Н. БЕЛНАП, Т. СТИЛ

ЛОГИКА ВОПРОСОВ И ОТВЕТОВ

NUEL D. BELNAP, JR.
THOMAS B. STEEL, JR.

THE LOGIC OF QUESTIONS AND ANSWERS

Bibliography of the Theory of Questions and Answers by Urs Egli and Hubert Schleichert

NEW HAVEN AND LONDON,
YALE UNIVERSITY PRESS
1976

Н. БЕЛНАП, Т. СТИЛ

ЛОГИКА ВОПРОСОВ И ОТВЕТОВ

Перевод с английского
Г. Е. Крейдлина

Общая редакция, предисловие
и примечания редакторов
В. А. Смирнова,
В. К. Финна

МОСКВА
«ПРОГРЕСС»
1981

Научный редактор **О. Н. Кессиди**

ИБ № 9414

Художник *В. Г. Штанько*
Художественный редактор *А. Д. Суима*
Технический редактор *М. В. Данилушкина*

Сдано в набор 23.01.80 г. Подписано в печать 23.07.81 г. Формат 84×108/32. Бумага тип. № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Условн. печ. л. 15,12. Уч.-изд. л. 14,80. Тираж 25 000 экз. Заказ № **704**. Цена 1 р. 20 к. Изд. № 31848.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Прогресс» Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Москва, 11921, Зубовский бульвар, 17.

Отпечатано с матриц ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени Первой Образцовой типографии имени А. А. Жданова Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, М-54, Валовая, 28 в Ленинградской типографии № 6 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 193144, г. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

Редакция литературы по
философии и педагогике

Б $\frac{10508\text{-}950}{006\ (01)\text{-}81}$ 6—81 0302040000

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная логика изучает не только понятия, имеющие сугубо техническое значение и представляющие интерес лишь для логиков-профессионалов. В настоящее время арсенал логических средств рассуждения используется и для изучения понятий, имеющих общенаучное (и даже общекультурное значение). Именно такими понятиями являются «полнота» и «непротиворечивость» систем аксиом, «алгоритм», «доказательство», «смысл высказывания и терма», «интерпретация», «семантическая информация», «парадокс» и т. д. К числу понятий, имеющих общенаучное и общекультурное значение, следует отнести также и понятие вопроса. Его уточнение интересно как с теоретико-познавательной точки зрения (и это стало ясно с развитием computer science), так и с точки зрения его использования в прикладных целях. Диалоговые и вообще вопросно-ответные информационные системы формализуют вопросно-ответные отношения, а, следовательно, качество и эффективность этих систем зависят от перечня возможных вопросов и от формальных уточнений соответствующих вопросно-ответных отношений.

Книга Н. Белнапа и Т. Стила — вторая в мировой литературе, специально посвященная проблемам логики вопросов и ответов (так называемой эротетической логики). Первая книга в этой области принадлежит перу польского логика Т. Кубиньского (см. библиографию к данной книге). Пионерами же исследования эротетической логики являются К. Айдукевич [1934], Е. Сперэнциа [1936], М. и А. Прайоры [1955], Г. Леонард [1957] и К. Хэмблин [1958].

Большой вклад в логику вопросов и ответов внесли

Я. Хинтикка, применивший эпистемическую логику для исследования вопросов, и Д. Харро, многие идеи которого использовали авторы данной книги. В отечественной литературе этому вопросу посвящена работа Е. К. Войшвилло и Ю. А. Петрова «Язык и логика вопросов» («Логика и методология научного познания», изд-во МГУ, 1974, с. 147—158).

От формальной теории вопросов (а авторы книги именно ею и занимаются) нельзя требовать того, чего она не в состоянии дать,— уточнений *любого* вопроса, выраженного в естественном языке. Формальная теория вопросов может имитировать логическими средствами лишь некоторые типы вопросов. Формальные имитации вопросов авторы книги называют интеррогативами; примерами вопросов, имеющих формальные имитации, являются *ли*-вопросы, *какой*-вопросы, *сколько*-вопросы и *почему*-вопросы (вопросы последнего типа не имеют еще достаточно убедительных уточнений). Вопрос о том, какие же вопросы имеют формальные имитации, весьма не прост, и ответ на него можно дать лишь в первом приближении: формальную имитацию имеют лишь те вопросы, ответы на которые могут быть точно описаны, т. е. может быть установлена их логическая структура. Так вопрос «*В чем смысл жизни?*» не имеет формальной имитации, а вопрос «*Может ли машина мыслить?*» имеет, ибо если мы принимаем в качестве средства логической имитации вопроса двузначную логику, то ответами будут «*Машина может мыслить*» или «*Машина не может мыслить*». Если же логическим средством имитации будет трехзначная логика, то возможны три ответа: «*Машина может мыслить*», «*Машина не может мыслить*», «*Неясно, может ли машина мыслить*».

Существует два подхода к построению формальной теории вопросов, которые можно весьма условно назвать *лингвистическим* и *компьютерным*. Согласно первому подходу материалом для уточнения вопросов, т. е. для построения их формальных имитаций, служат реально существующие вопросы естественного языка с произвольной, неспециализированной семантикой. В рамках этого подхода строится перевод вопроса на формальный язык, в котором изучается соответствующий этому вопросу интеррогатив, если он, разумеется, существует, т. е. если ответ на него может быть точно описан. Этого направления исследований придерживаются и авторы данной книги. Согласно второму подходу исходным материалом для формализации вопроса является формальный язык, используемый в информационной системе, ориентированной на решение некоторой совокупности информационно-поисковых задач. Каждой задаче соответствует предписание, в котором содержится императивное требование её решения (например, «*Найти все статьи по заданной теме*», «*Найти все химические соединения, имеющие противоопухолевую активность*», «*Найти все, что известно о данном понятии*» и т. п.). Формализация вопросов в информационном языке осуществляется на базе проблемно-ориентированной семантики. А именно: каждому типу вопросов соответствует специальное вопросно-ответное отношение, характер которого зависит от семантики. Таким образом, вопрос понимается в рамках этого подхода как запрос (т. е. требование информации определенного типа), адресованный к информационной системе.

