблемы семантики многозначных и модальных логик	49
2. Историко-философское отступление	60
Платон и Аристотель	60
Место концепции «возможных миров» в философии Лейбница	68
«Возможные миры» и немецкая классическая философия	73
3. Возможность, необходимость: марксизм против позитивизма	78
Основной вопрос философии	82
Идея отражения и понятие истины	87
Творчество и необходимость в познании и практике	93
Глава II. Язык логики	97
1. Смысл логических законов	97
2. Исчисления предложений	106
Предложение	106
Отношения между предложениями	108
Определение истинности	112
Определение логических функций	113
3. Модальные исчисления предложений	118
Метод умножения матриц	118

«Позволение» и «вынужденно». «Парадоксы» материальной импликации	121
«Возможные миры» в модальной логике	128
4. Теория квантификации	131
Требование осмысленности и «пустые объекты»	133
Понятие индивида в логике. Определенная дескрипция	141
Проблема существования в логике	144
Расширение логических систем. Предикатные константы	151
5. Некоторые выводы	154
Доказательство	158
Новое знание	162
«Аналитическое» и «синтетическое»	168
Глава III. «Естественный» язык	175
1. Проблема выразительных возможностей «естественного» языка	175
2. Роль языковых знаков в интеллектуальных операциях	183
Язык и интеллектуальное действие в развитии индивида	183
Мысль и язык в антропогенезе	191
3. Типология языков	196
4. «Языковое мышление»	203
5. «Языковое развитие»	209
6. Семантика этнических языков	213
Глава IV. Язык науки	222
1. Теория и факт	222
Понятия, объекты, предложения. Предложения как задачи	223
Т-предложения и Ф-предложения	226
Ф-доказательство Ф-гипотез	230
Т-доказательство Ф-гипотез	232
Ф-доказательство Т-гипотез	233
Т-доказательство Т-гипотез	234
Т-смысл и Ф-смысл	235
«Принцип экономии» и «неопределенность наблюдения»	244
2. Симметрия: абсолютное и относительное	247
Парадокс измерения	247
Метрика пространства и времени; априори, конвенция или апостериори?	255
Симметрия физических законов и бесконечность мира	268
3. Причинность, возможность, необходимость	276
Физика и причинность	276
Возможное и невозможное	283
Заключение	287
Литература	290
Предметный указатель	294
Именной указатель	296

Мирослав Владимирович Попович

ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ СЕМАНТИКИ

*Печатается по постановлению ученого совета
Института философии АН УССР*

Редактор *Р. И. Ленчовский*

Художественный редактор: *И. В. Ковид*

Оформление художника *М. В. Нестеренко*

Технический редактор *Г. Р. Боднер*

Корректор *Я. Н. Зубко*

Сдано в набор 10.11. 1975 г. Подписано к печати
23.VII. 1975 г. БФ 02604. Зак. 5-2048. Изд. № 378.
Тираж 2600. Бумага №1, 84×106 ³/₁₆. Усл. печ.
листов 16,38. Учетно-изд. листов 16,2.
Цена 1 руб. 89 коп.

Издательство «Наукова думка», Киев, Репина, 3.

Отпечатано с матриц Головного предприятия
республиканского производственного объедине-
ния «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР,
г. Киев, ул. Довженко, 3 на Харьковской
книжной фабрике «Коммунист» республиканс-
кого производственного объединения «Поли-
графкнига» Госкомиздата УССР, Харьков,
Энгельса, 11.