

КОЛЛЕДЖ КАТОЛИЧЕСКОЙ ТЕОЛОГИИ
им. Св. Фомы Аквинского

Ю.А.Шрейдер

ПОСОБИЕ ПО КУРСУ

"ЛОГИКА, ТЕОРИЯ ПОЗНАНИЯ И КОСМОЛОГИЯ"

(2-е, дополненное и исправленное издание)

Москва 1994



Теперь он - часть Бога

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Опыт чтения курса "Логика, теория познания и космология" заставил автора внести в данное пособие существенные изменения и дополнения. Заново написана 1-я глава, в которой показана идейная связь между тремя частями курса. Изменен порядок изложения в части, относящейся к логике. По—видимому, более естественно начинать изложение не с логики высказываний, но с аристотелевских силлогизмов, обладающих большей наглядностью, чем алгебраические соотношения между высказываниями.

Силлогизмы имеют дело не с высказываниями, которые могут быть истинными или ложными, но с утверждениями о классах объектов, которые предполагаются истинными. Отсюда возможен естественный переход к логике предикатов, а только потом уже к изучению высказываний. При этом оказывается более ясным смысл импликации высказываний. Изменение порядка потребовало некоторых значительных изменений в текстах соответствующих глав. Практически остались прежними главы 6,7, и 8, после которых теперь идет прежний текст бывшей главы 10.

Добавлена новая глава 10, завершающаяся изложением антропного принципа, а на основе бывшей главы 9 написана глава 11, посвященная эволюции и творению.

Всего в новом издании более трети текста целиком написано заново, а еще более трети существенно переработано.

Автор надеется, что все эти изменения послужат улучшению настоящего пособия.

Автор глубоко благодарен своим слушателям в Москве и Киеве, замечания и вопросы которых стимулировали работу над 2-м изданием, а сделанные ими по просьбе автора конспекты лекций по космологии помогли при написании нового текста.

Ю.Шрейдер

ГЛАВА I

ЗАКОНЫ КОСМОСА И ЗАКОНЫ МЫШЛЕНИЯ

Само понятие Космоса как правильно, гармонично, закономерно организованного мира возникло в античные времена путем противопоставления хаосу - миру, где царит произвол, беспорядок и дисгармония. Мыслить *мир* как Космос - уже означает признание, что этот мир управляется четкими законами, связывающими все сущее в пределах этого мира в целостность, где все разумно и логически увязано в причинно-следственную связь. Это означает признание того, что происходящие в мире частные явления следует рассматривать как реализацию универсальных принципов, организующих этот мир в разумно устроенную систему. Каждая частность мира-Космоса мыслится тем самым в контексте общего, придающего ей смысл, далеко выходящий за рамки ее локального (в пространстве и времени) бытия. Хаос, в противоположность Космосу, - это конгломерат единичных частных вещей, событий, явлений, не связанных ни общим замыслом, ни логикой универсальных естественных законов. Эти частности невозможно подвести под общие понятия. В сущности, невозможно сопоставлять их друг с другом или выстраивать причинно-следственные цепочки взаимно обусловленных событий. По сути дела это означает, что мир познаваем лишь постольку, поскольку он не хаос, а Космос, где частные явления воплощают в себе универсальные законы. Конкретное явление или конкретная вещь могут быть опознаны как таковые, идентифицированы как определенный факт бытия, поскольку они оформлены, т.е. обладают формой.

Опознание есть первая ступень познания, первый шаг к познанию действительности. По Аристотелю форма вещи - это воплощенная в ней идея, подлинной реальностью обладают идеи, воплощенные в вещах. Тем самым реальны только оформленные вещи или явления, а все, что хаотично и бесформенно (принадлежит хаосу, а не Космосу), иллюзорно и непознаваемо, т.е. не может быть познано. В лучшем случае эту бесформенность можно смутно представить себе как обрывки бессвязного сна, содержание которого практически невозможно восстановить и осмыслить.

Здесь необходима оговорка, которую лучше всего сформулировать на примере. Мощный турбулентный поток воды на первый взгляд выглядит образом хаотического движения, лишённого какой-бы то ни было устойчивой формы. Однако эта бесформен—

ность лишь кажущаяся, ибо турбулентное движение жидкости подчиняется глубоким статистическим закономерностям, позволяющим математически описывать форму турбулентного потока. Более того, в последнее десятилетие активно развивалась теория, фракталов, позволившая обнаружить особую форму в, казалось бы, бесформенных конфигурациях. Тем самым современная наука существенно обогатила и расширила представление о Космосе как о вещественной реальности, которой присущи формы и специфические закономерности таковой.

При этом философское представление о Космосе только утвердилось и укрепились от такого углубления понятия формы.

Представление о мире как о Космосе очень хорошо соответствует библейскому представлению о разумном и свободном творении мира из ничего. Закономерности космических форм, проявляющиеся как в единичных вещах, событиях и явлениях, так и в течении мирового процесса, оказываются укорененными в разуме Творца.

Познание мира тогда не сводится к опознанию частных явлений, но требует постижения царящих в мире законов, т.е., в известном смысле, постижения замысла Создателя. Разумность законов позволяет выводить из них как следствия другие закономерности. Вот почему в физике, химии и т.д. так плодотворны рассуждения. Свобода творения означает, что эти закономерности не могут быть выведены с необходимостью из каких-то умопостигаемых исходных положений, но должны усматриваться в открытой нашему познанию сотворенной действительности. Отсюда следует, что для познания мира недостаточно теоретического знания, но необходимо и знание эмпирическое - умение наблюдать и осмыслять наблюдаемое. Этим определяется познавательная ценность индукции, дополняющей дедукцию.

Это осмысление нуждается в специфических формах мышления. Подобно тому как форма вещи составляет сущность этой вещи, форма, в которой артикулируется мысль, составляет сущность мышления.

Человеческая мысль артикулируется в понятиях, выражающих определённые формы вещей, явлений и процессов. Понятие характеризует некоторый класс форм, составляющих определённую общность вещей, явлений и процессов, в которых воплощается форма, принадлежащая соответствующему классу. Наблюдая нечто единичное, мы подводим его под понятие, т.е. судим о его принадлежности к некоторому классу. Такое суждение имеет форму "x есть R", где x является указанием на некоторую единичность (имя собственное или знак конкретной вещи, явления или процесса), а R - имя класса. Например: "Яркая точка на небе, видимая в окрестности заходящего солнца, есть небесное тело, обращающееся вокруг солнца". Очень важную роль играют суждения, выражающие отношения между классами. Образцом такого суждения может служить суждение, имеющее форму: "Все Q суть R". Конкретным суждением, имеющим такую форму, может служить такое суждение: "Все люди смертны". Или такое: "Все металлы суть хорошие проводники электричества".

Схема "Все Q суть R" является одной из универсальных форм мышления. Изучение универсальных форм мышления составляет предмет особой науки логики, играющей фундаментальную роль в человеческом познании. Логика изучает работу мышления, протекающую в определенных формах, вскрывая фундаментальные законы мыслительной деятельности.

Предметом логики являются универсальные формы мышления. Слово «форма» мы употребляем здесь в значении, в котором использовал его Аристотель, - как идея или сущность вещи. Подлинное мышление возникает, когда мысль оформлена, получила чёткую форму. Логика изучает работу мышления, протекающую в определённых формах. Её не интересуют туманные образы, смутные предчувствия, интуитивные прозрения – всё то, что не может быть выражено словами или, как часто говорят философы, вербализовано (артикулировано). Личная религиозная интуиция, личный опыт откровения, редко могут быть адекватно артикулированы. Логика и не занимается исследованием этих феноменов как таковых. Только после того, как результат интуиции или откровения вербализуется, превращается в явно выраженную теологическую истину, она сама и её связи с другими истинами становятся предметом логического анализа.

Мы имеем здесь дело с ситуацией далеко выходящей за пределы чисто религиозной сферы. Речь идёт о весьма общем когнитивном (познавательном) феномене: разделении человеческого знания на явное и неявное. Первое составляет надводную (видимую всем) часть «айсберга», второе – его подводную (доступную лишь индивидуальному опыту) часть. Логика не занимается неявным знанием как ещё не артикулированным и тем самым не имеющим формы. Это знание обнаруживается только в действиях субъекта. Не занимается логика и проблемами артикуляции знания, его явного формального выражения. Предметом логики являются исключительно универсальные формы, в которых существует явно выраженное знание. Среди этих форм первостепенное значение имеют высказывания, т.е. выражения, о которых можно судить – истинны они или ложны. Явное знание выражается в виде набора утверждений, т.е. высказываний, относительно которых существует уверенность в их истинности.

"Личное знание далеко не всегда артикулируется мыслящим субъектом - оно может существовать как неявное, неосознаваемое знание. Такое знание не отчуждаемо от его носителя. Чтобы его передать другому, оно должно быть вербализовано - воплощено в словесную форму, а это требует дополнительных усилий и ухищрений. Однако логика интересуется только явно артикулированным — оформленным знанием. Более того, логика интересуется только теми актами мышления, которые имеют дело только с операциями над формами, которые приводят к истинным заключениям в силу формальной структуры этих заключений. Так, известное умозаключение "Все люди смертны, Кай - человек, следовательно, Кай - смертен" истинно не в силу каких-то подмеченных особенностей конкретного человека по имени Кай, но в силу того, что оно имеет определенную формальную структуру. Эта структура имеет вид силлогизма: "Все Q суть R, все P суть Q, следовательно, все P суть R".

Более того, установить правильность (истинность) суждения "Все P суть R" далеко не всегда можно формальными средствами. Наша уверенность, что "Завтра взойдет солнце" или что "Все люди смертны", основана на огромном опыте человечества, но не может быть строго обоснована никакими умозаключениями. Всегда остается возможность космической катастрофы или внезапного наступления Судного дня. Суждения, которые составляют ядро естественных наук, очень часто имеют гораздо более шаткие основания, чем приведенные примеры.

Кроме того, границы используемых нами понятий большей частью размыты, отчего наши суждения обладают некоторой расплывчатостью. Скажем, когда мы говорим о правах человека, то далеко не очевидно, что понятие "человек" относится и к умственно неполноценным, и к еще неродившимся. Поэтому Церкви приходится напоминать о том, что аборт - это убийство человека. Известные контroversы физики, связанные с тем, является ли свет волновым процессом или потоком частиц, были порождены именно недостаточно строгой очерченностью понятия частицы. Логика, как и любая наука, использует абстракции, неспособные охватить целиком все особенности феномена мышления. Но это именно научные абстракции, область применимости которых выделена достаточно четко и может, в случае необходимости, корректироваться развитием науки. Так, в процессе своего развития логика открывает новые формы мышления и устанавливает неизвестные ранее способы умозаключения, опирающиеся на эти формы (Аристотель, например, не имел понятия о принципе полной или математической индукции, который сегодня знаком даже школьникам.) Однако развитие логики как науки не изменяет радикально ее предмета - она по-прежнему занимается изучением форм мышления.

В некотором смысле можно сказать, что логика изучает не сам Космос, но наше мышление о нём, а также то, что лежит «по ту сторону» Космоса, т.е. отношение человека и Космоса с Творцом. С этой точки зрения логика – наука рефлексивная, она направлена не на внесубъектную действительность того или иного рода, но на мысль самого субъекта. Рефлексия – это мысль направленная на мысль и как бы догоняющая (по выражению св. Фомы Аквинского) эту мысль. Логический анализ показывает, как и в каких случаях сама мысль порождает некую истину о действительности. С этой точки зрения весьма поучительно доказательство бытия Бога, предложенное св. Ансельмом Кентерберийским и исходящее из того, что мы мыслим Бога как высшее совершенство. По-

сколькo немнслмо высшее совершенство, не обладающее реальным бытием (тем самым оно не было бы высшим совершенством), то немнслм несуществующий Бог. То, что немнслмо, заведомо невозможно. Тем самым мы приходим к выводу о сущестовании Бога.

Логика мысли приводит к умозаключению о бытийственном, о сущестовании Высшего бытия. По поводу этого доказательства происходило много философских и богословских споров, его убедительность отрицали современники св. Ансельма Гаунило и И. Кант и подкрепляли своим анализом Декарт, Гегель и Франк. Нам здесь важно одно-принципиальная связь логического (рефлексивного) анализа мысли и не зависящей от субъекта мысли реальности.

Наша уверенность в том, что изучение логических форм существенно для познания

мира, основана на том, что мир - это Космос, где отдельные вещи, явления и процессы

воплощают универсальные формы, связанные в некую закономерную целостность.

Закономерности этих связей, в свою очередь, могут быть выражены явно в логических

формах мышления, ибо человеческое мышление несет на себе отсвет Божественного

разума, лежащего в основе сотворенного Космоса.

В сущности, на этом зиждется наша уверенность, что мир может быть описан набором (может быть, бесконечным, а практически неисчерпаемым) суждений о том, что в этом мире происходит и каковы закономерные связи между происходящим. Эта уверенность подкрепляется тем, что наука, несмотря на все трудности и противоречия в ее развитии, способна дать целостное представление о Космосе, в том числе и о нас самих как природных существах.

Разумеется, человек не является полностью природным существом. Религиозные учения и личный религиозный опыт убеждают нас, что человек не только обитатель Космоса, но и существо, тесно связанное с Творцом Вселенной. Религиозная интуиция не строится на логических умозаключениях и не может быть исчерпана логическими формами мышления. Тем не менее суждения о Боге, составляющие содержание теологии как науки, возможны и полезны, ибо они, во-первых, позволяют выразить некое знание о том, что выходит за пределы этого мира, во-вторых, помогают обнаружить, возникающие заблуждения в наших представлениях о Боге (в частности, четко квалифицировать непрерывно возникающие ереси, искажающие учение Церкви), а в-третьих, именно в логических формах ясно высвечивается парадоксальность религиозных истин, через осознание которой осуществляется личностное постижение этих истин.

Поскольку теология изучает свободные проявления духа, то она, как и естественные науки, не может ограничиться методом дедукции - выведения всех истин из каких-то исходных самоочевидных положений, но опирается на огромный эмпирический материал - опыт церковного Предания и Писания, опыт духовной жизни Церкви как откровения Св. Духа. Таким образом, теология также использует индукцию как метод познания истин, данных в Откровении.

ГЛАВА II

СУЖДЕНИЯ О КЛАССАХ И СИЛЛОГИЗМЫ ПО АРИСТОТЕЛЮ

Аристотеля можно назвать основателем логики, ибо он первый анализировал формы умозаключений, позволяющих на основе утверждений о классах (точнее, об их отношениях) строить новые суждения об отношениях классов.

Если имеются два класса Q и R, то формально возможны всего четыре типа утверждений об их отношениях. Разумеется, в каждом конкретном случае не все эти утверждения могут быть правильными, то есть быть истинными высказываниями. Но мы имеем в виду именно возможности, которые в тех или иных случаях реализуются. Каждый из приводимых типов возможных утверждений мы будем обозначать гласной буквой латинского алфавита.

(а) *Общеутвердительное суждение:*

"Все Q суть R".

Например: "Все птицы суть двуногие существа".

(i) *Частноутвердительное суждение:*

"Некоторые Q суть R".

Например: "Некоторые млекопитающие обитают в воде".

(e) *Общеотрицательное суждение:*

"Никакое Q не есть R".

Например: "Никакая рыба не обитает на суше".

(o) *Частноотрицательное суждение:*

"Некоторые Q не суть R".

Например: "Некоторые птицы не летают".

Если бы мы могли наряду с классом R рассматривать класс "не R" всех объектов, не являющихся R (не принадлежащих классу R), то вместо общеотрицательного суждения мы могли бы использовать общеутвердительное: "Все Q суть не R", а вместо частноотрицательного - частноутвердительное: "Некоторые Q суть не R". Но такая замена не очень хороша, поскольку понятие "не R" очень расплывчато. В самом деле, что за класс образуют "не птицы"? Принадлежат ли к нему лягушки, или самолеты, или праздники? Класс "не R" слишком размыт и не определяется никаким позитивным свойством. Поэтому удобнее не вводить таких новаций (хотя в логике отрицание "не" в некоторых случаях используется), а оставить четыре типа высказываний.