В связи с двумя подходами к уточнению понятия вопроса возникает следующая проблема. Предположим, что мы можем построить все возможные интеррогативы средствами некоторого формального языка. Обозначим множество всех этих интеррогативов через $\mathfrak{q}$; пусть $\mathfrak{q}_1$ обозначает множество тех, и только тех, интеррогативов, у которых имеются равносильные естественно-языковые аналоги соответственно в вопросительной и императивной форме (например, «*Найти все такие x, что A (x)*» и «*Каковы все те x, что A (x)?*»). Рассмотрим теоретико-множественную разность $\mathfrak{q}'=\mathfrak{q}\setminus\mathfrak{q}_1$. Что можно сказать о $\mathfrak{q}'$? Во-первых, $\mathfrak{q}'=\varnothing$ или $\mathfrak{q}'\neq\varnothing$? Во-вторых, если $\mathfrak{q}'\neq\varnothing$, то каковы типы вопросов, которые принадлежат q'? Отметим, что в рамках теории вопросов, развиваемой Я. Хинтиккой, ответ на первый вопрос известен: $\mathfrak{q}'=\varnothing$.

Задачей эротетической логики, по Н. Белнапу и Т. Стилу, является развитие семантики и грамматики вопросов (под грамматикой вопросов авторы понимают способы правильного построения интеррогативов). Авторы отмечают, что эротетическая логика не рассматривает проблемы дедукции, характерные для логики утверждений (эта мысль авторов, на наш взгляд, не является бесспорной).

Центральным понятием книги Н. Белнапа и Т. Стила является понятие прямого ответа. Прямой ответ характеризуется тремя аспектами — выбором, требованием полноты и требованием различения. Выбор состоит из тех альтернатив, которые извлекаются из множества всех предоставляемых вопросом альтернатив и указываются в ответе. Требование полноты ответа заключается в установлении степени полноты его выбора, измеряемой по отношению ко всему множеству истинных альтернатив. Требование различения — это требование, согласно которому различные именные альтернативы должны обозначать различные реальные альтернативы.

Субъектом вопроса авторы называют множество всех возможных альтернатив. Каждый элементарный вопрос полностью характеризуется описанием субъекта вопроса и предпосылки вопроса, которая определяется требованиями выбора, степени полноты и различения. Согласно Н. Белнапу и Т. Стилу вопрос через свой субъект задает область альтернатив, а затем «предпосылает» имеющемуся списку альтернатив инструкцию, в соответствии с которой из списка альтернатив предлагается построить конкретный тип прямого ответа.

Интеррогатив, имитирующий вопрос, есть выражение вида $?\rho\sigma$, где σ — субъект вопроса, а ρ — предпосылка. ρ имеет вид $(\boldsymbol{s}\ \boldsymbol{c}\ \boldsymbol{d})$, где $\boldsymbol{s}$ — спецификация выбора числа, устанавливающая верхнюю (u) и нижнюю (ν) границы числа выборов; а $\boldsymbol{c}$ и $\boldsymbol{d}$ соответственно характеризуют требования степени полноты и различения. Таким образом, интеррогатив имеет вид $?(^{u}_{\nu}\ \boldsymbol{c}\ \boldsymbol{d})\sigma$.

Прямой ответ есть конъюнкция, построенная из высказываний S, C, D, определяющих выбор, требование полноты и требование различения соответственно. Возможны следующие виды прямых ответов: $S\&C\&D$, $S\&C$, $S\&D$, S. Вопросно-ответное отношение есть некоторое соответствие между интеррогативом и прямым ответом.

Отметим, что требование различения связано с особенностями естественного языка и отсутствует у вопросов, адресованных к информационной системе; требование же полноты ответа тесно связано с коэффициентом полноты информационных систем (под коэффициентом полноты поиска понимают отношение числа релевантных документов, найденных при поиске для ответа на данный вопрос, к числу всех документов информационной системы, релевантных данному вопросу). Н. Белнап и Т. Стил обнаружили очень интересную связь между требованием полноты ответа и понятием обобщенного квантора по А. Мостовскому (см. в связи с этим прим. 2 в списке примечаний редакторов, помещенном в конце книги).

Эротетическая логика находится на ранней стадии развития, и заслуга авторов данной книги состоит в попытке выделения формальной структуры, специфичной для вопросно-ответного отношения. В истории логики введение новой формальной структуры всегда играло исключительно важную роль, ибо логика — наука о формальных способах рассуждений и построения понятий (достаточно вспомнить выдающуюся роль Аристотеля, открывшего силлогизмы, и Д. Буля, сформулировавшего алгебру двузначной логики).

Авторы книги анализируют в основном два типа вопросов — *ли*-вопрос («*Перестал ли Джон бить свою жену?*») и *какой*-вопрос («*Какие простые числа лежат между 10 и 20?*»).

Помимо основательного анализа строения прямых ответов (в основном на материале *ли*- и *какой*-вопросов), авторы в обзорном порядке рассматривают некоторые другие типы вопросов (например, *почему*-вопрос), исследуют операции над вопросами, формулируют эротетическую семантику. В последней главе книги они «возводят на пьедестал» логику вопросов и ответов за ее грядущую пользу в computer science.

Мы сочли уместным дополнить русское издание двумя статьями Н. Белнапа «Как нужно рассуждать компьютеру» (ее любезно прислал нам автор) и «Об одной полезной четырехзначной логике» (она дана в сокращении, ибо является более математическим развитием первой статьи). Статьи Н. Белнапа весьма оригинальны по тематике и посвящены формализации общения с информационными системами (и базами данных), содержащими противоречивую информацию. Н. Белнап предложил в связи с этой проблемой четырехзначную логику с истинностными значениями ***T*** («Истина»), ***F*** («Ложь»), ***None*** («Не истина и не ложь»), ***Both*** («Одновременно и истина и ложь»). Впоследствии Т. Смайли обнаружил, что четырехзначная логическая матрица, предложенная Н. Белнапом, является характеристической для фрагмента релевантной логики, содержащего формулы вида $A \to B$, где A, B не содержат связки следования «$\to$». Отметим, что Н. Белнап — один из наиболее активных исследователей релевантных логик (см. в этой связи: A n d e r s o n A. R. and B e l n a p N. D. Jr., Entailment, vol. I, Princeton University Press, 1975). Четырехзначная логика Н. Белнапа является средством формализации вопросно-ответных отношений, которые могут быть использованы для баз данных, содержащих противоречивую информацию, возникающую, к примеру, из-за наличия в информационной системе противоречивых экспериментальных данных, полученных от разных исследователей.

В связи с тем, что авторы книги понимают эротетическую логику как грамматику и семантику вопросов, они развивают теорию вопросно-ответных отношений на базе описанного ими формального языка L и неформального метаязыка, в котором формулируются семантические характеристики вопросов и ответов. Однако возможны пути синтаксического определения различных вопросно-ответных предикатов в рамках формального метаязыка ML, содержащего L (см. прим. 3). Целесообразность изучения конструкций подобного рода вызвана тем, что корректное определение вопросов к информационным системам (и базам данных как их частному случаю) требует обогащения выразительной силы L (т. е. введения переменных новых сортов и специальных металогических предикатов). Весьма перспективным было бы такое определение вопросно-ответных предикатов в ML, которое бы допускало извлечение из них программ (см. в этой связи: Непейвода Н. Н. О построении правильных программ.— Вопросы кибернетики, вып. 46, М., 1978, с. 88—121). Последнее обстоятельство потребовало бы в качестве собственной логики ML выбрать интуиционистскую логику. Выбор адекватной логики как средства формализации соответствующих типов вопросов является весьма актуальной проблемой. Авторы отмечают разумность использования релевантных логик как средств уточнения вопросно-ответных отношений. В самом деле, если использовать в определениях вопросно-ответных предикатов отношение выводимости или же связку импликации, то так называемые парадоксы импликации приведут к нежелательным в теоретическом отношении последствиям (может оказаться, что каждая общезначимая формула есть ответ на вопрос и т. п.). Как уже отмечалось, четырехзначная логика Н. Белнапа удобна для формализации ответов на вопросы, если база данных содержит противоречивые сведения. Наконец, потребность в качестве ответов иметь даже предположительно истинные высказывания (гипотезы) делает целесообразным применение различных многозначных логик, пригодных для формализации неполноты информации (см.: Hájek P. and Havránek. Mechanizing Hypothesis Formation, Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York, 1978). Таким образом, неклассические логики являются необходимыми средствами формализации различных аспектов теории вопросно-ответных отношений.

«Интеллектуальное развитие» информационной системы определяется, во-первых, ее способностью упорядочивать массив сведений по степеням их существенности, во-вторых, способностью системы извлекать из массива все возможные сведения как следствия, выведенные посредством логики, которая выбрана адекватно рассматриваемой ситуации (ср. приведенные выше замечания о полезности неклассических логик), в-третьих, способностью информационной системы к «рефлексии», т. е. к оценке хранимых и извлекаемых из нее сведений как истинных, ложных, неопределенных или бессмысленных, что возможно при наличии метаязыка обработки сведений. В-четвертых, высокое «интеллектуальное развитие» информационной системы определяется ее способностью формировать новые типы вопросов в ответ на получение новой информации из «внешнего мира» (т. е. при условии расширения массива сведений), а также выбором исходных нетривиальных вопросов, на которые умеет отвечать информационная система. Разумеется, «интеллектуально развитые» в этом смысле информационные системы — дело будущего, но важность эротетической логики в разработке таких систем понятна уже и теперь.

Рекомендуемая читателям книга не дает всех желаемых ответов на вопросы о вопросах и, быть может, породит журдэновское ощущение, что мы и так умели задавать вопросы и отвечать на них (подобно тому, как мольеровский герой говорил прозой). Но это ощущение преходящее, ибо попытки без рекомендаций эротетической логики построить вопросно-ответные предикаты для соответствующих типов вопросов приведут к ощутимым трудностям.

Настоящая книга адресована довольно широкому кругу читателей. В ней найдут много полезного логики и философы, лингвисты и специалисты в области информационных систем и искусственного интеллекта. Мы надеемся, что русское издание книги Н. Белнапа и Т. Стила будет с интересом встречено советскими читателями.

В. А. Смирнов,
В. К. Финн

ВВЕДЕНИЕ *

Что понимается под логикой вопросов и ответов? В 1955 г. А. и М. Прайоры придумали для логики вопросов термин «эротетическая логика», аналогию которому следовало бы, очевидно, поискать в логике утверждений. Установить сходство между эротетической логикой и логикой утверждений чрезвычайно важно. Абсолютно неверно думать, что эротетическая логика является логикой в смысле дедуктивной системы, поскольку такое представление о ней привело бы к бессмысленному изобретательству схемы вывода, в которой вопросы или интеррогативы могли бы выступать в качестве посылок и заключений. Иными словами, эротетическая логика похожа на другие логики не своей дедукцией, а скорее иными важными составными частями — грамматикой (синтаксисом) и семантикой.

Правильным является следующий подход. Представим себе, что спрашивающий и отвечающий обладают общим языком, предположительно достаточным для целей научной коммуникации, а затем спросим себя, как следовало бы расширить этот язык, чтобы на нем можно было последовательно и успешно задавать вопросы и отвечать на них. Такой подход предполагает решение двоякого рода проблем. На уровне языка-объекта мы хотим иметь тщательно разработанный аппарат, позволяющий задавать вопросы и от-

---

* Большая часть книги, за исключением введения и гл. 4, была закончена в 1968 г. и с тех пор подвергалась лишь незначительным изменениям. Гл. 1—3 были в основном написаны Н. Белнапом, а введение и гл. 4 принадлежат главным образом перу Т. Стила. Впрочем, несомненно, что мы оба несем ответственность за книгу в целом.