Классы можно графически представить в виде фигур, характеризующих их объемы, условно полагая, что класс состоит из точек на плоскости.

Утверждения перечисленных четырех типов устанавливают определенные отношения между классом Q и классом R. Эти отношения можно графически выразить в виде соположения кругов, изображающих соответствующие классы на рис. 1.

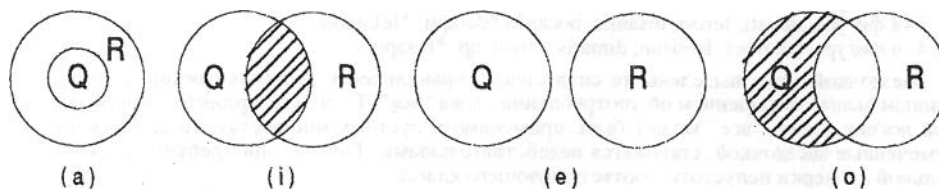


Рис.1

В случае (a) класс Q целиком входит в R; в случае (i) класс Q заведомо имеет часть, входящую в R, но часть Q, не входящая в R, может и отсутствовать; в случае (e) класс Q целиком расположен вне R; в случае (o) класс Q заведомо имеет часть, выходящую за пределы R, а часть, содержащаяся в R, может быть, а может и отсутствовать. На фигурах (i) и (o) заштрихована обязательно наличествующая часть класса Q.

Мы будем рассматривать трехчленные умозаключения, в которых участвуют три класса P, Q и R. Исходные посылки умозаключения состоят из заданных отношений между классами P и Q и классами Q и R. Из этих посылок делается заключение о том, каково логически необходимое отношение между P и R. Если такая логическая необходимость может быть усмотрена при данных посылках, то эти посылки и заключение из них образуют силлогизме аристотелевском смысле, то есть правильное умозаключение.

Так, например, из посылок:

"Все Q суть R",

"Все P суть Q"

можно заключить, что

"Все P суть R",

С другой стороны, из посылок:

"Все Q суть R",

"Все Q суть P"

можно заключить (учитывая условие непустоты класса Q), что

"Некоторые P суть R".

Наконец, из

посылок:

"Некоторые Q суть

R", "Все P суть Q"

никакого заключения сделать нельзя: классы P и R могут при этих посылках находиться в любых расположениях. Эти посылки не определяют никакого силлогизма.

Посылки могут различаться порядком участвующих классов и типом предложений об этих классах (a, i, e, o). Поэтому мы имеем всего четыре фигуры умозаключений:

I	П	Ш	IV
QR	RQ	QR	RQ
PQ [^]	PQ	QP ₋	QP ₋
PR	PR	PR	PR

Каждое из трех предложений в каждой фигуре может принадлежать к одному из четырех типов, так что вся тройка характеризуется тремя гласными буквами латинского алфавита. Для запоминания троек, соответствующих правильным умозаключениям, удобно использовать слова, в которых гласные образуют нужный порядок, а согласные выбраны из соображений благозвучия. Установлено, что всего существует 19 правильных умозаключений или силлогизмов. (С учетом соглашения, что слова "Все P" подразумевают, что этот класс содержит хотя бы один объект.) Перечислим эти силлогизмы с помощью приписанных им слов, в которых гласные буквы определяют тип соответствующего утверждения.

1-я фигура: barbara, celarent, darii, ferio;

2-я фигура: cesare, camestres, festino, baroco;

3-я фигура: datisti, feriso, disamis, bocardo, *darapti, *felapton;

4-я фигура: calemes, fresison, dimatis, *bamalip, *fesapo.

Звездочкой здесь выделены те силлогизмы, правильность которых связана с приведенным выше соглашением об употреблении слова "все". Если, как принято в современной логике, слово "все" может быть применимо к пустому множеству, то силлогизмы, отмеченные звездочкой, становятся недействительными. Точнее, они требуют дополнительной проверки непустоты соответствующего класса.

Рассмотрим теперь конкретные примеры. Силлогизм barbara мы уже фактически рассматривали.

Пусть R - класс всех смертных,

Q - класс всех людей,

P - класс из одного человека по имени Кай.

Согласно силлогизму barbara имеем:

"Все люди смертны" ("Все Q суть R").

"Кай - человек" ("Все представители класса "Кай" - люди").

"Следовательно, Кай - смертен".

Теперь возьмем пример на силлогизм 2-й фигуры festino:

"Никакое R не есть Q".

"Некоторые P суть Q".

"Следовательно, некоторые P не суть R".

Например, "Никакой планер не имеет двигателя".

"Некоторые летательные аппараты имеют двигатель".

"Следовательно, некоторые летательные аппараты не суть планеры".

Из 3-й фигуры выберем силлогизм *darapti - специально, в силу его сомнительности:

"Все Q суть R".

"Все Q суть P".

"Следовательно, некоторые P суть R".

Действительно, именно те P, которые суть Q, суть R. Но если ни одного Q не существует в природе, то таких P, которые суть R, тоже может не быть. Силлогизм верен при условии, что класс Q не пуст, а это в логике Аристотеля предполагается по условию. Но это условие не очень удобно вводить, так как оно не всегда легко проверяется.

Например:

"Все кентавры копытные".

"Все кентавры - разумные существа".

"Следовательно, некоторые разумные существа имеют копыта".

Можно привести и более научный пример:

"Все черные дыры - принципиально не наблюдаемы".

"Все черные дыры - материальные объекты",

"Следовательно, некоторые материальные объекты - принципиально не наблюдаемы".

Вряд ли этот силлогизм можно рассматривать как доказательство существования принципиально не наблюдаемых материальных объектов. Предварительно нужно доказать существование черных дыр, что не так-то легко, учитывая, что они не испускают никакого излучения и их можно обнаружить лишь косвенным образом.

Наконец, приведем пример на силлогизм *fresison* из 4-й фигуры:

"Никакое R не есть Q".

"Некоторые Q суть P".

"Следовательно, некоторые P не суть R".

Пример на этот силлогизм:

"Никакое млекопитающее не дышит жабрами".

"Некоторые живые существа дышат жабрами".

"Следовательно, некоторые живые существа не суть млекопитающие".

Долгое время казалось (это мнение разделял еще И.Кант), что любое логическое доказательство сводится к цепочкам силлогизмов логики Аристотеля. Сегодня уже ясно, что это не так. Например, метод математической индукции не сводится к таким цепочкам, ибо он использует аксиоматику натурального ряда. Кроме того, силлогизмы рассмотренного вида не позволяют оперировать суждениями более сложной структуры, чем суждения об отношениях классов, хотя такие рассуждения регулярно используются в математике. Тем не менее рассуждения на основе силлогизмов описанного вида имеют принципиальное значение. На их примере отчетливо видно, что сущность мышления - как способа получить новые знания из уже известных - заключается в присущих ему формах. Это тесно связано с важным принципом метафизики Аристотеля, заключающимся в том, что сущность вещи составляет ее форма, а не косная материя. Равным образом в процессе логического мышления сущностью является его формальная структура, а не конкретное содержание.

В заключение приведем иллюстрации ко всем 19 силлогизмам, поясняющие их правильность (принцип штриховки тот же, что и в рис. 1),

Для понимания предмета очень полезно продумать, как из посылок каждого силлогизма вытекает приведенное заключительное утверждение.

I фигура

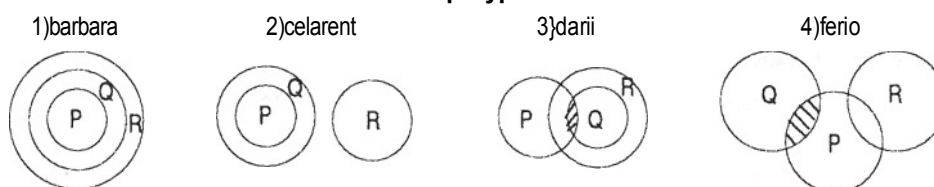


Рис. 2. Все P суть R.

Рис. 3. Никакое P не есть R.

Рис. 4. Некоторые P суть R.

Рис. 5. Некоторые P не суть R.

II фигура

5) cesare

6) camestres

7) festino

8) baroco

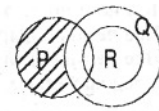
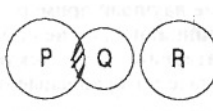
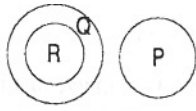
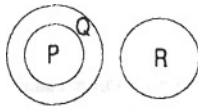


Рис. 6. Никакое P не есть R. Рис. 7. Никакое P не есть R. Рис. 8. Некоторые? не суть R. Рис. 9. Некоторые P не суть R,

III фигура

9) datisti

10) feriso

11) disamus

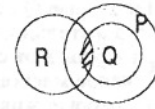
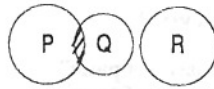
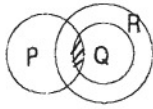


Рис. 10. Некоторые P суть R.

Рис. 11. Некоторые P не суть R-

Рис. 12. Некоторые P суть R.

12) bokardo

13) darapti

14) felaton

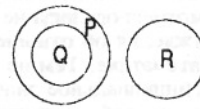
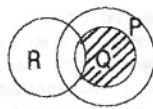


Рис. 13. Некоторые P не суть R,

Рис. 14. Некоторые P суть R (если Q не пуст).

Рис. 15. Некоторые P не суть R (если Q не пуст).

IV фигура

15) calemes

16) fresison

17) dimatis

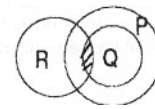
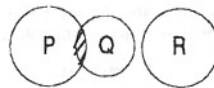
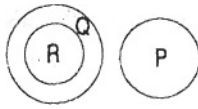


Рис. 16. Никакое P не есть R.

Рис. 17. Некоторые P не суть R.

Рис. 18. Некоторые P суть R.

18) * bamalip

19) * fesapo

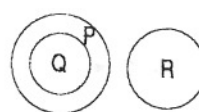
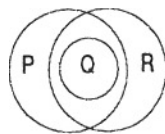


Рис. 19. Некоторые P суть R (если Q не пуст).

Рис. 20. Некоторые P не суть R (если Q не пуст).

ГЛАВА III

ВЫСКАЗЫВАНИЯ И ВЫСКАЗЫВАТЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ

Итак, мы можем высказывать утверждения об отношениях классов или о принадлежности данного объекта x определенному классу A .

В последнем случае высказывание имеет форму: " x есть A ". Если имя объекта x не указано недвусмысленным образом, то выражение " x есть A " является высказывательной формой. Если же мы говорим о конкретном объекте x , который однозначно определяется своим именем, то выражение " x есть A " превращается в высказывание, которое может оказаться истинным или ложным. Наконец, если высказывающий имеет достаточно оснований считать, что действительно x есть A , то это выражение оказывается утверждением. Основания высказать утверждение могут быть при этом различными. Мы можем судить о принадлежности объекта x классу A на основе личного опыта, доверия к авторитетному источнику или достаточных умозаключений, которые могут быть проверены тем, кому адресовано это утверждение.

Вот типичные примеры высказывательных форм:

"Некто родился 28 октября 1927 года". (Неизвестно, о ком идет речь!).

"В один прекрасный день произошло солнечное затмение". (Когда же оно произошло?).

" $x > 2$ ". (Какое число обозначено буквой x ?).

При необходимой конкретизации объекта, о котором идет речь, эти формы превращаются в высказывания:

"Наполеон Бонапарт родился 28 октября 1927 г.". (Это ложь.)

"Солнечное затмение наблюдалось в Рыбинске летом 1945 г.". (Это высказывание истинно, автор лично ездил на пароходе его смотреть.)

" $4 > 2$ ". (Это истинно.)

Наконец, автор с полным основанием готов высказать следующие утверждения:

"Я родился 28 октября 1927 г." (готов в качестве доказательства предъявить паспорт). " $2 \cdot 2 = 4$ " (см. таблицу умножения).

"Треугольник со сторонами 3, 4 и 5 единиц длины - прямоугольный" (доказательство: " $3^2 + 4^2 = 5^2$ ").

В каждом высказывании можно выделить тему или объект высказывания (о чем или о ком идет речь?) и рему или предикат высказывания (что утверждается?). В перечисленных высказываниях и суждениях объектами являются "Наполеон Бонапарт", "лето 1945 года", "число 4", "я — автор этого текста", "число 2", "треугольник с заданными размерами сторон".

Предикаты же здесь таковы: "родился 28 октября 1927г.", "произошло солнечное затмение", "превосходит число 2", "произведение самого на себя равно четырем", "иметь прямой угол".

Во всех этих случаях темой высказывания является единичный объект, а предикат выражает некоторое свойство или характеристику этого объекта. Однако бывают более сложные высказывательные формы (и, соответственно, высказывания), темой которых служит не один объект, а целая группа - пара, тройка, четверка и т.д. объектов, а предикат выражает не свойство отдельного объекта, а отношение между их группой.

Согласно количеству объектов, связываемых этим отношением, мы различаем двухместные, трехместные, четырехместные ..., n -местные предикаты или высказывательные формы. Предикаты, выражающие свойство одного объекта, называются одноместными.

Приведем несколько примеров таких высказывательных форм.

Типичные двухместные предикаты порождают высказывательные формы:

" x брат y ",

" $x > y$ ",

" x часть y ".

Трехместные предикаты бывают такие:

" $x + y = z$ ",

" x и y - родители z ".

Пятиместные предикаты встречаются в карточной игре "покер", "Карты x, y, z, u, w , образуя флеш-рояль, составляют последовательный ряд карт одной масти".

Можно привести пример 11-местного предиката: "11 футболистов составляют футбольную команду".

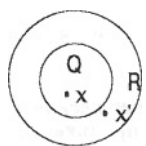
При рассмотрении высказывательных форм явно или неявно предполагается, что объекты, имена которых можно подставить в эти формы, принадлежат некоему универсуму U , то есть классу всех принимаемых к рассмотрению объектов.

В приведенных выше примерах высказывательных форм в качестве универсума выбирались класс всех живущих на свете людей, класс моментов времени, класс чисел, класс треугольников (или вообще геометрических фигур), класс игровых карт.

На рисунках мы изображали объекты - элементы универсума точками на плоскости, а классы объектов, для которых выполняется определенный предикат, - кругами на плоскости.

Рассмотрим класс $\{x\}$, состоящий ровно из одного объекта x . В этом случае сказать: "Все (x) суть Q " - это все равно что сказать: " x есть Q ". Поэтому пара суждений " x есть Q " и "Все Q суть R " равнозначна начальному фрагменту силлогизма *barbara*, позволяющему сделать умозаключение " x есть R ".

Теперь рассмотрим более общий случай, когда " x есть Q ", - высказывание, которое может быть либо истинным, либо ложным, а суждение "Все Q суть R " остается в силе. В этом случае возможны такие варианты, показанные на рис. 21.



- 1) " x есть Q " и " x есть R ".
 - 2) " x не есть Q " и " x есть R ".
 - 3) " x не есть Q " и " x не есть R ".
- Невозможен только один вариант: " x есть Q " и " x не есть R ". Именно поэтому суждение "Все Q суть R " позволяет из " x есть Q " заключить, что " x есть R ".

Сказанное можно перефразировать следующим

образом.

рис. 21
Q, то

Если "Все Q суть R ", то есть класс R объемлет класс

возможны три варианта для истинности высказываний о принадлежности объекта соответствующим классам: 1) " x есть Q " - истинно, " x есть R " - истинно.

2) " x есть Q " - ложно, " x есть R " - истинно.

3) " x есть Q " - ложно, " x есть R " - ложно.

Это наблюдение нам пригодится в следующей главе при определении импликации - одной из важных логических связей, используемых для построения сложных высказываний.

Обозначим теперь высказывательную форму символом $P(x, y, z \dots)$, где символы $x, y, z \dots$ - суть имена объектов из некоторого универсума U . Эту форму можно превратить в высказывание, указав конкретные значения символов $x, y, z \dots$, то есть задав объекты, к которым относится это высказывание.