вечать на них. На уровне метаязыка мы хотим выработать систему понятий, полезную для классификации и оценки вопросов и ответов, а также для установления связи между ними. Чтобы ограничить свою задачу, мы не будем иметь дело непосредственно с вопросительными предложениями естественного языка *. Вместо этого мы раз и навсегда предположим, что как язык утверждений, так и язык вопросов являются формальными. Тем не менее мы в ходе изложения дадим ряд примеров, показывающих, как можно было бы перевести некоторые вопросительные предложения естественного языка на наш формальный язык. Такой путь, мы надеемся, в значительной степени (подобно тому, как это делает формальная логика с системой вывода на естественном языке) прояснит вопросно-ответную ситуацию и приблизит нас к пониманию эротетической «глубинной структуры» естественного языка. Хотя нас, безусловно, интересует семантический анализ вопросов и ответов естественного языка, основная цель книги состоит скорее в том, чтобы построить удобную формальную систему записи и предложить ряд понятий, пригодных для рассуждений о вопросах и ответах.

Помимо чисто интеллектуальных мотивов, вызвавших появление данной книги, она была стимулирована (и даже в какой-то степени спровоцирована) потенциальной применимостью эротетической логики к решению существующих проблем в области обработки данных. Поэтому мы включили в последнюю главу краткое обсуждение отношений между формальной теорией и ее возможными приложениями.

Последующий анализ вопросов имеет одну концептуальную особенность, настолько разительно отличающую его от анализов, которые обычно проводятся большинством специалистов в области обработки информации, что она заслуживает особого упоминания. *Значение* (meaning) вопроса, адресованного к вопросно-ответной системе, не следует отождествлять ни с тем, как система обрабатывает вопрос, ни с программой на каком бы то ни было уровне. Под значением вопроса следует понимать совокупность ответов, допускаемых этим вопросом. Другими словами, для вопросно-ответной системы и ее пользователя прийти к соглашению относительно значения некоторого вопроса означает прийти к соглашению о том, что считать ответом на него,

* В оригинале «английского языка».— *Прим. перев.*

независимо от того, каким образом получен ответ, и получен ли ответ вообще. Эта концептуальная особенность достаточно важна, поскольку лишь в случае, если мы располагаем анализом, не зависящим от вычислительных машин и программ, мы можем осмысленно задавать следующие вопросы: какого типа вопросы я в действительности хотел бы задать; способно ли мое информационное устройство отвечать на разнообразные вопросы (является ли это устройство «полным» в указанном отношении) или является ли моя информационная система по отношению к разного вида вопросам эффективной, неэффективной, поддающейся усовершенствованию и т. д. И вообще, если мне задан некоторый вопрос на не зависящем от компьютера языке, каково возможное соотношение его с моей собственной вопросно-ответной системой.

Прежде чем перейти к изложению основного материала, нам хотелось бы снабдить читателя кратким его рефератом, т. е. чем-то вроде путеводителя. Ввиду того, что часто (а в этом реферате исключительно) примеры заимствуются из естественного языка, нам важно иметь в качестве фундамента всего построения ассерторический аппарат. Детали эротетической программы зависят от природы и содержания этого аппарата. В работе используется прикладное исчисление предикатов первого порядка с равенством, в котором имеются как функциональные, так и предикатные константы и которое расширено логическими средствами для различения категорий.

Основным понятием является понятие *прямого ответа* на вопрос. Прямой ответ — это фрагмент языка, отвечающий на заданный вопрос и удовлетворяющий требованию полноты, и только полноты. Прямой ответ может быть истинным или ложным. Для нас существенно, чтобы процедура распознавания того, является ли данный языковой фрагмент прямым ответом на поставленный вопрос, была эффективно разрешимой.

Вопрос — это абстрактное понятие. Его формальным аналогом служит понятие *интеррогатива*. Интеррогатив призван имитировать, или *представлять* (put), вопрос. *Элементарный* вопрос состоит из двух частей: *субъекта* и *предпосылки*. Субъект предоставляет множество альтернатив, а предпосылка определяет, какое количество истинных альтернатив желательно иметь в ответе и какого рода требования должны быть наложены на полноту и различимость. Множество прямых ответов может быть получено из допустимых комбинаций альтернатив, составленных в соответствии с условиями, содержащимися в предпосылке.

Вопросы, субъекты которых предоставляют эксплицитный конечный список альтернатив, называются *ли*-вопросами. Так, вопрос «*Идет ли Джон домой?*» предоставляет две альтернативы — «*Джон идет домой*» и «*Джон не идет домой*». Оба эти утверждения являются прямыми ответами на данный вопрос. Вопросы, субъекты которых предоставляют множество альтернатив (возможно, бесконечное) путем отсылки к некоторой матрице и, быть может, к категорному условию, называются *какой*-вопросами. Так, вопрос «*Какое натуральное число является наименьшим нечетным простым?*» задает бесконечное множество альтернатив путем отсылки к следующей матрице: *x — наименьшее нечетное простое число* и к следующему категорному условию: *x — натуральное число*. Подстановка в матрицу числа на место переменной *x* порождает альтернативу. Нам представляется необходимым различать реальные и номинальные альтернативы в тех случаях, когда множество объектов категории столь велико, что для всех этих объектов может не хватить имен; такова, например, категория действительных чисел.

В предпосылке вопроса мы выделяем три компонента. Первый — *спецификация выбора числа* (selection-size-specification). Этот компонент, подобно квантору, указывает на количество запрашиваемых истинных альтернатив; например, *по крайней мере одна*, *все*, *5%* и т. д. Второй компонент — *спецификация требования полноты* (completeness-claim-specification). Он указывает на то, желает ли спрашивающий, чтобы ответ содержал утверждение о степени своего соответствия первому компоненту предпосылки. И наконец, *спецификация требования различения* (distinctness-claim-specification). Это компонент предпосылки, требующий, чтобы в ответе было указание, являются ли альтернативы реально или номинально различными; например, «7» в отличие от «VII». Неверно, что все типы вопросов имеют сразу все три компонента предпосылки.

Итак, прямые ответы представляют собой конъюнкцию выбранных альтернатив, причем мощность выбора определяется посредством спецификации выбора числа и, в случае соответствия этому компоненту, посредством спецификаций требований полноты и различения.

Ли- и *какой*-вопросы являются *элементарными*. Другие разновидности вопросов также поддаются логическому анализу. К ним относятся вопросы, составленные из нескольких элементарных, гипотетические вопросы, условные вопросы и др. Все они с той или иной степенью подробности рассматриваются ниже.

Последними излагаются некоторые сведения и результаты, относящиеся к эротетической семантике. Мы приходим к выводу, что наиболее удачной является следующая формулировка понятия *пресуппозиции* (presupposition) вопроса: «Вопрос Q *предполагает* (presupposes) утверждение A, если и только если истинность утверждения A является логически необходимым условием существования истинного ответа на вопрос Q».

Основанный на этом определении строгий анализ позволяет решать такие сложные с лингвистической точки зрения задачи, как семантическая интерпретация вопросительных предложений типа «*Вы перестали бить свою жену?*»

Мы различаем *истинные* и *ложные* интеррогативы в зависимости от того, имеют они или не имеют истинные ответы. К интеррогативам более или менее стандартным образом уместно применять и другие семантические понятия, такие, как логическая истинность, непротиворечивость, импликация и эквиваленция.

Этот краткий реферат подобен взгляду на землю с движущегося по орбите спутника: видны только основные объекты местности, многие из которых закрыты облаками. Сейчас самое время взять курс на землю и перейти к рассмотрению деталей.

ГЛАВА 1

ГРАММАТИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ВОПРОСОВ

В этой главе строится более или менее подробная грамматика элементарных вопросов. Центральным в главе является раздел 1.3, где дается определение чрезвычайно важного грамматического отношения — отношения «вопрос — ответ». Коль скоро, однако, мы хотим построить хорошую грамматику, нужно сначала детально рассмотреть схему грамматики, чем мы сейчас и займемся.

1.0. Базисный ассерторический язык

Хотя примеры заимствуются из естественного языка и первоначальный ход рассуждений будет понятным, если основываться исключительно на естественно-языковой терминологии, остается справедливым положение о том, что на дальнейший логический анализ оказывает сильное влияние определенный формальный ассерторический язык *, к которому следует присоединить наш эротетический аппа-

* Специалисты не придумали для этой логики приемлемого названия. Время от времени мы будем пользоваться термином «ассерторическая логика», однако логика должна иметь дело с высказываниями или предложениями, не только реально утверждаемыми, но и мысленно допустимыми. Наименование «повествовательная логика» также неудачно из-за ассоциации с соответствующей грамматической терминологией. (Именно стремлением избежать подобной аналогии можно объяснить наше предпочтение термина «эротетическая логика» термину «интеррогативная логика».) Наиболее точными были бы термины «сентенциональная», или «пропозициональная», логика, но, увы, они уже применяются для обозначения логики связок.

рат. При ином представлении о глубинном ассерторическом аппарате те рассуждения, которые мы здесь проводим, считая их правильными и уместными, не были бы таковыми. По этой причине, несмотря на то, что большую часть оставшегося материала этого раздела можно опустить без ущерба для понимания основного содержания книги, мы начнем с краткого описания некоторого формального языка L, для которого хотим построить логику вопросов. Поскольку в этой книге мы не собираемся использовать язык L, мы не будем излагать формальное представление каких-либо его фрагментов, а просто опишем сам язык. И хотя речь идет об одном конкретном языке L, в действительности имеется в виду некоторый произвольно выбранный язык из большого семейства языков, удовлетворяющих определенным условиям. Для тех, кто знаком со стандартными формальными системами, мы можем описать язык L как прикладное исчисление предикатов первого порядка с равенством [Черч, 1956, 281], имеющее предикатные и функциональные константы. Кроме того, в этот язык дополнительно вводятся обобщенные конъюнкции и дизъюнкции, а также нестандартные средства для «сортовых» или «категорных» различений, как в многосортной логике (прим. 1).

Язык L содержит не более чем счетное множество *индивидных констант* и счетное множество *индивидных переменных*. Для обозначения индивидных переменных из L в качестве метаязыковых переменных употребляются символы w, x, y и z, иногда с индексами. Язык L содержит также списки *n-арных функциональных* и *n-арных предикатных констант*. Для первых в качестве метаязыковых переменных используются символы f и g, а для вторых — символы F и G, арности которых могут определяться из контекста. В L входят следующие символы: $=$ для обозначения равенства, & — для конъюнкции, $\vee$ — для дизъюнкции, $\bar{}$ (или иногда $\sim$) — для отрицания, $\supset$ — для материальной импликации и $\equiv$ — для материальной эквиваленции. Далее, язык L имеет символы $\exists$ и $\forall$, которые употребляются соответственно для обозначения квантора существования $\exists x$ и квантора общности $\forall x$. Скобки используются обычным образом, а *термы* и *формулы* определяются, как обычно, рекурсивно, за одним, однако, исключением: если $A_1, \ldots, A_n$ — формулы, то мы полагаем, что не только $(A_1 \& A_2)$, но также и $(A_1 \& \ldots \& A_n)$ являются формулами. Аналогично формулой считается выражение