Высказывательную форму можно также превратить в высказывание с помощью одного из кванторов, указывающих либо, что данная форма утверждается сразу для всех объектов универсума, либо, что существует объект, для которого эта высказывательная форма превращается в истинное высказывание. В первом случае мы имеем дело с квантором общности, который обозначается знаком $\forall$ (перевернутая A , от английского слова "All").

Для одноместного предиката $P(x)$ выражение

$(\forall x)P(x)$

читается как: "Для всех x , $P(x)$ " или "Для всякого объекта x верно $P(x)$ ". Это выражение является высказыванием, которое может оказаться истинным или ложным.

Во втором случае речь идет о кванторе существования, обозначаемом $\exists$ (перевернутым E , от англ. "Exists").

Выражение

$(\exists x)P(x)$

читается как: "Существует такой x , для которого $P(x)$ ".

Если универсум не пуст, то правомерно умозаключение:

Если $(\forall x)P(x)$, то $(\exists x)P(x)$.

Действительно, если левая посылка истинна, то выберем произвольный x из универсума и для него будет верно $P(x)$.

Если же универсум пуст (не содержит никакого элемента), то это умозаключение неправомерно, ибо посылка - истинна, но никакого объекта x в универсуме не существует.

С помощью многоместных предикатов можно образовывать многоместные высказывательные формы с неопределенными именами объектов:

$P(x,y), P(x,y,z), \dots$

К таким высказывательным формам можно применять кванторы по каждому переменному. После того как на каждое переменное (на каждое место) "навешен" свой квантор, высказывательная форма превращается в высказывание. В качестве примера мы возьмем универсум всех натуральных чисел $[0, 1, 2, 3, \dots]$. В нем можно образовать такие высказывательные формы:

$x < y, x + y = z$ и т.п.

Все они превращаются в высказывания относительно чисел, если вместо каждого из переменных подставить определенное число: $0 < 10, 2+2=4, 3+3=6$ и т.д. Теперь рассмотрим и проинтерпретируем для каждой из приведенных высказывательных форм возможные расстановки кванторов.

$(\forall x)(\forall y)(x < y)$ - для любых x и y имеет место $x < y$, что, разумеется, ложно, так как возможны случаи $x > y$.

$(\forall x)(\exists y)(x < y)$ - для любого x существует такой y , что $x < y$.

Это высказывание верно, ибо оно выражает неограниченность натурального ряда; для любого числа x существует большее, чем оно, число y . (Достаточно взять $y = x + 1$.)

$(\exists x)(\forall y)(x < y)$ - существует такое x , что любое число y его превосходит. Это неверно, так как случай $y = x$ этому противоречит.

$(\forall y)(\exists x)(x < y)$ - для любого y существует меньшее, чем y , число x . Это неверно при $y = 0$.

$(\exists y)(\forall x)(x < y)$ - это высказывание утверждает наличие числа y , большего, чем все числа, в частности, чем оно само. Такое высказывание очевидным образом ложно.

$(\exists x)(\exists y)(x < y)$ - это высказывание истинно, достаточно взять $x = 2, y = 3$.

Теперь попробуем проинтерпретировать навешивание кванторов на трехместный предикат: $x + y = z$.

$(\forall x)(\forall y)(\forall z)x + y = z$ - означает утверждение, что равенство выполняется всегда. Простой пример: $3+3=5$ - показывает, что это не так и высказывание ложно.

$(\forall x)(\forall y)(\exists z)x + y = z$ - для любых x и y существует их сумма z . Высказывание истинно.

$(\forall x)(\exists y)(\forall z)x + y = z$ - для любого x существует y , что при всех z $x + y = z$. Если x и y выбраны, то z уже не может быть произвольным, стало быть, высказывание ложно.

$(\forall x)(\forall z)(\exists y)x + y = z$ - для любого x и любого z существует y , для которого z есть сумма x и y . Это означает существование разности $y = z - x$. Но так как универсум состоит из неотрицательных чисел, эта разность не существует при $x > z$. Если бы мы включили в универсум и отрицательные натуральные числа, то это высказывание оказалось бы истинным. Рассмотрение остальных комбинаций кванторов оставляем на долю читателей.

Проиллюстрируем теперь то обстоятельство, что перестановка кванторов меняет смысл высказывания. Пусть универсум состоит из мужчин и женщин. Тогда высказывание $(\forall y)(\exists x)x$ муж y означает, что "Все женщины из данного универсума замужем за каким-то представителем этого универсума".

Высказывание $(\exists x)(\forall y)x$ муж y означает, что некий мужчина из этого универсума женат на всех женщинах того же универсума, так что женщины его универсума образуют его гарем.

Проверкой очень хорошего усвоения материала этой главы может послужить такое упражнение:

Докажите, что из $(\exists x)(\forall y)P(x,y)$ следует $(\forall y)(\exists x)P(x,y)$.

ГЛАВА IV

АЛГЕБРА ВЫСКАЗЫВАНИЙ

В логике высказываний не интересуются внутренним строением высказывательных форм и тем, как из них можно перейти к высказываниям. В этом исчислении сами высказывания, обозначаемые прописными латинскими буквами, рассматриваются как первичные "кирпичики" логических построений, из которых с помощью набора стандартных логических связок (или операций алгебры высказываний) строятся новые высказывания. Фактически речь идет о том, что исходя из некоторого запаса "атомарных", т.е. нерасчленяемых на более простые, высказываний строятся составные высказывания, истинность или ложность которых можно определить зная, истинны или ложны составляющие его "атомарные" высказывания.

Итак, логика указывает формальные способы получать составные высказывания из некоторого запаса исходных. (Здесь и далее, пока не будет оговорено противное, мы считаем, что высказывание может быть только истинным или ложным.) Эти способы описываются с помощью специальной символики. Так, из высказывания A можно сделать новое высказывание $\neg A$, которое называется "отрицанием A " или "не A ". Истинностные значения высказывания $\neg A$ определяются через аналогичные значения высказывания A по правилу: если A - истинно, то $\neg A$ - ложно; если A - ложно, то $\neg A$ - истинно. Это правило удобно записать в виде таблицы истинности, где использованы сокращения И (истина) и Л (ложь):

A	И	Л
$\neg A$	Л	И

Из двух высказываний A и B можно составить различные составные высказывания, из которых наиболее важны конъюнкция, дизъюнкция, импликация и эквиваленция. Они определяются с помощью следующих таблиц истинности, определяющих значение составного высказывания при разных комбинациях истинности исходных высказываний.

1. Конъюнкция, которая обозначается как $A \wedge B$, а читается как A и B .

A	Л	Л	И	И
B	Л	И	Л	И
$A \wedge B$	Л	Л	Л	И

2. Дизъюнкция обозначается $A \vee B$ и читается как " A или B ".

A	Л	Л	И	И
B	Л	И	Л	И
$A \vee B$	Л	И	И	И

3. Импликация ($A \rightarrow B$), что читается так: " A влечет B ".

A	Л	Л	И	И
B	Л	И	Л	И
$A \rightarrow B$	И	И	Л	И

Примечание. Импликация не является силлогизмом, ее истинности недостаточно, чтобы сделать умозаключение. Истинность импликации $A \rightarrow B$ означает лишь условную возможность умозаключения от A и B : если утверждается A , то высказывание B не может быть ложным. Если же A ложно, то относительно B ничего утверждать нельзя - высказывание B может оказаться как истинным, так и ложным. В следующей главе это свойство импликации будет использовано в правиле умозаключения, которое называется "модус поненс". Здесь полезно вспомнить разобранный ранее силлогизм: "Если x есть Q и все Q суть R , то x есть R ". Мы уже видели, что когда " x не есть Q " (т.е. посылка " x есть Q " ложна), то возможно и " x есть R ", и " x не есть R ".

4. Эквиваленция (AsB или "А равносильно В")

A	Л	Л	И	И
B	Л	И	Л	И
AsB	И	Л	Л	И

По сути дела, мы ввели четыре операции (связки) над высказываниями, позволяющие по двум высказываниям (операндам) определить третье - результат операции. Более того, конъюнкцию и дизъюнкцию часто называют, соответственно, логическим произведением и суммой.

Приведем примеры на эти операции. Пусть высказывание А состоит в том, что некоторое неизвестное число x - четное, а высказывание В - в том, что это число x делится на три. Тогда высказывание $A \wedge B$ истинно тогда, когда число x - четное и делится на три, то есть когда истинны оба высказывания - А и В. Стало быть, высказывание $A \wedge B$ означает, что это число x делится на шесть.

Пусть теперь высказывание А состоит в том, что некоторому лицу x предлагаются варианты работы с зарплатой от 30000 до 50000 р., а высказывание В в том, что в другом месте ему предлагается работа с зарплатой от 40000 до 70000р. В результате это лицо может принять либо одно, либо другое предложение, что описывается высказыванием $A \vee B$. Оно состоит в том, что лицу x предлагается работа с окладом от 30000 до 70000руб.

В действительности, разбирать содержательные примеры того, как образуются результаты перечисленных операций, нет надобности, ибо истинность результатов зависит только от истинности высказываний участвующих в операциях, фактически каждое высказывание можно заменить знаком И или Ли зависимости от того, истинно оно или ложно. Через эти знаки можно определить истинность или ложность связки.

По существу, мы имеем дело всего с двумя символами И и Л, с которыми производятся операции, результатами которых каждый раз оказывается один из этих символов. Так, для отрицания мы получаем:

$$1И=Л, 1Л=И.$$

(отрицание истины есть ложь, отрицание лжи - истина.)

Для конъюнкции из таблицы истинности получаются правила: $ЛЛЛ=Л$, $ИЛЛ=Л$, $ЛЛИ=Л$, $ИЛИ=И$.

Для дизъюнкции имеем:

$$Л\vee Л=Л, И\vee Л=И, Л\vee И=И, И\vee И=И.$$

Для импликации эти правила имеют

$$\text{вид: } Л \rightarrow Л=И, Л \rightarrow И=И, И \rightarrow Л=Л, И \rightarrow И=И.$$

Наконец, операция эквиваленции определяется

$$\text{правилами: } Л \wedge Л=И, Л \wedge И=Л, И \wedge Л=Л, И \wedge И=И,$$

которые означают, что эквиваленция двух высказываний является истинной, если эти высказывания либо оба истинны, либо оба ложны.

С помощью введенных операций можно определить более сложные комбинации высказываний.

Например, можно определить высказывание:

$X = B \rightarrow (A \rightarrow B)$ и составить для него таблицу истинности, учитывая таблицу истинности для импликации:

A	Л	Л	И	И
B	Л	И	Л	И
A→B	И	И	Л	И
X	И	И	Л	И

Эта таблица заполняется в результате следующих вычислений:

при $A=Л$, $B=Л$, $X=Л \rightarrow (Л \rightarrow Л)=Л \rightarrow И=И$; при $A=Л$, $B=И$, $X=И \rightarrow (Л \rightarrow И)=И \rightarrow И=И$;
при $A=И$, $B=Л$, $X=Л \rightarrow (И \rightarrow Л)=Л \rightarrow Л=И$; наконец, при $A=И$, $B=И$, $X=И \rightarrow (И \rightarrow И)=И \rightarrow И=И$. Рассматриваемое высказывание X оказывается истинным при любых значениях

высказываний, из которых оно составлено. Такое высказывание называется тавтологией. Еще более простой пример тавтологии дает выражение

$$A \rightarrow A.$$

Можно рассматривать высказывания, выражаемые через более чем два исходных высказывания. Так, для высказывания $X = A(B \rightarrow C)$ таблица истинности имеет вид:

A	л	л	л	и	л	и	и	и
B	л	л	и	л	и	л	и	и
C	л	и	л	л	и	и	л	и
$B \rightarrow C$	и	и	л	и	и	и	л	и
X	и	и	л	и	и	и	и	и

Выражения, составленные из высказываний с помощью введенных операций, называются формулами алгебры высказываний.

Две формулы X и Y называются равносильными (или тождественными), если эквиваленция $X=Y$ является тавтологией. В этом случае формула $X=Y$ называется тождеством алгебры высказываний.

Тождество $X=Y$ означает, что при любых значениях высказываний, входящих в формулы X и Y, выражения X и Y будут одновременно истинны или одновременно ложны. Это и означает их равносильность. Пусть выражение X состоит из высказываний A, B, C... . Может оказаться, что изменение значения A на противоположное ни при каких значениях остальных составляющих высказываний не приводит к изменению значения X с истинного на ложное, или наоборот. Тогда мы будем говорить, что высказывание A входит в выражение X несущественно. Если же это не так, то высказывание A существенно входит в X. Если высказывание A существенно входит в выражение X, то оно существенно входит в любое равносильное ему выражение Y. Действительно, если бы это было не так, то изменение значения A меняло бы значение X, но оставляло прежним значение Y. Но в этом случае эквиваленция $X=Y$ перестала бы быть истинной, то есть $X=Y$ не являлась бы тавтологией. Тем самым X и Y не были бы равносильны. Итак, две равносильные формулы обладают одним и тем же набором существенно входящих в них высказываний.

Приведем примеры некоторых важнейших тождеств, выражающих свойства операций конъюнкции и дизъюнкции. Первое из этих тождеств выражает перестановочность (коммутативность) обеих операций:

$$A \vee B \text{ s } B \vee A,$$

$$A \wedge B \text{ s } B \wedge A,$$

Эти тождества вытекают из простого наблюдения о том, что таблицы истинности для этих операций не меняются при перемене местами A и B.

Следующее тождество выражает сочетательный (ассоциативный) закон для дизъюнкции:

$$(A \vee B) \vee C \text{ s } A \vee (B \vee C)$$

Обе части этой эквиваленции истинны, когда истинно хотя бы одно из высказываний A, B или C. Обе части ложны, когда все эти высказывания ложны. Тем самым они одновременно истинны и одновременно ложны. Следовательно, эквиваленция в любом случае истинна, т.е. является тавтологией.

Аналогичный закон имеет место для конъюнкции:

$$(A \wedge B) \wedge C \text{ s } A \wedge (B \wedge C).$$

Следующие тождества (тавтологии) выражают два распределительных (дистрибутивных) закона:

$$(A \vee B) \wedge C \text{ s } (A \wedge C) \vee (B \wedge C),$$

$$(A \wedge B) \vee C \text{ s } (A \vee C) \wedge (B \vee C).$$

Указанные законы выражают аналогию между логическими операциями конъюнкции и дизъюнкции и арифметическими — сложения и умножения. В них видна и существенная разница, ибо в арифметике верен лишь один дистрибутивный закон:

$$(A+B)C = AC+BC,$$

но не верен второй:

$$(AB)+C=(A+C)(B+C).$$

Очень важны для логики высказываний следующие два тождества (закон де Моргана), выражающие своеобразную двойственность операции дизъюнкции и конъюнкции:

$$1(A \vee B) \equiv 1(A \wedge B),$$

$$1(A \wedge B) \equiv 1(A \vee B).$$

Читаются эти тождества так: "Отрицание дизъюнкции равносильно конъюнкции отрицаний" и "Отрицание конъюнкции равносильно дизъюнкции отрицаний". Легко проверяется и следующее правило:

"Отрицание отрицания равносильно утверждению".

$$\neg \neg A \equiv A.$$

Если мы имеем тождество двух выражений:

$$X \equiv Y,$$

то имеет место и тождество их отрицаний:

$$\neg X \equiv \neg Y.$$

Действительно, когда X - ложно, то $\neg X$ - истинно, а когда X - истинно, то $\neg X$ - ложно. Но так как X и Y истинны одновременно, стало быть, X и Y одновременно ложны. Соответственно, из того, что X и Y одновременно ложны, вытекает, что $\neg X$ и $\neg Y$ одновременно истинны. Итак, тавтологичность эквиваленции $X \equiv Y$ влечет тавтологичность $\neg X \equiv \neg Y$. Применяя полученное правило к закону де Моргана, получаем тождества:

$$A \vee B \equiv \neg(\neg A \wedge \neg B),$$

$$A \wedge B \equiv \neg(\neg A \vee \neg B).$$

Из них видно, что дизъюнкция выражается через конъюнкцию и отрицание, а конъюнкция - через дизъюнкцию и отрицание. Тем самым логика могла бы обойтись всего двумя операциями. Тем более что импликация и эквиваленция через них тоже выражаются, как это видно из следующих тождеств:

$$(A \rightarrow B) \equiv (\neg A \vee B)$$

$$\text{и } (A \equiv B) \equiv (A \wedge B) \vee (\neg A \wedge \neg B).$$

Все же удобнее не экономить количество основных операций алгебры высказываний, а использовать каждый раз те, которые наиболее удобны. Так, операцию импликации удобно использовать при анализе выводимости тавтологий, которым мы займемся в следующей главе. Операция эквиваленции удобна для того, чтобы определять равносильность высказываний. В этом смысле знак $\equiv$ может интерпретироваться не только как операция, но и как аналог равенства высказываний (и более изощренных логических выражений). В том случае, когда формула, содержащая эквиваленцию двух выражений, тавтологична, т.е. истинна при всех комбинациях значений составляющих эти выражения высказываний, составляющие ее выражения равносильны.

Так, например, первый закон де Моргана устанавливает равносильность выражений

$$\neg(A \vee B) \equiv \neg A \wedge \neg B.$$

ГЛАВА V

ЛОГИКА ВЫСКАЗЫВАНИЙ. ИСТИННОСТЬ И ВЫВОДИМОСТЬ

Чтобы проверить тавтологичность некоего выражения X , в состав которого входят высказывания $A, B, C \dots$, надо составить таблицу истинности, по которой можно судить об истинности X при каждой комбинации значений $A, B, C \dots$. Если выражение X истинно при любой такой комбинации, то оно является тавтологией. Отдельные исходные высказывания $A, B, C \dots$, входящие в тавтологическое выражение, истинны в силу каких-то, порой случайных, обстоятельств. Они выражают, вообще говоря, частные факты, определяемые состоянием нашего мира. Факты, которые могли бы и не иметь место. Даже если это высказывания, выражающие законы природы того мира, в котором мы живем, то можно себе представить мир, в котором действуют иные законы. Одним словом, высказывания о мире не обладают неумолимой необходимостью абсолютной истины, не обладают универсальной значимостью. Другое дело - тавтология, истинность которой не зависит от составляющих ее частных высказываний. Тавтология является ис-

тинной в силу логической необходимости, а не частного расклада событий $5i$ настоящем мире. Выписывая простейшие тавтологические выражения:

$A \rightarrow A$; $A \vee (A \text{ и т.п.})$,

мы воочию соприкасаемся с абсолютной истиной, с тем, что не зависит не только от нашей воли, но и от конкретного сценария развития событий в Космосе. Истинность приведенных выражений не зависит даже от конкретного содержания высказывания A , утверждает ли оно нравственную оценку того или иного поступка, наличие свободных мест в поезде или прогноз эволюции Вселенной.

Тавтология - это логическая истина, т.е. выражение, истинное в силу своей логической формы, а не содержания составляющих его высказываний. Логическая истинность выражения не зависит от истинности или ложности входящих в его состав высказываний.

В любом случае тавтологическое выражение есть абсолютная истина, а всякое выражение можно испытать на тавтологичность путем составления таблицы истинности. Но есть и совсем другие способы выявления тавтологий, вернее, указания новых тавтологий на основе известных.

1. Правило подстановки

Пусть имеется тавтология, составленная из высказываний A , B , C ... с помощью операций алгебры высказываний. Если в исходную тавтологию вместо каждого вхождения высказывания A подставить выражение X , то полученная формула снова будет тавтологией.

Пример. Рассмотрим тавтологию $A \vee \neg A$. Пусть $X = A \vee B$. По правилу подстановки получаем новую тавтологию:

$(A \vee B) \vee \neg (A \vee B)$.

Второй способ получения новых тавтологий называется:

2. Правило заключения, или "модус поненс"

Предположим, что формулы X и $X \rightarrow Y$ тавтологичны. В этом случае формула Y также является тавтологией.

Символически это правило записывается в форме такой

схемы: $X, X \rightarrow Y$

Y

т.е. на основе логической истинности X и $X \rightarrow Y$ можно заключить о логической истинности Y . Действительно, если бы Y при какой-то комбинации истинностных значений входящих в него высказываний было бы ложно, то в силу тавтологичности X выражение $X \rightarrow Y$ оказалось бы ложно ($I \rightarrow \Pi = \Pi$). Тем самым вопреки предположению выражение $X \rightarrow Y$ не было бы тавтологией.

Пример. С помощью таблиц истинности легко проверить, что выражение $X \rightarrow (X \vee Y)$ есть тавтология. Отсюда, по правилу заключения ("модус поненс") мы выводим, что когда выражение X является тавтологией, то и дизъюнкция $X \vee Y$ составляет логическую истину (тавтологию).

Правило подстановки и правило заключения ("модус поненс") позволяют получать из исходного набора тавтологий все новые и новые тавтологии. Оказывается, что можно указать четыре исходные тавтологии, из которых все мыслимые тавтологии выводятся с помощью последовательного применения этих двух правил. Этот факт есть математическая теорема, составляющая один из фундаментальных результатов математической логики. Выпишем эти четыре тавтологии, предоставляя читателю самостоятельно проверить их логическую истинность при всех комбинациях истинности и ложности A , B и C ,

Вот эти четыре исходных тавтологических выражения:

$A \vee \neg A$,

$A \rightarrow (A \vee B)$,

$A \vee B \rightarrow B \vee A$,

$(A \rightarrow B) \rightarrow [(C \vee A) \rightarrow (C \vee B)]$.

Разумеется, вместо этих выражений можно было бы выбрать и другие наборы исход-

ных тавтологий, позволяющие вывести из них все логически истинные выражения в логике высказываний.

Представим теперь, что мы хотим получить все тавтологии логики высказываний, обладая для этой работы неограниченным запасом времени. Мы имеем для этого две возможные стратегии. Первая состоит в том, чтобы последовательно выписывать все мыслимые выражения логики высказываний и с помощью таблиц истинности или правил комбинирования значений И и Л устанавливать их логическую истинность, оставляя только те выражения, которые при всех комбинациях истинностных значений составляющих высказываний являются истинными. При этом нам придется подвергнуть проверке львиную долю выражений, которые потом мы отбросим как не являющиеся тавтологиями. Вторая стратегия состоит в том, чтобы последовательно применять к исходным четырем тавтологиям указанные здесь правила вывода и последовательно вывести все тавтологические выражения. Нетавтологические выражения при этом не будут затрагиваться вообще. Выражения, получаемые в результате вывода из исходных по формальным правилам, принято называть выводимыми. Основной результат, о котором только что упоминалось, состоит в том, что в классическом исчислении высказываний любое логически истинное выражение является выводимым, а любое логически выводимое является логически истинным.

Первое из этих свойств исчисления высказываний - выводимость любой логической истины - называется полнотой. Другое важное свойство этого исчисления называется непротиворечивостью. Оно состоит в том, что всякая выводимая в нем формула является логической истиной (тавтологией). Это свойство мы доказали в тот момент, когда выяснили, что применение правил подстановки и заключения к тавтологиям приводит только к новым тавтологиям.

В логике можно рассматривать и другие исчисления, более богатые, чем исчисление высказываний, например, мы можем рассматривать исчисления, где допускается вывод с помощью принципа математической индукции. Такие исчисления необходимо вводить, если мы хотим иметь возможность доказывать математические теоремы о натуральных числах.

Понятие полноты и непротиворечивости можно распространить на любые логические исчисления, в которых рассматривается логическая истинность высказываний и формулируются некие правила логического вывода. Исчисление называется непротиворечивым, если любое выводимое в нем высказывание есть логическая истина. Исчисление называется полным, если в нем любая логическая истина выводима.

В частности, можно поставить вопрос о полноте и непротиворечивости исчислений, фактически используемых в математике и тем самым включающих в себя принцип математической индукции: если некое высказывание верно для единицы и из того, что оно верно для числа n , следует его истинность для числа $n+1$, то оно верно для всего натурального ряда. Оказывается, что такие исчисления могут быть неполными. Более того, знаменитый немецкий логик Курт Гёдель доказал, что всякое достаточно богатое выразительными средствами и непротиворечивое логическое исчисление является неполным: в нем есть заведомо истинные высказывания, которые не могут быть выведены (доказаны) средствами этого исчисления.

Идея этого доказательства очень проста. Представим, что в некотором непротиворечивом исчислении можно сформулировать высказывание, которое утверждает о себе са-мом: "Я невыводимое высказывание". Такое высказывание утверждает собственную недоказуемость. Если бы оно было ложным высказыванием, то было бы выводимым. Но в непротиворечивом исчислении ложные высказывания невыводимы - в таком исчислении все, что можно доказать, является истиной. Тем самым это высказывание является истинным. Но эта истина состоит в том, что данное высказывание невыводимо в данном исчислении. Вот мы и получили высказывание, которое истинно, но невыводимо. А это и означает неполноту данного исчисления. Такова идея теоремы Гёделя о неполноте "богатых" исчислений. Эта идея, как видно из приведенного рассуждения, очень проста. Трудная часть теоремы Гёделя состоит в том, чтобы убедиться, как на основе принципа математической индукции построить высказывание, равносильное такому, которое утверждает собственную недоказуемость.

Этот результат имеет принципиальное мировоззренческое значение. Он позволяет средствами математической логики показать ограниченность ее возможностей логического вывода истин. В этом и состоит торжество человеческого разума - он в состоянии строго доказать собственную ограниченность - неспособность выводить формулируемые им истины.

ГЛАВА VI

НЕКЛАССИЧЕСКИЕ ЛОГИКИ

Классическая логика высказываний предполагает, что любое высказывание может быть либо истинным, либо ложным. То есть значение истинности высказываний может быть либо истиной (И), либо ложью (Л), а значение комбинации высказываний определяется значением составляющих эту комбинацию высказываний. Последнее сохраняется и для неклассических логик, в которых истинностные значения высказываний принимают более чем два значения. Одна из очень важных неклассических логик предложена Д.А.Бочваром в 1942 г. В ней высказывания могут принимать три значения: истина (И), ложь (Л) и бессмыслица (Б). Таблицы истинности для основных операций в этой логике имеют вид:

Отрицание:

А	И	Л	Б
¬А	Л	И	Б

Конъюнкция:

А	И	Л	И	Л	Б	Б	И	Л	Б
В	И	И	Л	Л	И	Л	Б	Б	Б
АЛВ	И	Л	Л	Л	Б	Б	Б	Б	Б
Дизъюнкция	И	Л	И	Л	Б	Б	И	Л	Б

В отличие от классической логики высказываний, высказывания А и "А - истинно" здесь не равносильны. Если А бессмысленно, то "А - истинно" есть ложь.

Импликация $A \rightarrow B$ является ложью, когда А-истишу, а В-ложно или бессмысленно. Во всех остальных случаях высказывание $A \rightarrow B$ истинно. Такое определение импликации указывает на невозможность получить из истины ложь или бессмыслицу. Высказывание А осмысленно, если оно либо истинно, либо ложно. Таким образом, высказывание "А-осмысленно" равносильно дизъюнкции "А—истинно" или "А-ложно". Высказывание В называется презумпцией высказывания А, если осмысленность А влечет истинность В. В частности, для вопросительного выражения, имеющего форму "Верно ли А?", презумпцией является высказывание В, истинность которого влечет возможность осмысленного ответа на этот вопрос. Знаменитый вопрос Карлсона, обращенный к фрекен Бок: "Ты уже перестала пить коньяк по утрам?", имеет в качестве презумпции предположение, что "фрекен Бок регулярно пьет коньяк по утрам". Это предположение для нее оскорбительно, но, будучи обращенным в презумпцию, ставит фрекен Бок в тупик: на этот вопрос она не может ответить ни да, ни нет. Она обязана отвергнуть сам вопрос, ибо вопрос есть одновременно утверждение презумпции, а отрицать презумпцию можно только отрицая правомерность вопроса, но не путем ответа на него.

Логика Бочвара позволяет решить проблему некоторых математических антиномий за счет того, что антиномические высказывания оказываются бессмысленными. Для бессмысленного высказывания А его отрицание также бессмысленно, то есть ни А, ни его отрицание не являются истинными, и такое положение вещей согласуется с логическими нормами. Правда, для такого согласования понадобилось эти нормы модифицировать по сравнению с классической логикой.

Вместо значения "бессмыслица" можно рассматривать значение "неизвестно". Тем самым, высказывания могут быть не только истинными или ложными, но еще и такими, чья истинность или ложность не могут быть установлены в силу отсутствия информации или принципиальной невозможности установить их истинность или ложность, то есть, как говорят в науковедении, их "неверифицируемости". Таблицы истинности для операций остаются такими же самими.

Расширение выразительных возможностей логики можно осуществить путем введения промежуточных значений между истиной и ложью. Проще всего рассмотреть логику, где истинностное значение может быть любым числом между нулем (ложью) и единицей (истиной). Конъюнкцию двух высказываний, принимающих значения a и b , естественно определить как произведение ab . При $a=0$, $b=1$ конъюнкция принимает значение 0 (ложь). При $a=b=1$ имеем $ab=1$. То есть при "крайних" (чистых) значениях истинности конъюнкция ведет себя как обычная конъюнкция.

Отрицание естественно определить как:

$$a=1-a.$$

Чем ближе a к истине, тем ближе отрицание a к лжи. Кроме того, отрицание отрицания равно утверждению: $!(1-a)$. Дизъюнкцию удобно определить так, чтобы выполнялись законы де Моргана:

$$a \vee b = 1 - (1-a)(1-b) = a + b - ab.$$

Для "крайних" значений 0 и 1 эта формула приводит к тем же результатам, что и классическая конъюнкция: $0 \vee 0 = 0$, $0 \vee 1 = 1$, $1 \vee 1 = 1$. Импликацию удобно определить через дизъюнкцию и отрицание, как в классической логике высказываний. Это в результате приводит к такому выражению:

$$a \rightarrow b = 1 - a + ab = (1-a) + b - (1-a)b = 1 - a + ab.$$

И опять для "крайних" значений получаются обычные правила:

$$0 \rightarrow 0 = 1; 0 \rightarrow 1 = 1; 1 \rightarrow 0 = 0; 1 \rightarrow 1 = 1.$$

Посмотрим теперь, при каких значениях a и b импликация истинна:

$$1 - a + ab = 1,$$

$$a(b-1) = 0.$$

Отсюда имеем два решения: $a=0$ и $b=1$, при которых $a \rightarrow b = 1$. Импликация ложна, когда $1 - a + ab = 0$ или $1 = a(1-b)$.

Это равенство возможно только при $a=1$ и $b=0$.

Во всех остальных случаях импликация принимает промежуточные значения между нулем и единицей.

Рассмотренная алгебра логики разработана В.А.Лефевром для описания структуры этической рефлексии. Значения, приписываемые высказываниям, в этой алгебре интерпретируются как ценности выражаемых высказываниями ситуаций на шкале между добром и злом. Эта алгебра позволяет описывать рефлексивные итерации, когда оценка событий сама становится предметом этической оценки, а также характеризовать оценки комбинированных ситуаций, объединяющих более простые, через оценки последних.

Известны и широко используются в логике и другие многозначные системы с дискретным набором значений.

Особую роль играют так называемые модальные логики с операторами необходимости и возможности. Наряду с высказыванием A в них можно образовать высказывания QA ("Необходимо A ") и OA ("Возможно A "). Обычно в этих логиках используются аксиомы:

$$PA \leftrightarrow OIA, \text{ т.е.}$$

отрицание необходимости равносильно возможности отрицания, а также:

$$QA \rightarrow QA, \text{ т.е.}$$

необходимость A влечет возможность A (но не наоборот).