$(A_1 \vee \ldots \vee A_n)$. Эти обобщенные формулы — обобщенные конъюнкции и дизъюнкции — приводят к консервативному расширению множества ассерторических выражений, так как мы хотим интерпретировать выражение $(A_1 \& \ldots \& A_n)$ как логически эквивалентное выражению $(((\ldots(A_1 \& A_2) \ldots) \& A_{n-1}) \& A_n)$ и аналогично для $\vee$. Хотя наличие в языке обобщенных формул, строго говоря, несущественно, оно делает ход отдельных механизмов нашего эротетического формализма более плавным. Буквы a, b и c, иногда с индексами, используются для обозначения термов, а буквы A, B и, если понадобится, другие заглавные буквы, также, возможно, с индексами, обозначают формулы. Термы, не содержащие вхождений свободных переменных, называются *именами*. Формулы, не содержащие вхождений свободных переменных, называются *высказываниями* (statements), а формулы, имеющие в точности n различных вхождений свободных переменных, называются *n-местными условиями*. $Ax_1 \ldots x_n$ — произвольная формула. Использование такого обозначения обусловлено следующим соглашением: если дано выражение $Ax_1 \ldots x_n$, то под $Ab_1 \ldots b_n$ понимается результат подстановки в формулу $Ax_1 \ldots x_n$ вместо каждого свободного вхождения каждой переменной x_i некоторого терма b_i. При этом следует соблюдать обычную осторожность, чтобы предотвратить появление связанных переменных в $Ab_1 \ldots b_n$ там, где им следовало бы быть свободными. (Впредь без дополнительного упоминания будет предполагаться, что такого рода меры предосторожности приняты.)

Чтобы иметь возможность различать нужные категории, предположим, что некоторые из одноместных условий языка L помещены в эффективно устанавливаемый список *элементарных категорных условий* (elementary category conditions) и что для каждого имени a условие $x=a$ находится в этом списке (прим. 1). Полный список *категорных условий* задается рекурсивно, а именно: все элементарные категорные условия являются категорными условиями, и если Ax и Bx — категорные условия, содержащие одну и ту же свободную переменную, то $(Ax \& Bx)$ и $(Ax \vee Bx)$ — категорные условия, точно так же, как и результат замены переменных (либо свободных, либо связанных) в Ax. Для того чтобы привести в действие категорный аппарат, предположим, что для каждого категорного условия множество связанных с ним имен определено следующим образом. Для каждого элементарного категорного условия Ax определяется как часть грамматики языка L эффективно устанавливаемое (рекурсивное, разрешимое) множество имен, называемое *именной (номинальной) категорией, задаваемой категорным условием* Ax (the nominal category determined by Ax): если Ax имеет вид $x=a$, то именная категория есть $\{a\}$. Предполагается, что если Ax и Bx отличаются только своими (свободными или связанными) переменными, то они задают одну и ту же именную категорию. Если же Ax — неэлементарное категорное условие, имеющее вид $(Bx \& Cx)$ или $(Bx \vee Cx)$, то именная категория, задаваемая условием Ax, определяется соответственно как пересечение и объединение именных категорий, задаваемых условиями Bx и Cx.

Допущение, согласно которому множество категорных условий замкнуто относительно операции замены переменных конъюнкции и дизъюнкции, дает нам определенную гибкость, и при этом мы ничего не теряем в общности рассуждений. С другой стороны, если бы мы потребовали, чтобы множество категорных условий было замкнуто относительно операции отрицания, нам пришлось бы столкнуться с определенными трудностями. О них речь пойдет ниже.

Описание грамматики языка L на этом закончено. Обратимся теперь к его семантике и определим понятие *предполагаемой интерпретации* (candidate interpretation). Предполагаемая интерпретация — это упорядоченная пара, состоящая из непустой области индивидов D и *интерпретирующей функции* (interpretation function), аргументами которой служат различные переменные и константы. Значениями этой функции являются индивиды в D (для индивидных переменных и констант), функции на D (для функциональных констант) и отношения на D (для предикатных констант).

Тогда, если a — терм, A — формула, M — предполагаемая интерпретация, а i — индивид из области индивидов интерпретации M, то будем считать, что понятия «*a обозначает i в M*» и «*A истинна (ложна) в M*» определены обычным образом. Под *областью значений* одноместного условия Ax понимается множество индивидов i в области определения M такое, что Ax истинно в интерпретации M', отличающейся от M приписыванием значения i свободной переменной x в Ax. Область значения категорного условия называется также *реальной категорией* (real category), задаваемой этим условием в M, или иногда *реальной областью значения* (real range) категорного условия.

Поскольку категорные условия, отличающиеся только свободными или связанными переменными, задают одни и те же именные и реальные категории, между ними нет эротетически релевантного различия. Поэтому мы говорим, что такие условия являются *эквивалентными*, и вводим обозначение $\mathbf{Cx}$ для множества условий, эквивалентных Cx.

Семантическое функционирование категорного аппарата достигается с помощью понятия «*интерпретация*»: интерпретация определяется как такая предполагаемая интерпретация M, в которой для каждого категорного условия Ax каждое имя из *номинальной* категории, задаваемой Ax, обозначает в M некоторый индивид из *реальной* категории, задаваемой этим условием Ax в M. Наши определения устроены таким образом, что если элементарные категорные условия обладают указанным свойством, то им обладают и все категорные условия вообще. Именно поэтому мы можем без всякого ущерба считать категорные условия замкнутыми относительно операций конъюнкции и дизъюнкции, и именно для того, чтобы сохранить это свойство инвариантным, мы не замыкаем категорные условия относительно отрицания.

Мы полагаем, что обычные семантические понятия *непротиворечивости*, *общезначимости*, *или логической истинности*, *логической импликации и логической эквивалентности* легко определяются стандартным способом при помощи понятия интерпретации. Например, A логически влечет B, если не существует интерпретации, в которой A было бы истинно, а B — ложно. Эти классические понятия небезошибочны, о чем одному из авторов уже случалось писать [Андерсон и Белнап, 1975], и приводят к определенного рода аномалиям в самой эротетической сфере. И все же эти понятия наиболее приемлемы для наших целей, а при вторжении на новую территорию лучше всего, как нам кажется, применять уже апробированное оружие. (См. разд. 3.1, где содержатся определения основных семантических понятий.)