Существуют различные варианты модальных логик, определяемые дополнительными аксиомами. Например, очень естественно принять аксиому:

$$OA \rightarrow A,$$

хотя она используется и не во всех модальных логиках.

Очень важной оказалась интерпретация модальных логик, предложенная С.Крипке. В этой интерпретации фундаментальным оказывается понятие множества мыслимых ми-

ров. Рассматриваются высказывания, имеющие смысл для каждого из миров, но одно и то же высказывание может быть истинно в одном из миров и ложно в другом. Когда говорится об истинности какого-либо высказывания A , то подразумевается, что оно относится к одному из миров. Каждый мир обладает своей (непустой) окрестностью, состоящей из всех "близких" к нему миров (или миров "достижимых" из данного мира). Необходимость высказывания $A(GA)$ интерпретируется как истинность A для всех близких к данному миров, а возможность - как истинность хотя бы в одном из "близких" миров. Ясно, что отрицание необходимости A означает, что существует такой "близкий" мир (лежащий в окрестности данного), для которого A ложно, то есть выполнено $\neg A$. Это значит, что возможно $\neg A$. Итак, $\neg GA \rightarrow \Diamond \neg A$. Легко убедиться, что импликация действует и в противоположную сторону. Итак, в модели С.Крипке может быть доказано соотношение, которое, вообще говоря, принимается как исходная аксиома модальных логик. Тем самым мы убеждаемся в том, что интерпретация модальных логик по Крипке (в модели воображаемых миров) согласуется с наиболее общей аксиомой, связывающей необходимость и возможность.

Рассмотрим следующий пример. Пусть имеется совокупность исходных (атомарных) высказываний $P_1, P_2, \dots$, а высказывания $A, B, C, \dots$ образуются из атомарных с помощью операций логики высказываний. Каждый из мыслимых миров определяется путем приписывания определенных значений "истина" или "ложь" каждому из атомарных высказываний. Всего, таким образом, мы имеем совокупность из 2^n мыслимых миров. Истинность высказывания A в данном мире определяется по правилам алгебры высказываний на основе истинности или ложности атомарных высказываний. Пусть, например, $A = P_1 \vee P_2 \rightarrow P_3$. Тогда в мире, где $P_1 = \text{И}$, $P_2 = \text{И}$, $P_3 = \text{Л}$ высказывание A истинно, а в мире, где $P_1 = \text{И}$, $P_2 = \text{И}$, $P_3 = \text{Л}$, то же самое высказывание A - ложно. Окрестностью любого мира мы будем называть совокупность всех миров. Тогда GA означает, что высказывание A истинно во всех мирах, т.е. является тавтологией, а $\Diamond A$ означает, что A истинно хотя бы в одном мире, т.е. не является противоречием.

ГЛАВА VII

ЧТО ЕСТЬ ЗНАНИЕ?

Когда мы имеем дело с феноменом знания, то первое, что мы в нем усматриваем, - это его содержание. (Что знает данный субъект? Сколь полно и адекватно его знание о данном предмете?) Когда говорится, что экзамен - это проверка знаний, то имеется в виду именно выяснение содержания знаний экзаменуемых.

Гораздо труднее выяснить: что есть само знание, какова его сущность и каковы формы его существования?

Разумеется, по вопросу о природе и формах знания существуют различные точки зрения. Мы начнем с такой характеристики знания, которое оказалось бы приемлемым с разных точек зрения, чтобы, отталкиваясь от нее, указать на варианты возможных представлений.

Знание - это окно, связывающее субъекта с окружающим его миром. Когда мы смотрим в окно, мы фиксируем внимание на том, что открывается через это окно, но весьма мало интересуемся устройством самого окна. Во всяком случае, пока не обнаружим, что оно может искажать представление о действительности. Знание - это и есть тот феномен, который связывает субъекта с миром, позволяет осмыслить этот мир, целесообразно действовать в этом мире и осмысливать свои действия и их результаты. Знание теснейшим образом связано со способностями человеческого разума. Именно разум (наряду с интуицией и верой) позволяет не только получать определенное знание, но и отдавать ясный отчет в источниках и путях получения знания. С помощью разума можно и само знание сделать предметом познания, получая знание о знании. В частности, именно с помощью разума можно постигнуть отношение разума и веры, логики и интуиции в процессе получения знания. Знание возникает в переживаемом опыте общения с действительностью и существует как память об этом опыте. Такое представление о знании, можно сказать, универсально для различных философских систем. Отличие состоит в представлении о действительности и общении с нею.

В платоновской философии подлинной действительностью считается мир вечных и неизменных идей – все феномены из мира вещей, воспринимаемые в ощущениях, суть лишь тени идей. Субъект познания изначально связан с миром идей, опыт переживания действительности в такой трактовке не нужен. Знание при такой трактовке есть воспоминание об априори данных объекту идеях. Человек (субъект знания) рассматривается как заранее причастный к тем понятиям, в которых формируется его знание. Достаточно актуализировать эту причастность – и знание сможет быть явно выражено как высказывание, формируемое в понятиях. Субъект, не умеющий актуализировать своё знание, то есть вербализовать это знание – передать в словах, обозначающих понятия, нуждается в помощи. Метод сократического диалога, демонстрируемый в диалогах Платона, состоит в том, чтобы помочь субъекту вспомнить то, что ему как бы априори известно, но чем он свободно не может распоряжаться по своей воле. Этот метод называется ещё маевтическим (или родовспомогательным), а человек, помогающий субъекту вспомнить, восстановить заранее присущее ему знание, уподобляется акушеру. Его роль не передать субъекту знание, не научить его, но помочь ему вывести на свет божий то знание, которое ему заранее присуще. Противоположным явлением является материалистическое представление о знании как отражении чувственно воспринимаемой действительности в сознании субъекта. Прада, в обоих вариантах роль субъекта знания оказывается сравнительно пассивной – в одном случае соприкосновение с миром идей задано исходно, в другом случае знание «загружается» в память субъекта через его ощущение.

Для концепции знания по Аристотелю принципиально, что познаваемый предмет предшествует знанию о нём, а познание зависит от этого предмета. Но когда знание осуществилось, то его предмет и само знание о нём образуют целостное единство. Знание есть род обладания, то есть особого рода способ бытия. Развитие знания о предмете приводит к возникновению понятия о предмете, раскрывающего существенные черты последнего.

Кант заметил, что некоторые наиболее общие понятия (категории) не формируются из знания о предмете, но являются априорной формой, в которой субъект мыслит предмет. Такая форма знания не определяется предметом, но навязывается ему априори субъектом знания. В этом случае знание по-прежнему возникает как переживание действительности, но это переживание в гораздо большей степени определяется субъектом переживания, а не внешней к нему действительностью. Наконец, само знание субъекта может стать предметом его же знания. Более того, ниоткуда не следует, что владение знанием есть одновременно владение знанием об этом знании. В платоновской концепции знания есть очень важный момент – признание, что знание может присутствовать в субъекте неявно. Субъект не знает истинного объёма и содержания собственного знания: он не контролирует свою память целиком. Но это не значит, что неявное знание не используется субъектом в его поведении. Современный науковед М. Полани убедительно показал, что значительную часть компетенции учёного составляет именно его личное неявное знание, которое он сам не умеет выразить в суждениях и тем более обосновать. Это подтвердилось в практике создания компьютерных систем, основанных на знаниях экспертов. Выяснилось, что специалист эксперт, успешно решающий проблемы в своей профессиональной области, очень часто не в состоянии адекватно сформулировать реальное содержание своих знаний. Он, как правило, не осознает всех подразумеваемых презумпций и не видит заранее всех ограничений применимости используемых положений, пока речь не идет о разборе конкретного казуса. Очень часто специалист диагностирует критическую ситуацию не по набору известных ему признаков, но путем распознавания образов. Так, например, человек легко отличает изображение кошки от изображения собаки, но делает это отнюдь не путем проверки дискурсивных признаков. Во всяком случае, сформулировать такой набор признаков было бы весьма нелегкой задачей. Неспособность в данный момент выразить собственное знание в дискурсивных понятиях как логическое суждение не мешает субъекту фактически использовать это знание. Трудность возникает тогда, когда это знание надо передать другому субъекту или тем более вложить в компьютерную базу знаний. В последнем случае. Используются специальные методы инженерии знаний, позволяющие трансформировать личное знание специалиста, которое он сам явно не осознает, в информацию, которую можно вложить

в память компьютера. Фактически инженерия знаний вырабатывает способы преобразования знания в информацию. Задача специалиста по инженерии знаний - осуществлять наиболее адекватное преобразование такого рода, несмотря на то, что между личным знанием и его информационным представлением точное соответствие в принципе невозможно, как невозможно преобразование энергии с коэффициентом полезного действия 100%. При этом когнитолог должен быть уверен, что он не повредит в процессе работы с экспертом его структуру знаний.

В сущности, когнитолог - это гуманитарный специалист (психолог, психолог, методолог), умеющий решать прикладные задачи работы с профессиональными знаниями специалистов в самых различных областях. Основная его задача состоит в том, чтобы выразить, вербализовать и тем самым сделать общедоступным то знание, которым неосознанно владеет и пользуется эксперт-специалист. Когнитолог должен уметь вести с экспертами сократические диалоги, вызывая в процессе этих диалогов "кристаллизацию" знаний.

Сократический диалог когнитолога с экспертом при извлечении из него знаний, которые должны составить содержимое базы знаний, в некотором смысле должен компенсировать невозможность непосредственного устного диалога учителя (эксперта) с обучающимся (пользователем). Последний не может занять положение ученика выдающегося специалиста, но перед ним плод диалога этого специалиста с когнитологом, представленный в экспертной системе.

На основе анализа литературы можно реконструировать ряд важных принципов ведения таких диалогов, лежащих в основе инженерии знаний:

1. Когнитолог не должен требовать от эксперта обоснования высказываемых суждений и сам не должен их критиковать. Опасно создать у интервьюируемого эксперта кри-

стическую установку, отфильтровывающую те из его знаний, источник и основания ко-

торых он не в состоянии осознать.

2. Когнитолог должен уметь установить сферу компетентности эксперта, ее "ядро" и

"периферию", уметь охарактеризовать достоверность и значимость представляемых знаний.

3. Когнитолог должен уметь задавать эксперту те вопросы, которые сам эксперт себе не задает (принцип исследования подсознательного по А.А.Брудному), но на которые только он может дать компетентный ответ.

4. Когнитолог должен уметь выявить установку и презумпцию эксперта при разборе

отдельных задач. Не будучи профессионалом в данной области, он должен уметь взгля-

нуть на разбираемые задачи глазами эксперта, установить, что тот видит в данной задаче

и с какой познавательной установкой к ней подходит.

5. Когнитолог должен способствовать тому, чтобы у эксперта вырабатывалась уста-

новка на контакт. Беседа с когнитологом должна укреплять структуру знаний эксперта, а

не вытеснять содержимое его подсознания, как это происходит в сеансах психоанализа.

Именно поэтому должны исключаться расспросы о мотивах, источниках и основаниях экспертного знания.

6. Когнитолог не должен стимулировать обобщения получаемых от эксперта сужде-

ний, формулировок общих принципов, так как иначе может исказиться представление о

его реальных знаниях и пределах их применимости*.

7. Когнитолог должен охотно принимать от эксперта знания, выраженные в виде ме-

тафоры, притчи, эвристики, требующие дальнейшей интерпретации и допускающие не

однозначную расшифровку. Не следует требовать такой расшифровки, снимающей многозначность и смысловую емкость метафоры, от самого эксперта.

8. Когнитолог должен обеспечить обратную связь эксперта с перед-»яным им знанием.

Эксперту следует демонстрировать результаты применения к конкретным задачам тех

знаний, которые он сумел явно сформулировать в процессе интервью. В результате экс

перт может оценить необходимость дополнений или разъяснений представленных им

* В ряде случаев профессиональные знания эксперта описываются как прецеденты с посильной мотивировкой предлагаемых действий. Все такого рода предосторожности необходимы, чтобы сохранить аутентичность описаний профессиональных знаний, не использовать представлений экспертов о том, как "полагается" формулировать знания.

знаний. В рамках этой демонстрации эксперт способен более полно осознать ту структуру знаний, которую он фактически использует.

9. Когнитолог должен отдавать себе отчет в том, что его работа с экспертом изменяет состояние сознания последнего. Это налагает на него особую профессиональную ответственность.

10. Когнитолог должен уметь вызвать чувство симпатии и доверия у интервьюируемого, сделать для него контакт комфортным (необременительным) и не вызывающим опасений. Необходимо создавать у эксперта уверенность, что процесс интервьюирования дает ему определенный выигрыш: позволит лучше осознать собственные знания, подготовить профессиональные публикации, гарантирует авторство на создаваемую базу знаний и т.п.

На сегодняшний день еще не получено удовлетворительного ответа на вопрос о том, как вводить в БЗ знания нескольких экспертов. Необходимость использования группы экспертов является очевидной для того, чтобы представить в БЗ разные аспекты рассматриваемой проблемы. Но что делать, если мнения экспертов явно или неявно противоречат друг другу или влекут разные рекомендации?

Попытки найти "усредненное" мнение заранее обречены на неудачу. Усредняя мнение гениев, мы можем получить мнение посредственности. Убрать противоречивые мнения значило бы обеднить экспертные знания. Остается один путь — искать логику работы с противоречиями.

Вполне приемлемым оказывается метод разрешения противоречий путем выбора наиболее компетентного эксперта (с точки зрения пользователя или экспертной группы) в том вопросе, по которому в данный момент принимается решение или выбирается рекомендация.

Иногда вместо того, чтобы заставлять экспертов подробно рассказывать об используемых ими правилах действий, можно использовать наглядную демонстрацию ими своего метода решения конкретных задач. При таком способе задача когнитолога состоит не в ведении интервью, но в подборе характерных задач и протоколировании их анализа экспертами. Характер работы когнитолога от этого не меняется, ибо его задача - реконструировать правила, неявно лежащие в основе используемых специалистом - экспертом методик. Профессиональное знание передается при этом как бы "законсервированным" в самой практике решения задачи.

Возможна стратегия, при которой когнитолог вначале выясняет у эксперта, какие из предполагаемых альтернатив он выбирает на данном этапе исследования казуса. На этой основе формулируются полунтуитивные правила, которые когнитолог угадывает в действиях эксперта. Затем происходит формальный разбор этого казуса на основе полученных правил, а эксперт дает свою оценку работы такого "полуфабриката" базы знаний. Процесс идет как многошаговое взаимодействие эксперта с контролируемой базой знаний.

Артикуляция персонального знания через понятия в форме высказываний делает его общественным достоянием. Важно отметить, что это не единственный способ передачи знаний в обществе. Знание языка не может передаваться исключительно через описание языка в понятиях. Иначе ни один ребенок и не мог бы получить знание родного языка. Более того, включение в научную школу новых учеников и последователей происходит отнюдь не путем изучения ее трудов или слушания лекций, но через непосредственное участие в проводимых исследованиях. Культура научной работы передается теми же механизмами перенимания навыков путем воспроизведения образцов работы, как и навыки ведения сельского хозяйства или домашнего устройства. Соответствующие механизмы весьма детально описаны в работах М.А.Розова в виде теории социальных эстафет, в которых образцы действий передаются от одного участника к другому путем непосредственного подражания. Такая эстафета служит механизмом социальной памяти, в которой фактически хранится знание, принадлежащее обществу в целом. Итак, знание может существовать в трех основных формах:

- 1) *личное знание* как содержание индивидуального сознания (явное или неявное);
- 2) *социальное знание* - как эстафета передачи образцов поведения;
- 3) *знание, выраженное в понятиях*, которое с одинаковым успехом может быть достоянием личности или достоянием общества, отчужденным от

конкретных личностей и хранимым на тех или иных материальных носителях (рукописи, книги, память компьютера). В последнем случае такое знание уместно именовать информацией.

ГЛАВА VIII

КАК ВОЗМОЖНО ЗНАНИЕ О ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ?

Для Платона проблема познания упиралась в то, что согласно воззрениям Гераклита мир текуч и неуловим в понятиях. Ни одно событие не повторяется, все вещи индивидуальны и меняются, так что сохранить знание о них практически невозможно. Более того, любое впечатление о вещи или событии не есть настоящее знание, ибо оно фиксирует лишь преходящие моменты бытия. Поэтому Платону пришлось обосновывать саму возможность знания через мир вечных и неизменных идей, то есть понятий, обладающих собственным существованием, предшествующим существованию вещей и независимым от этих вещей. Именно способность индивидуума непосредственно постигать (вспоминать) идеи и определяет согласно Платону человеческую способность познавать мир. Познание происходит не через ощущение вещей и явлений, но через постижение идей -понятий самих по себе, а эмпирические, впечатления организуются сознанием, обладающим необходимым набором понятий. В такой формулировке мы несколько модернизируем мысль Платона, связывая ее с вполне определенной гносеологической тенденцией, проходящей красной нитью не только в философии, но и в точных науках, полагающих реальным знанием только то, что удастся ясно выразить в точных понятиях, априори присущих исследователю. В идеале речь идет о том, что познание идет путем выражения свойств познаваемой действительности через устойчивые математические структуры. Математика не столько изучает формы и отношения мира, сколько конструирует некие формы и отношения, через которые удастся выразить феномены природы. С точки зрения Аристотеля, можно было бы сказать, что науки исследуют и описывают формы и отношения, воплощаемые в природных явлениях и составляющие их сущности. Именно форму вещи Аристотель считал ее сущностью в отличие от косного материала.

Аристотель видел путь познания не столько в математических формах, сколько в отношениях между понятиями, в том числе родо-видовых.

Познание тесно связано с определением принадлежности предмета к некоторому классу и установлением родо-видовых отношений. Знание возможно как знание об общем, то есть о классе, включающем некий предмет или явление. Не случайно, как мы видели, в основе рассуждений в логике Аристотеля лежат отношения между классами, используемые в силлогизмах. Научное знание характеризуется необходимостью своего содержания и всеобщностью своей применимости. В этой связи очень важно учение Аристотеля о причинности, ибо задача научного знания как раз и состоит в выяснении причин, в силу которых вещь не только существует, но и не может существовать иначе, чем она существует. Знание - это, в частности, установление условий существования или несуществования некоторого факта. Аристотель указывает четыре рода причин:

1) *действующая причина* (causa efficiens) - это причина в современном понимании, воздействующая на объект, как механическая сила действует на движение тела; 2) *финальная причина* (causa finalis), или цель, требующая, чтобы движение предмета или изменение некоторой ситуации было направлено на определенный результат. В современной физике роль финальной причины играют всевозможные вариационные принципы, требующие, чтобы движение материальной системы происходило так, чтобы некоторый функционал обращался в минимум (ср., например, принцип наименьшего действия); 3) *материальная причина* (causa materialis), когда нечто определяется самим материалом предмета (например, падение тела или его растворение); 4) *формальная причина* (causa formalis), определяющая ту или иную эволюцию предмета в силу его формы. Так, форма крыла определяет подъемную силу и тем самым оказывается причиной, воздействующей на траекторию полета. Познание возможно как установление причин, с необходимостью приводящих к тому или иному феномену. Сама эта необходимость определяет устойчивость познаваемого явления и тем самым возможность его познания. Предмет ощущения - единичное и привходящее. В противоположность этому предметом знания (по Аристотелю) является общее и необходимое. Именно возможность познать причинные связи как проявление общих законов есть залог возможности познания.

В сущности, точка зрения Аристотеля является системной. Мир состоит из многообразия предметов и явлений, которые могут быть лишь предметом ощущения, но не зна-

ния. Познание направлено на системную организацию этих предметов, на выяснение естественного места каждого среди других, на проявляемые в этих предметах сущности. В отличие от Платона, Аристотель рассматривает вещи не как тени идей, но как воплощение идеальных сущностей.

Еще один подход к пониманию возможности познания заключен в атомистической концепции Демокрита, в которой вещи рассматриваются как составленные из вечных и неизменных атомов - неделимых частиц. В этом случае познание направляется на первооснову вещей - те простейшие сущности, из которых эти вещи складываются и через которые можно объяснить наблюдаемые свойства вещей. Итак, мы видим, что уже в античной философии был поставлен вопрос о том, как в меняющемся многообразии мира найти нечто устойчивое, что может служить предметом знания. На этот вопрос было получено три ответа: идеальные структуры, отношение между вещами и простейшие составляющие этих вещей. Эти три ответа не исключают один другого, но взаимно дополняют. Все три фактически используются в современной научной методологии.

Заметим, что для античных авторов не было сомнения в том, что наличие устойчивого предмета знания определяется свойствами мира, как упорядоченного Космоса, а не субъективной способностью человека упорядочивать хаотический поток своих ощущений. Древним грекам вряд ли пришла бы в голову мысль Канта о том, что пространство и время - это априорные категории, с помощью которых человек получает хорошо организованный (вложенный в пространственно-временной каркас) образ мира. Истоки подобного субъективизма в теории познания коренятся в средневековом споре реалистов и номиналистов. Для реалистов типа св. Фомы Аквинского общие идеи обладали высшей реальностью, в то время как для номиналистов типа Оккама общие идеи (универсалии) - это лишь имена вещей, а реальностью обладали лишь единичные предметы. Однако для познания вещей человек вынужден описывать их на языке универсалий. С точки зрения реалистов такой язык определяется реальным бытием самих универсалий, но с номиналистической точки зрения универсалии - это лишь удобная условность; тем самым уже недалеко до представления о том, что категории для описания универсалий имеют чисто субъективную природу, как заложенная в человеческое сознание способность организовывать картину мира. Отказ от реализма в онтологии открывает дорогу субъективизму в теории познания.

В теории познания И.Канта различаются открытая познанию "вещь для нас" и непознаваемая "вещь в себе" - как недоступная постижению разумом сущность. Так очерчивается граница познавательных возможностей чистого или теоретического разума. Тем самым учение Канта отрицает возможность познания разумом религиозных истин, относя религию к сфере воли и чувств в качестве основы морали. Существование Бога по Канту не может быть доказано и познано, но принимается как постулат практического разума, имеющий целью придать смысл миру и человеческой жизни. По существу, теоретико-познавательная позиция Канта может быть квалифицирована как агностицизм - отказ от познания сущностей и ограничение сферы познания организацией непосредственно наблюдаемых феноменов и аналитическими суждениями, выводимыми из априорных истин и эмпирических фактов. Во всем этом можно увидеть идейную преемственность линии: средневековый номинализм - кантовский агностицизм - позитивизм. Этой линии противостоит рационалистическая традиция, восходящая к Аристотелю и Аквинату.

ГЛАВА IX

КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Познание мира, по крайней мере, в той его части, которая относится к науке, опирается на вполне определенные методы исследования. Эти методы, в свою очередь, строятся исходя из определённого представления о природе предмета исследования. Если исследователь заранее склонен отрицать возможность связи происходящей во времени эволюции с её целью, то он будет изучать механизм этой эволюции, исключая такую связь. Однако Л.С.Берг поставил вопрос о целесообразной закономерности эволюции живого и создал концепцию помогенеза, противостоящую механистическому дарвинизму -

му. Если исследователь уверен, что организм человека функционирует как машина, то он будет искать алгоритмы этой деятельности, но не обнаружит в человеке ни души, ни свободы воли, ни самого феномена личности, ибо он будет подходить к изучению человека с методами, применимыми к исследованию машины.

По сути, речь идет о своеобразном методологическом порочном круге: метод исследования заранее предполагает определенную природу предмета исследования, эти предположения предопределяют метод. Фактически это означает, что познание предполагает предзнание познаваемого объекта. Можно искать выход из этого порочного круга на пути к априоризму — предположению об априорном характере категорий сети, используемой для описания познаваемого предмета. На этом пути можно достичь полного агностицизма — отрицания самой возможности познания.

Более плодотворный выход состоит в том, чтобы признать наличие зазора между познавательными интенциями и бытием, на которое они направлены. Зазор этот преодолевается не под диктовку метода, но в свободном духовном действии. Эта свобода ограничивается априорными презумпциями, принимаемыми исследователем как неоспариваемая очевидность, делающая осмысленным тот или иной метод как способ вопрошания исследуемой реальности. Для обретения свободы полезно осознать эти презумпции, не как навязанную объективно (в том числе самим объектом) необходимость, но как варианты познавательных установок, допускающие свободный выбор между ними.

Очевидным примером этого может служить отношение к редукционизму. Почти вся физика построена на редукции явлений к простейшим механизмам и субстанциям. В то же время основные идеи теории систем группируются вокруг изучения специфики целостных свойств системы, не редуцируемых к свойствам ее составляющих. Эти идеи начали проникать и в космологию, и о них мы еще будем говорить далее. Этот пример хорош еще и как типичный случай взаимной дополненности или двойственности познавательных установок. Бессмысленно спрашивать, какая из них истинна. Более того, нельзя выбрать из них единственно состоятельную. В своих сферах применимости обе установки плодотворны. Можно лишь заметить, что физический редукционизм ведет обычно к принципиальному отрицанию целостных свойств организма (вообще системы), рассматривая попытки изучения таких свойств как виталистические (и тем самым порочные). В то же время антиредукционизм, или холистический, целостный подход, не отрицает необходимости рассматривать возможность сведения свойств системы к простейшим всюду, где это возможно и плодотворно.

Важно отметить, что рассматриваемые далее противопоставления познавательных установок не связаны прямо с тем или иным философским решением онтологических и гносеологических проблем, но суть разные рекомендации о том, как познавать познаваемое. Поэтому, может быть, удобнее (да и короче!) говорить не о познавательных установках, а об эвристиках, записывая соответствующие формулировки двойственных эвристик в повелительном наклонении.

Идея рассмотрения двойственных эвристик заимствована автором у С.Ю.Маслова (из его письма к А.А.Любичеву от 3 мая 1971г.). Там же описаны первые семь пар из приводимых далее эвристик в несколько отличной от даваемой ниже формулировке. Несмотря на довольно абстрактную форму этих эвристик, выбор той или иной из них существенно предопределяет ход исследования — эвристика говорит нам, что может служить ответом на задачу, а что мы отказываемся принимать как таковой. Тем самым сужается круг поисков возможных решений. Впрочем, лучше начать непосредственно с перечня девятнадцати пар эвристик, которые мы разделяем на Н-эвристики и Р-эвристики (условно различая их по тяготению к номинализму и реализму):

1Н) индивидуальная вещь важнее идеи (подлинное существование имеют только индивидуальные объекты), следовательно, ищи конкретные свойства индивидуума;

1Р) идея важнее своего воплощения, следовательно, изучая конкретный предмет, нужно искать воплощенную в нем идею;

2Н) исследовать целое нужно путем сведения его к элементарным частям, которые определяют свойства целого;

2Р) нужно изучать специфику целостного объекта, а в его частях искать проявления целого;

3Н) искать, как внешняя среда определяет внутренние свойства объекта (влияет на внутренние свойства);

3Р) искать, как внутренние свойства формируют внешнюю среду;

4Н) описывать, не объяснять;

4Р) важнее объяснять, чем описывать;

5Н) измерять явления числами - стремиться к количественной характеристике наблюдаемых феноменов;

5Р) числа правят миром, следовательно, нужно искать математические структуры, лежащие в основе феномена;

611) искать объективное описание явлений, инвариантное по отношению к различным наблюдателям и способам представления;

6Р) искать описания явлений с позиций разных наблюдателей, не смущаясь противоречивостью субъективных описаний;

7Н) расщеплять объект и субъект, четко отделять объективное от субъективного;

7Р) признавать, что познание есть результат слияния познающего субъекта с познаваемым объектом, стремиться к такому слиянию;

8Н) искать причинно - следственные связи между явлениями;

8Р) искать смысл явлений, проявляющийся в целях;

9Н) сводить явления к первичной реальности, фиксировать уровень описания;

9Р) признавать разные уровни реальности, учитывать разные уровни при описании сущего (объект и его меру, практику и идеал);

ЮН) всякая информация связана с некоторым носителем. При изучении информационного процесса следует искать физический носитель информации и конкретный код;

ЮР) искать информацию, независимую относительно физических свойств ее носителя и способа кодирования;

НИ) все существенное надо искать в модельных примерах;

НР) искать общую аксиоматику, гарантирующую нужные свойства в модельных примерах. Искать теорию, воплощенную в данном классе моделей;

12Н) искать законы сохранения: что сохраняется и при каких условиях?

12Р) искать ресурсы развития в нарушениях законов сохранения;

13Н) не вводить новых сущностей ("бритва Оккама");

13Р) вводить новые сущности (вообще неизвестные факторы) там, где они могут быть охарактеризованы и обладают объяснительной силой;

14Н) не различать того, что несущественно в данной ситуации;

14Р) помнить, что процедуры отождествления многообразны и нетривиальны, поэто-му нужно тщательно исследовать принципы отождествления;

15Н) рассматривать все в историческом развитии;

15Р) рассматривать явления системно, в рамках логических связей, отвлекаясь от исторических случайностей;

16Н) в описании мира важен смысл, а не способ его выражения;

16Р) существенно, как выражено описание. Следует искать наиболее адекватный способ описания в естественной системе понятий;

17Н) истина, добро и красота историчны и конвенциональны; критерии истинности, эстетичности и нравственности следует рассматривать в исторической парадигме;

17Р) существуют абсолютные истина, добро и красота, относительно которых следует оценивать все сущее;

18Н) теория об объекте, имеющаяся у исследователя, не является продуктом деятельности самого объекта;

18Р) теория о сложном объекте, имеющаяся у исследователя, может быть частично продуктом деятельности самого объекта;

19Н) объект не зависит от факта существования теории, описывающей этот объект;

19Р) объект может претерпевать внутренние изменения под влиянием теории, описывающей этот объект.

Рассматривая перечень эвристик, можно сразу усмотреть следующие его особенности. Приведенные эвристики частично корродированы - мы не старались вычленивать независимые эвристики. Список эвристик открыт для дальнейшего пополнения - он никак не

претендует на завершенность. Исследователь вовсе не обязан принимать альтернативу -пользоваться Н*-эвристиками или Р-эвристиками. Он их может комбинировать в произвольном сочетании и даже пользоваться Н-эвристиками и Р-эвристиками с одним и тем же номером.

Главное в этом перечне - это идея о том, *что* можно пользоваться (и весьма плодотворно) дополнительными эвристиками. Наоборот, абсолютизирование одной из эвристик с моральным запретом на дополнительную к ней ведет к трудностям как в описаниях науки, так и в методологии научного описания реальности.

С этой точки зрения нельзя не увидеть некоторое преимущество Р-эвристик. Они устроены так, что как бы подразумевают законность применения соответствующих Н-эвристик. Но "бритва Оккама" (сама по себе часто игравшая полезную роль) легко превращается в гильотину.

Попробуем на примерах показать конкретную плодотворность каждой из 38 перечисленных эвристик.

Эвристика (Ш) полезна хотя бы в криминалистическом исследовании вещественных доказательств.

(IP) - лежит в основе геометрии, выделяющей в реальных (материальных) линиях, фигурах и телах идеальные (геометрические) категории.

(211) - традиционный принцип физического редукционизма, приведший к открытию атомов, элементарных частиц, квантов света и т.п. (2P) - принцип системности (ирредукционизма).

(3H) - лежит в основе идеи естественного отбора (как среда и конкуренция формируют биологические таксоны).

(3P) - работает в генетике, помогает прийти к идее о первостепенной роли генотипа перед фенотипом, в эволюционном учении приводит к теории гомогенеза. 4H) - бэконовский принцип в науке. 4P) - по мнению ААптера, лежит в основе кибернетики.

5H) - ведет к созданию математической статистики и ее многочисленных приложений. 5P) - лучшая иллюстрация - теория относительности: ищется геометрическая структура, лежащая в основе физических явлений. Аналогичная идея лежит также в основе ряда работ Ю.И.Кулакова по теоретической физике.