Каждый раз, когда мы говорим об истинности, ложности, обозначении или области значения, не указывая явно на интерпретацию, мы всегда имеем в виду некую *главную ин-*

терпретацию, относительно которой определяются все эти понятия. В частности, чтобы приводимые нами примеры были удобочитаемыми, мы будем употреблять выражение типа x — *мальчик*, как если бы оно было фрагментом нашего формального языка L. И в тех ситуациях, когда мы так поступаем, будем трактовать это выражение как имеющее вид $f(x)$ с главной интерпретацией, придающей входящим в него словам обычные языковые значения.

Таковы необходимые основные грамматические и семантические средства. Мы не предполагаем, что язык L содержит особые аксиомы, правила вывода или еще какой-нибудь аппарат теории доказательств, для которого были бы адекватны очерченные выше грамматические и семантические понятия.

1.1. Ответы

Поскольку в наши намерения входит построить логику, пригодную для практических целей, мы хотим, чтобы все формализуемые нами вопросы были понятны. Ведь нет никакого смысла создавать формальную систему, если на ее выходе получается бессмыслица. Соглашаясь с Брейтвейтом в том, что «нет исчисления без вычисления», мы хотим, чтобы пользователи нашей логики могли эффективно вычислять, что считается ответом на формализуемые вопросы. По этой причине область нашей формализации ограничена ситуацией, когда заранее точно определено, что считается ответом на данный вопрос.

Проблемные и непонятные, малосодержательные вопросы намеренно не подвергаются формализации; тот тип вопросов, с которыми мы будем иметь дело, связан, скорее, с поиском определенной порции информации. Поэтому такие на вид простые вопросы, как «*Кто тот человек, что живет рядом?*», не рассматриваются. Хотя этот вопрос внешне напоминает информационно-поисковый, размышление над ним приводит к выводу, что здесь очень сложно заранее предугадать, какой бы тип ответа удовлетворил спрашивающего: хочет ли он узнать имя человека или получить ответ в форме дескрипции. Если в форме дескрипции, то должна ли та включать в себя информацию о роде занятий данного лица, его родственных связях, прежних знакомствах или о чем-то еще? Скорее всего, задающий этот вопрос сам не знает, что он хочет узнать, но после вашего ответа он может сказать, удовлетворил ли его ответ, а возможно, задаст другой, более точно сформулированный вопрос.

Важно подчеркнуть, что мы отдаем себе отчет в том, что с самого начала оставляем в стороне некоторые очень интересные виды вопросов. Класс вопросов, которые задаются таким образом, чтобы дать некоторое указание на то, что считалось бы на них ответом, включает в себя не только большое количество явно философских вопросов типа «*Каково соотношение между мышлением и языком?*» или «*Что такое число?*», но и такие научные вопросы, как «*Почему существует так много разных субатомных частиц?*» или «*Как дети обучаются языку?*» От себя мы можем добавить такой вопрос: «*Как правильно объяснить, что такое вопросно-ответная ситуация?*»

Хотя мы не предполагаем формализовать такого рода вопросы, вряд ли следует считать, как это, видимо, делает Я. Хинтикка [1974], что наша логика стоит в стороне от «большого класса интересных проблем», поднимаемых этими вопросами. На самом деле можно выявить по меньшей мере две внутренние связи. Во-первых, предлагая экспликацию понятия точного вопроса и исследуя до конца его природу, мы тем самым значительно углубляем свое представление о том, что делает неточные вопросы неточными и что нужно для их превращения в точные вопросы. Например, многие исследования в философии науки можно охарактеризовать как поиск строгого определения того, что считать ответом на вопросы подобного типа, а философские позиции могут быть нередко классифицированы в соответствии с тем, что в них считается ответом на определенного вида вопросы. (В работе Хижа [1962] обсуждаются некоторые из таких проблем, связанные с *что*-вопросами.) Во-вторых, наша эротетическая система предлагает человеку, который затрудняется ясно поставить вопрос, большой запас точно сформулированных вопросов, используя которые он мог бы повысить эффективность коммуникации. Наша цель состоит в том, чтобы улучшить естественный язык, а не оставлять его таким, как он есть.

Итак, будем рассматривать вопросы, для которых точно определено, что считается ответом на них. Каждому такому вопросу соответствует множество *непосредственно* отвечающих на него предложений. В действительности элемент этого множества может быть либо истинным, либо ложным, но в любом случае он обладает тем свойством, что сообщает спрашивающему только такие сведения, которые тот хочет узнать. Вслед за Харро назовем каждое такое предложение *прямым ответом* на вопрос. Прямой ответ, следовательно,— это утверждение, которое служит полным, и только полным, ответом на заданный вопрос. С точки зрения психологии прямой ответ представляет собой именно тот тип ответа, который спрашивающий *намерен* получить на свой вопрос. Важно, чтобы прямой ответ был безусловным и окончательным ответом на поставленный вопрос.

Чтобы пояснить понятие прямого ответа, сопоставляя его с другими близкими по структуре ответами, рассмотрим в качестве примера следующий вопрос:

(1) *Какова температура замерзания воды по Фаренгейту при нормальных условиях?*

Можно было бы считать прямыми ответами на этот вопрос как истинное предложение «*Температура замерзания воды при нормальных условиях 32°F*», так и ложное «*Температура замерзания воды при нормальных условиях 0°F*». С другой стороны, хотя не требуется, чтобы прямой ответ был истинным, необходимо, чтобы он имел правильную форму; в противном случае ответ не считается прямым. Так, предложение «*Температура замерзания воды при нормальных условиях указана в «Справочнике по химии и физике»*» не является прямым ответом на вопрос (1), поскольку в нем содержится всего лишь инструкция, по которой спрашивающий может сам найти истинный и прямой ответ на вопрос. Кроме того, следует подчеркнуть, что этим предложением не ограничивается выполнение задания, поставленного в вопросе,— после того как спрашивающий получит такой ответ на вопрос (1), ему предстоит еще проделать определенную работу, чтобы получить окончательный и удовлетворяющий его ответ. То же самое, хотя и в меньшей степени, верно для предложений типа «*Температура замерзания воды при нормальных условиях на 211° F выше, чем температура замерзания спирта*» или «*Температура замерзания воды при нормальных условиях* (2^5)°*F*». Итак, хотя для какой-то части спрашивающих эти предложения могут оказаться небесполезными, ни одно из них не может быть признано прямым ответом: прямые ответы должны исчерпывающе и недвусмысленно отвечать на вопросы. Конечно, предложение типа «*Температура замерзания воды при нормальных условиях 32°F, а температура кипения — 212°F*» полностью отвечает на вопрос (1).