(6H) - эта эвристика столь традиционна, что не нуждается в подкрепляющих примерах.

(6P) - идея введения наблюдателя очень существенна в теории относительности и квантовой механике. Эта же эвристика лежит в основе метода экспертных оценок. 7H) - является необходимой предпосылкой для (6H).

(7P)- используется в литературоведческом анализе поэтических произведений, в анализе рефлексивных структур.

(8H) - традиционный физико-химический подход.

(8P) - ведет к созданию вариационных принципов в физике, к исследованию оптимальных стратегий в кибернетике и др.

(9H) - сведение физических и химических феноменов к явлениям на атомно-молекулярном уровне, стремление к четкому разграничению синтаксиса и семантики в лингвистике.

(9P) - введение Ньютоном в механику закона всемирного тяготения, несводимого к традиционной механической реальности.

(ЮH) - иллюстрируется идеей поиска носителя генетической информации и раскрытия генетического кода.

(ЮP) - с этой эвристикой связано изучение смысловых характеристик информации, где свойства приемника гораздо важнее свойств канала передачи. Существуют ситуации рефлексивного управления, где информационные каналы отсутствуют. Само управление происходит за счет общего осознания ситуации ее участниками.

(11H) - объяснение сущности теории относительности путем анализа парадокса о близнецах.

(IIP) - изучение синтаксиса языка путем описания аксиоматики синтаксических управлений.

(12Н) - открытие закона сохранения странности или изотопического спина (в физике элементарных частиц); открытие нейтрино из закона сохранения энергии при бета-распаде.

(12Р) - открытие виртуальных частиц, ответственных за ядерные (сильные) взаимодействия, поиск способов увеличения организованности системы за счет "копирования" информации; космологические теории образования Вселенной из протона.

(13Н) - отказ от гипотезы эфира; бихевиоризм в психологии.

(13Р) - введение фактора гравитации или слабых взаимодействий в физику; теория биологического поля по А.Г.Гурвичу; введение понятия потенциальной формы в морфологии и категории "подсознание" в психологии.

(14Н) - формирование понятия "слово" в лингвистике; идея изоморфизма моделей.

(14Р) - исследование трудностей понятия "слово" в лингвистике; анализ понятия "фонема" в лингвистике.

(15Н) - идея филогенетической классификации биологических видов (по родству).

(15Р) - идея "естественной" классификации в биологии; периодическая таблица Менделеева; классификация элементарных частиц.

(16Н) - физическое моделирование (например, механических или тепловых систем электрическими); идея выделения элементарных единиц смысла для машинного перевода.

(16Р) - эта эвристика тесно связана с (13Р). Так, введение в термодинамику теплорода есть одновременно введение новой субстанции (сущности) и естественного языка для описания процессов передачи тепла; в лингвистике эта эвристика ведет к развитию стилистики как особой ветви науки об языке.

(17Н) - очень важна для истории науки и культуры, без понимания историчности критериев истины нельзя оценить уровень древней науки, без понимания исторического многообразия эстетических взглядов непонятен уровень художественности произведений далеких от нас стилей. Полезна также для юридической кодификации, обязанной считаться с историческими обусловленными конвенциями, и при научном исследовании нравственности.

(17Р) - играет решающую роль в исследовании логических основ науки, в различении убедительности и доказательности. Существенна при различении юридических и нравственных категорий.

(18Н) - это известный тезис Эйнштейна (природа не злонамеренна), на котором основана идея воспроизводимости экспериментальных данных, поскольку результат эксперимента не контролируется изучаемым объектом. При изучении условных рефлексов предполагается, что животные не меняют поведения, чтобы обмануть исследователя.

(18Р) - эту эвристику приходится применять, например, в психологии, где реакции исследуемого могут сознательно суггестировать исследователю определенную точку зрения.

(19Н) - если бы предположение не принималось физиками или химиками, то они гораздо осторожнее относились бы к формулировке новых теорий. Заметим, что влияние наблюдателя (прибора) на объект, учитываемое в квантовой механике, есть влияние на исход конкретного эксперимента, но не на природу объекта, который сам по себе (по своим физическим свойствам) от наблюдателя независим.

(19Р) - эту эвристику необходимо учитывать лингвисту, поскольку каждое описание языка (словарь, грамматика и т.п.) меняет язык, вводя в него дополнительную регламентацию. И чем лучше описание, тем оно сильнее меняет язык. Изучение человеческой личности (скажем, психоаналитическое) заведомо действует на самое личное. В рефлексивных структурах создание наблюдателем теории о данном объекте "осознается" этим объектом и тем самым меняет его "внутренний мир".

Указанный выше перечень эвристик показывает, что исследователь имеет реальную возможность смены любой из них на противоположную, комбинирования этих эвристик по своему разумению в силу возникающих у него интуиций о предмете исследования. Такой исследователь не стремится "писать под диктовку природы", но пытается понимать книгу природы, а не просто описывать и объяснять то, что доступно его наблюдениям, в пределах заранее принятых установок как о мире в целом, так и о изучаемых фрагментах

этого мира. Наоборот, получаемые в рамках исследования объяснения тех или иных феноменов в конечном счете оказываются средством для их понимания в космологическом контексте.

ГЛАВА X

РАЗВИТИЕ НАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРОЗДАНИЯ

В античной и средневековой науке господствовали представления о конечности Вселенной, центром которой является Земля, вокруг которой вращаются небесные тела. Правда, ещё в античные времена Аристарх высказывал идею о центральном положении Солнца, но эта идея не могла завоевать признание, т.к. плохо увязывалась с господствовавшими аристотелевскими идеями о совершенстве Космоса. Надо подчеркнуть, что гелиоцентрическая система вызвала возражения преимущественно идеологические. В трактате Аристотеля «О небе» аргументируется тезис о конечности Вселенной и её единственности, в которых проявляется её совершенство. Совершенным считалось только круговое движение, а это требовало, чтобы все небесные тела совершали движения по кругам. Согласно Аристотелю Космос делится на подлунный и надлунный. Если в подлунном возможны неправильные формы земных предметов, то в надлунном все тела и их движения обязаны обладать совершенством. На этой идеологии была построена система мира, развитая великим астрономом Птолемеем, в котором неправильность движения планет на небосводе объяснялась путём введения сложной системы эпициклов – комбинаций круговых траекторий. Двигаясь вместе со звёздами по небосводу, планеты одновременно совершают движения по своим круговым траекториям. Эта теория была очень детально разработана и позволяла с высокой точностью предсказывать положения небесных тел. Более того, теория Птолемея давала более точные результаты по сравнению с первоначальной теорией Коперника, ещё не знавшего о том, что планеты движутся не по круговым, а по эллиптическим орбитам. (Это уже позднее установил Кеплер). Историки астрономии считают, что Коперник мог создать гелиоцентрическую систему благодаря тому, что пользовался весьма грубыми инструментами для измерения положения небесных тел. Будь его инструменты более совершенны (хотя бы на уровне своего времени), он заметил бы несоответствие его теории реальным фактам. (Это, разумеется, не компрометирует созданную им теорию, которая после внесённых Кеплером уточнений и дополнительных подтверждений оказалась общепризнанной.).

Коперниковская революция идейно была подготовлена великими мыслителями средневековья (прежде всего Оремом), осознавшими необязательность опоры на представление об исключительном совершенстве круговых движений и замкнутого сферического Космоса. Существенную роль здесь сыграло монотеистическое (иудео-христианское) представление о разумном и свободном творении мира. В противовес этому Аристотель полагал, что посюсторонний мир не возник и не уничтожим, а его совершенство есть за-лог вечности и неизменности мира. Поэтому традиционное атеистическое противопоставление коперниковских идей библейской космологии совершенно необоснованно. Корни коперниковской революции лежат именно в признании того, что мир сотворен разумно и свободно. Первое означает, что в основе Космоса лежат разумные и разумно постигаемые принципы, а второе – что сотворение мира нельзя с необходимостью вывести из неких логических принципов совершенства, а необходимо обращаться к эмпирическому материалу, наблюдать сотворенную реальность, а не предписывать Богу то, каким Он должен был сотворить мир.

Кажущееся противопоставление гелиоцентрической системы мира с Библией вовсе не связано с картиной сотворения мира, но относится к известному библейскому эпизоду с чудом Иисуса Навина во время битвы с царями Аморрейскими, когда тот сказал: "стой, Солнце, над Гаваоном", чтобы дать еврейским воинам победно закончить начавшееся Сражение (Ис Нав 10.12). Естественно, что библейский автор описывал события в рамках обыденных представлений, а не в научных астрономических терминах. Наша нынешняя убежденность в справедливости коперниковской системы (в том, что Земля вращается вокруг Солнца, а не наоборот) несколько не мешает нам любоваться заходом и восходом Солнца.

Надо сказать, что при жизни Коперника не было никаких попыток со стороны Церкви осудить его учение как еретическое. Это учение разделял такой церковный авторитет, как Николай Кузанский, которому это нисколько не мешало быть кардиналом.

Осуждение судом инквизиции Джордано Бруно было связано не столько с его копер-шжовскими взглядами, сколько с его пантеистическими мистическими воззрениями (он, например, учил, что звезды - это живые существа) и направленной против Римского Престола активной политической деятельностью. Его труды можно считать научными с очень большой натяжкой - это скорее мистические рассуждения, не опирающиеся ни на четкую логику, ни на эмпирический материал, а его учение было безусловно еретическим, т.е. прямо противоречащим христианской ортодоксии.

Более сложным был случай с великим ученым Галилео Галилеем. Путем астрономических наблюдений он обнаружил целый ряд фактов, противоречащих аристотелевской идее совершенства надлунного мира. Его открытия пятен на Солнце, гор на Луне и колец Сатурна противоречили естественно-научным представлениям того времени. Это вызвало отрицательное отношение ученых, для которых аристотелевское учение о природе казалось незыблемой догмой. Что касается его отношения к коперниковской системе, то Галилей не имел никаких научных аргументов, позволяющих принимать гелиоцентрическую систему мира как установленный научный факт, а не как удобную гипотезу или условный способ описания мира. Именно это и было вменено ему в вину. Для доказательства истинности коперниковских взглядов нужно было обнаружить явление параллакса -различия в видимом положении звезд на небосводе в моменты, когда Земля находится на противоположных концах орбиты (например, при зимних и летних наблюдениях).

Замечательный астроном-наблюдатель, современник Галилея - Тихо Браге, будучи первоначально сторонником взглядов Коперника, тщетно пытался обнаружить это явление. (В действительности точность тогдашних астрономических приборов была для этого недостаточна.) Тихо Браге в конце концов отказался от коперниковских взглядов. Явление параллакса обнаружил через 200 лет после суда над Галилеем, запретившего последнему писать о гелиоцентрической системе как научно доказанном факте, немецкий астроном Бессель. Только с этого момента о системе Коперника стало правомерно говорить как о результате астрономической науки. Правда, к этому времени убеждение в правоте Коперника стало общераспространенным, и не только в научном сообществе.

Следует отметить, что кардинал Беллармин, одно из главных действующих лиц в процессе Галилея, еще до первого вызова ученого для беседы 1616 г, писал своему корреспонденту, тоже коперниканцу, о том, что если бы наука дала убедительное доказательство правоты Коперника, то следовало бы пересмотреть интерпретацию библейского предания об Иисусе Навине, но пока такие доводы не получены, об этом говорить преждевременно. Сам процесс над Галилеем состоялся только в 1633 году и кроме требования отказаться от признания гелиоцентрической системы как доказанного факта приговорил ученого к ссылке (которую он отбывал в загородном дворце епископа Сиены - своего близкого друга) и еженедельному чтению семи покаянных псалмов (это за него исполняла дочь - монахиня Кармелитского ордена). Мягкость наказания и то, что Рим не мешал продолжению публикаций ученого, показывает, что Церковь не относилась к Галилею как к еретiku.

Стоит ли добавлять, что Галилей не подвергался пыткам и не произносил слов из пьесы Бертольда Брехта: "А все-таки она вертится". Все это позднейшие легенды атеистической пропаганды. Правдоподобно, что процесс над Галилеем вообще состоялся только потому, что в нем ошибочно видели некую аналогию с личностью Джордано Бруно.

Этот процесс завершился 31 октября 1992 г. оправданием Галилея и признанием не¹ обходимости тщательно относиться к ситуациям, когда выводы науки вступают в видимое противоречие со Священным Писанием и Преданием. Нужно детально анализировать и обоснованность научных суждений, и точность интерпретации священных текстов.

Следующий принципиальный шаг в научном понимании строения мироздания связан с открытием эволюции Вселенной. Началом здесь послужило открытие "красного смещения" - изменения положения спектральных линий в излучении звезд, свидетельствующего, что звезды разбегаются в разные стороны, причем скорость разбегания увеличи-

вается с увеличением расстояния от Земли. Это привело к возникновению концепции расширяющейся Вселенной, которую математически обосновал российский физик А.Фридман на основе уравнений общей теории относительности А.Эйнштейна.

Отсюда естественно предположить, что начальное состояние Вселенной - это некая точка или протоатом, который начал расширение в результате "Большого взрыва", когда из существовавшего или возникшего протовещества стали образовываться все более совершенные формы материи, вплоть до образования звезд и планетных систем. Так современная наука логически пришла к представлению о начале мира. Разумеется, это еще не означает, что астрофизика доказала наличие акта творения мира. Это вообще вопрос не лежащий в компетенции науки. Но наука пришла к проблеме о том, что мир не может быть вечным и неизменным, но возник примерно 10-20 миллиардов лет назад. Это ставит под сомнение материалистическое учение о вечности материи. Некоторые защитники материалистического мировоззрения считают, что до "Большого взрыва" материя существовала в "потенциальной форме", т.е. как возможность. Это, конечно, лучше, чем огульно отрицать саму идею расширяющейся Вселенной и "Большого взрыва" как идеалистическую. Но довольно трудно совместить образ "потенциальной материи" с "реальностью, данной нам в ощущении", даже если признавать, что эта реальность дана нам в ощущении Богом. Гораздо логичнее считать, что "Большой взрыв" - это воплощение слова - Логоса, в результате которого начал быть мир.

Основная загадка возникновения мира состоит в объяснении того, почему он подчиняется тем физическим законам, которые в нем обнаруживает наука. Мир развивается в соответствии с этими законами. На основе известных законов физики ученые строят картину мира, какой она была через 10 минут или 10 микросекунд после "Большого взрыва". Но почему эти законы именно таковы, а не иные? Физика упорно билась над тем, чтобы вывести хотя бы значения физических констант - скорости света, шгунков-ской постоянной, заряда электрона и т.п. из каких-то достаточно убедительных предположений.

Практически все эти попытки потерпели неудачу, пока космологам не пришлось в голову сформулировать так называемый "антропный принцип", или принцип о том, что Вселенная устроена так, как будто она заранее предназначена к существованию человека. Этот принцип формулируется разными способами. Например, как то, что законы Вселенной устроены так, чтобы их мог некто наблюдать. Надо сказать, что антропный принцип возник отнюдь не в религиозных кругах, но среди вполне позитивистски настроенных ученых. Оказалось, что современное научное мировоззрение в известном смысле возвращается к антропоцентрическим представлениям средневековья. Средневековый антропоцентризм представлял мир как Космос ограниченных размеров, в котором Земля и небесные светила расположены так, чтобы это было удобно для человека.

Гелиоцентрическая система Коперника сместила Землю из центра мироздания и создала представление о Солнце как одной из бесчисленных звезд, которые способны обладать своими обитаемыми планетами. Это существенно понизило предполагаемый статус Земли и роли человека во Вселенной. Сегодня наука пришла опять к тому, что вся огромная Вселенная (неизмеримо большая по масштабам, чем Солнечная система, — радиус Вселенной превосходит расстояние от Земли до Солнца примерно в 10^{15} раз) соотносится с человеком - она как бы создана для того, чтобы человек мог существовать (слово "как бы" употребляется автором, чтобы не отвращать тех, кто не готов допустить мысли, что это и на самом деле так. Антропный принцип делает такую мысль очень правдоподобной, но все же не дает бесспорного доказательства ее истинности). Дело в том, что небольшие изменения в ядерных силах сделали бы невозможным существование атомных ядер. Не возникло бы и светил, чье излучение обаяно ядерным реакциям. Изменение электрических сил, связывающих электроны атомной оболочки с ядром, а отдельные атомы - в химические молекулы, лишило бы жизнь ее химической основы - не возникло бы необходимых химических элементов. Изменение законов гравитации не дало бы возникнуть небесным телам и самой Солнечной системе. Словом, для жизни, такой, как она есть, не было бы природных условий.

Впрочем, быть может, у Творца были в запасе и другие варианты Вселенной, обеспечивающие наличие в ней разумной жизни? Мы этого не знаем, но это было бы только

подтверждением, что Творец действовал свободно. Но жесткость выбора необходимых параметров для той Вселенной, в которой мы живем, показывает, что творение было не произвольным, но разумным. Не случайно Библия говорит, что Бог остался доволен результатами акта творения: "И увидел Бог все, что Он создал, и вот, хорошо весь-ма" (Быт.1.31).

Возможно еще и такое недоумение: нужна ли столь огромная Вселенная, где вся Солнечная система занимает столь ничтожную часть пространства, а вся история человечества - ничтожную долю времени от существования мира, для человеческого бытия? На этот вопрос можно ответить тем, что чем сложнее организована система, чем более сложные функции она выполняет, тем меньшую долю ее "активная" часть, непосредственно выполняющая эти функции, занимает от общего объема системы. Все остальное уходит на долю, казалось бы, непосредственно не нужных компонентов, обеспечивающих ее функционирование. Лучина сгорает целиком, в керосиновой лампе горит лишь кончик фитиля, а в электрической лампочке свет испускается тонюсеньким волоском. Человеку нужно достаточное жизненное пространство на земле, он не может находиться в слишком тесном соседстве с Солнцем... Правдоподобно и то, что Земля как обиталище человека нуждается для своего устойчивого состояния в существовании целой Вселенной, имеющей протяженность в 10-20 миллиардов световых лет. Возможно, последнее предположение когда-нибудь получит и достаточно убедительное естественно—научное обоснование.

ГЛАВА XI

ЭВОЛЮЦИЯ И ТВОРЕНИЕ

Один из характерных предрассудков, распространяемых атеистической пропагандой, состоит в том, что сотворение мира является альтернативой его эволюционному развитию. Мы видели выше, что научное представление об эволюции Вселенной логически привело к концепции "Большого взрыва", а последняя настолько близка к библейскому представлению о сотворении мира, насколько это вообще возможно для естественнонаучной теории. Более того, теория "Большого взрыва" разрешила одно кажущееся логическое противоречие в библейском предании, которым задиристые гимназисты любили ставить в тупик преподавателей Закона Божиего. Речь идет о том, что Бог сначала отделил свет от тьмы, а уже потом создал небесные светила. Смешные гимназисты и пропагандники атеизма, разумеется, обратили внимание на то, что сначала должны быть светила, а уже от них может быть получен свет. Но ученые физики рассуждали глубже -они-то понимали, что наиболее простые элементы материи - это частицы света или фотоны. Именно они возникли самыми первыми. (Правда, это были частицы, фотоны, несущие очень жесткое невидимое излучение, но это не столь прищипливо). Для того чтобы возникли светила, т.е. астрономические тела, излучающие видимый свет, первоначальная масса материи должна была остыть и оформиться.

С другой стороны, Аристотель считал, что именно вечность и неизменность Космоса связаны с тем, что он совершенен и никакой эволюции не подвержен.

Вообще говоря, логически возможны и непротиворечивы все четыре комбинации:

1) Космос не сотворен и не подвержен эволюционному развитию.

(Космология Аристотеля.)

2) Космос не сотворен, но эволюционирует. (Такова позитивистская и сциентистско-позитивистская точка зрения, активно проповедовавшаяся марксистами.)

3) Космос сотворен и остался таким же. В частности, новые виды живых существ не возникают в процессе эволюции, но были сотворены изначально. (Такая точка зрения была распространена в средние века, сегодня ее отстаивают сторонники креационизма, в основном представители протестантского фундаментализма.)

4) Космос сотворен, но развивается эволюционным способом. Бог в своем замысле предусмотрел необходимость постепенного возникновения человека.

Последняя точка зрения свойственна большинству религиозно-ориентированных ученых. На этой позиции стоят крупнейшие католические естествоиспытатели.

Мы видели, что эта позиция соответствует представлению о возникновении Вселенной в результате "Большого взрыва" и ее последующей эволюции. Важно только, что

Космос не возникал в результате постепенной эволюция из хаоса. С религиозной точки зрения было бы неоправданно думать, что сознание (душа) человека есть результат биологической эволюции. Но для того чтобы так считать, нет и естественно-научных аргументов.

(Популяризовавшаяся у нас брошюрка Энгельса, где проповедовалось, что труд очеловечил обезьяну, научной ценности не представляет и в обсуждении не нуждается!)

Итак, современные космологические воззрения вполне допускают одновременное признание акта творения и дальнейшего эволюционного развития Вселенной. Более того, эволюция может интерпретироваться как продолжение творения (созидания) мира. Это относится и к биологической эволюции. Такая интерпретация вполне согласуется с описанием шести дней творения в книге Бытия: "И сказал Бог: да произведет земля душу живую по роду ее, скотов, и гадов, и зверей земных по роду их. И стало так"(1.24; см. также 1.11, 20).

В Библии не указывается, каким образом земля производила живое. У нас нет никаких оснований считать, что это не происходило путем эволюционного развития, хотя естественно предположить, что эта эволюция происходила не по дарвиновской модели случайных мутаций и естественного отбора, но скорее по одной из номогенетических моделей (представления о целенаправленной эволюции в духе Л.С.Берга, А.Алюбище-ва, Ж.Бламарка или П.Тейяра де Шардена).

Очень важно понять, что проблемы возникновения чего-либо и проблемы последующего развития этого - существенно различны. Никакая теория эволюции живых существ не объясняет загадки происхождения жизни. Сначала возникла жизнь, а после только возможно ее эволюционное развитие. Либо жизнь возникла (была создана) сразу во всем ее многообразии вместе с вымершими формами. Либо жизнь возникла в виде протоорганизма или протосистемы организмов и начала развиваться. Либо неживое постепенно эволюционировало в живое, проходя все промежуточные формы слегка живого, более или менее живого, почти живого и, наконец, совсем живого. Мне представляется наиболее правдоподобным второй из этих вариантов. Протестантские фундаменталисты настаивают на первом, полагая, что только он соответствует букве библейского текста. Третий вариант как будто не принимал всерьез никто. Но единственный честный вывод отсюда состоит в том, что жизнь возникла как непредсказуемое чудо, как непостижимое преодоление барьера между живым и неживым. Выбор остается тогда лишь между первыми двумя вариантами.

Есть все основания полагать, что феномен сознания возник столь же неожиданно и непредсказуемо с точки зрения естественных законов, т.е., так или иначе, приходится говорить об акте творения человека - будь то буквальное сотворение из глины, будь то появление "человека разумного" (точнее, сознающего) среди высших приматов. По этому поводу Алексей Константинович Толстой выразился предельно ясно: "Способ, как творил Создатель, что считал Он более кстати, знать не может председатель Комитета о печати". Первый из указанных вариантов более соответствует букве библейского предания, второй - его духу. Теория эволюционирующей Вселенной, опирающаяся на изощренные физические представления об ее эволюции, не претендует на объяснение того, каким образом возник протоатом. Логически остаются две возможности: либо он существовал всегда, а в один прекрасный момент взорвался, и этот взрыв привел к дальнейшей закономерной эволюции; либо он внезапно возник из ничего (был сотворен некой свободной волей) и тут же взорвался в силу того, что он и был сотворен неустойчивым, поскольку цель творения протоатома состояла в создании условий для появления и развития человека.

Натуралистическая картина мира отличается тем, что она пытается усмотреть в основе природных феноменов некие сущности, вполне аналогичные тем, которые, открыты человеку в его обыденном опыте, хотя и обладающие идеальными свойствами. Обычно речь идет о том, что мир представляется как состоящий из частиц (атомов) или непрерывных субстанций, напоминающих то ли идеальную жидкость, то ли идеальный газ (эфир, теплород).

Ярким примером бессмысленности таких попыток служат многочисленные механические модели, создававшиеся физиками в конце 19-го столетия для объяснения элект-

ромагаитных явлений, описываемых уравнениями Максвелла. В XX веке физики поняли, что именно эти уравнения и служат наиболее наглядным и адекватным способом описать мир электромагнитных процессов, не нуждающимся ни в какой дальнейшей интерпретации. Тем самым оказалось, что в основе этих процессов лежат не наглядные физические представления, но довольно изощренные математические структуры. Вот тут и проходит настоящее противопоставление наивно-материалистической познавательной установки реалистической установке. Первая требует описывать глубинные сущности, лежащие в основе природных процессов, через представления, накопленные в повседневном опыте. Вторая стимулирует поиск новых сущностей, позволяющих лучше описать наблюдаемые факты и предсказывать еще неизвестные закономерности. Такой поиск требует усилий разума и богатого воображения. Указанное противопоставление лучше характеризует реальную разницу мировоззрений исследователей, чем известная формулировка марксизма о первичности бытия и вторичности сознания.

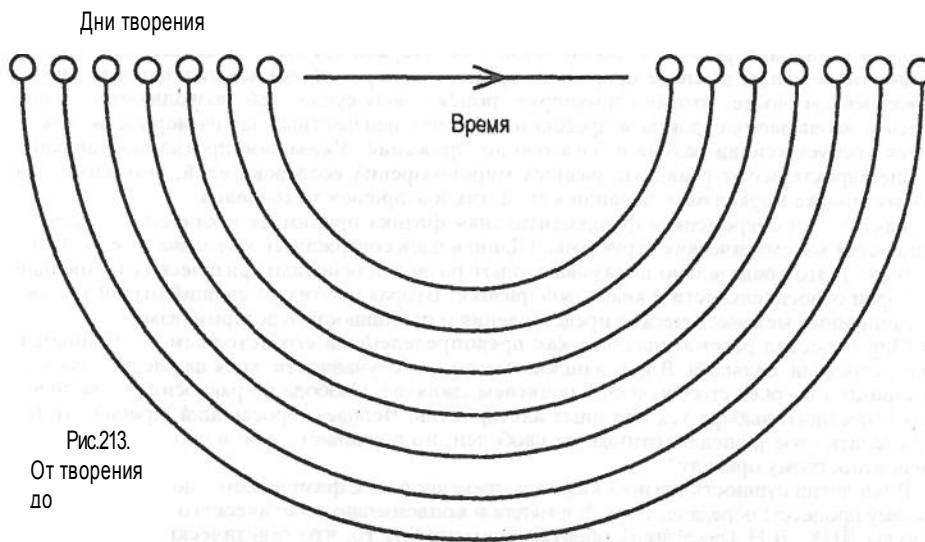
Фактически современная фундаментальная физика принимает в качестве основных сущностей математические структуры. (Данная идея содержалась уже в диалоге Платона "Тимей".) Это убедительно показывает опыт развития основных физических концепций - теории относительности и квантовой физики. Вторая из этих концепций отвергла даже традиционные механистические представления о причинности и детерминизме.

Мир перестал рассматриваться как predetermined его исходным состоянием и действующими законами. В нем нашлось место для случайности, хотя не следует думать, что физики всерьез столкнулись с понятием свободы. Свобода не равносильна наличию вероятностного выбора тех или иных альтернатив. Человек, бросающий жребий, чтобы определить свое решение, отнюдь не свободен, но подчиняет свою волю жребию - как "вероятностному оракулу".

В биологии сущность жизни оказалась сведенной не к физическому, но к информационному процессу: передаче, трансформации и воплощению генетического кода через молекулы ДНК. В.Н. Тростников обратил внимание НАТО, что генетический код (а здесь существенен не молекулярный носитель, но записанное в нём сообщение) – это слово, которое естественно рассматривать как восходящее к Творящему Слову-Логосу. Существуют некоторые основания для гипотезы о том, что сущностью квантовых объектов является ограниченное слово, описывающее значение их параметров в пределах той погрешности, которая определяется знаменитым неравенством Бора-Гейзенберга. Ограниченность записи слова (объем памяти) определяет ограниченность суммарного количества разрядов, доступного для передачи значений взаимно дополнительных параметров.

(см. Миф о том, как устроен мир. — Химия в жизни № 12, 1991 г.). Если эта гипотеза сможет выдержать критику, то она явится доводом в пользу и такой связи между Словом-Логосом, бывшим согласно Евангелию от Иоанна в начале всего, и реальной сущностью природного Космоса. Вот это признание неотделимости лежащего во времени физического мира и творящей его вечности (при всем различии сфер природного и сверхприродного) характеризует ненатуралистический подход к космологии. Натуралистическая космология четко разделяет то, что происходит во времени, и то что относится к вечности. Но это отнюдь не обязательная точка зрения. Гораздо плодотворнее обратить внимание на связь временного и вечного и на этой основе построить неклассическую космологию, не противопоставляющую эволюцию и творение, но синтезирующую их. В связи с этим следует обратить внимание, что дни творения, упомянутые в книге Бытия, не относятся к сфере бытия во времени, но именно связывают время с вечностью. Поэтому нельзя говорить о реальной длительности или упорядоченности во времени этих дней. Ведь само время, как учит св. Августин, было сотворено вместе с видимым миром. Кроме того, сами законы видимого мира входят в то "невидимое", что согласно "Символу веры" сотворено вместе с миром. Дни творения выражают не столько временной, сколько логический порядок этапов или уровней творения Космоса. Они лежат "до" исторической временной шкалы, но с этими же уровнями мы встречаемся и в Апокалипсисе, описывающем конец времени, завершение посястороннего Космоса. Если творение завершается созданием человека и дарованием ему души, то конец мира начинается с суда над душами. Если творение начинается с создания (отделения) неба и земли, то Апокалипсис завершается созданием нового неба и новой земли и явлением Христа. Все

это дает основание для того, чтобы рассматривать дни творения не как события, предшествовавшие началу отсчета исторического времени, но как уровни высшей реальности, объемлющие существование физического мира во времени. Символически такое представление изображено на рисунке, которым мы завершаем изложение:



Временное бытие Космоса как бы покоится в колыбели вечности, не только начинающей и завершающей это бытие, но и делающей возможным повседневное существование.

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ	1
ГЛАВА I	
ЗАКОНЫ КОСМОСА И ЗАКОНЫ МЫШЛЕНИЯ	1
ГЛАВА II	
СУЖДЕНИЯ О КЛАССАХ И СИЛЛОГИЗМЫ ПО АРИСТОТЕЛЮ	4
ГЛАВА III	
ВЫСКАЗЫВАНИЯ И ВЫСКАЗЫВАТЕЛЬНЫЕ ФОРМЫ	9
ГЛАВА IV	
АЛГЕБРА ВЫСКАЗЫВАНИЙ	1
2	
ГЛАВА V	
ЛОГИКА ВЫСКАЗЫВАНИЙ. ИСТИННОСТЬ И ВЫВОДИМОСТЬ	15
ГЛАВА VI	
НЕКЛАССИЧЕСКИЕ ЛОГИКИ	1
8	
ГЛАВА VII	
ЧТО ЕСТЬ ЗНАНИЕ?	2
0	
ГЛАВА VIII	
КАК ВОЗМОЖНО ЗНАНИЕ О ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ?	2
4	
ГЛАВА IX	
КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ	2
5	
ГЛАВА X	
РАЗВИТИЕ НАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРОЗДАНИЯ	3
0	
ГЛАВА XI	
ЭВОЛЮЦИЯ И ТВОРЕНИЕ	3
3	