Однако беда в том, что в нем содержится больше сведений, чем требуется при ответе на вопрос. Аналогичные проблемы встают перед конструкторами вопросно-ответных информационных систем с большим банком данных, которые не хотят заваливать потребителей системы потоком релевантной, но не в точности пертинентной информации. В этой связи А. Р. Андерсон как-то привел в качестве иллюстрации рассказ о том, как однажды мальчик из города Литл-Рок попросил маму объяснить, почему, когда щелкает выключатель, загорается свет. Мать предложила ему обратиться с этим вопросом к отцу, инженеру по профессии, на что мальчик резонно ответил, что не хочет *так* много знать по этому вопросу.

Предположим, что ответом на вопрос (1) будет не предложение «*Температура замерзания воды при нормальных условиях 32°F*», а просто существительное «*32*». Очевидно, что его статус как ответа на вопрос, равно как и значение, зависит от контекста. Поэтому, раз мы предполагаем формализовать наш анализ и при этом не хотим, чтобы ассерторическое значение зависело от контекста, мы не будем считать «*32*» прямым ответом на вопрос (1). Мы будем рассматривать его как сокращенный вариант приведенного выше полного предложения и вслед за К. Хэмблином [1958] назовем его *кодифицированным* (coded) ответом на вопрос. Кодифицированные ответы, куда входят, помимо слов, жесты и кивки, благодаря своей высокой эффективности играют ведущую роль в процессе коммуникации, однако за ними всегда стоят полные, неэллиптичные предложения.

Из-за наличия кодов понятие *прямого ответа* в лингвистических приложениях нашей работы следовало бы отнести к «глубинной», а не к поверхностной структуре эротетических выражений. Р. Лэнг пишет (личная переписка, 1970): «Даже из пяти тысяч пар вопросов и ответов я бы с трудом нашел пример того, что могло бы считаться прямым ответом». Это все верно, но в таком случае непонятно, как можно считать лингвистический анализ хоть в малейшей степени адекватным, если он не опирается на глубинное понятие прямого ответа на вопрос *.

Еще одно, последнее замечание. Соблазнительно считать прямым ответом на вопрос «*Какой есть хороший метод трисекции углов с помощью циркуля и линейки?*» предложение «*Такого метода не существует*». Оказывается, однако, что рассуждения о вопросах становятся более точными и строгими, если подобные *корректирующие* (corrective) *ответы*, отменяющие некоторую пресуппозицию вопроса, и прямые ответы различать и понятийно, и терминологически. Осторожный спрашивающий, который желает принять такой ответ как прямой, всегда может задать вопрос «*Какой есть хороший метод трисекции углов с помощью циркуля и линейки или такого не существует?*».

Коль скоро понятию прямого ответа придано узкое значение, следует ввести термин для обозначения множества утверждений, составляющих ответный шум системы, который, как правило, всегда сопровождает вопрос. Для этой цели мы воспользуемся словом *реплика* (reply). Одни реплики, такие, как про *Справочник* или «*Это хороший вопрос*», могут быть проанализированы только в теории прагматики вопросов и потому в настоящей книге не рассматриваются. Впрочем, другие реплики можно охарактеризовать в грамматических или семантических терминах и соотнести с прямыми ответами. Для такой неопределенно очерченной группы реплик мы сохраняем термин *ответ* обычно в сочетании с каким-нибудь уточняющим описательным прилагательным. В итоге мы будем рассматривать несколько разновидностей ответов и среди них те, которые лишь частично удовлетворяют требованию вопроса или в которых сообщается больше сведений, чем требуется: ответы, логически эквивалентные прямым, но не являющиеся тако-

* По мнению Я. Хинтикки [1974], мы «склонны думать», что «информация должна передаваться спрашивающему вербально», так что кивок нельзя считать «абсолютно полноправным ответом на *да-нет*-вопрос». Поскольку Я. Хинтикка не приводит в этом месте никаких ссылок, мы не можем с уверенностью определить источник его недопонимания. Возможно (хотя сам Я. Хинтикка не цитирует этой работы), это была статья Белнапа [1969а], которую мы ему послали по его просьбе в 1973 г. В ней был описан этот тип вопроса как требующий языкового ответа во всех случаях, и Я. Хинтикка, видимо, отождествил «словесный» и «языковой» ответы. Вне всякого сомнения, кивок как ответ на *да-нет*-вопрос в действительности является частью языка и его (конвенциональное) значение является сентенциональным.

выми; ответы, корректирующие ложную пресуппозицию вопроса, и т. д. Все они попадают в сферу действия эротетической логики, но вместе с тем должны отличаться от собственно прямых ответов.

1.2. Элементарные вопросы

В этом и следующем разделах будут рассмотрены вопросы построения понятийного аппарата для рассуждений об элементарных вопросах и ответах на них, а также системы обозначений соответствующих понятий (сама по себе формальная система обозначений, конечно, малосодержательна).

Всякий вопрос на нашем формальном языке представлен *интеррогативной* (interrogative) *формулой* или *предложением* в зависимости от того, содержит он свободные переменные или нет. Кратко формальное представление вопроса будем называть *интеррогативом*. Считается, что интеррогатив служит для того, чтобы *имитировать* вопрос. Поскольку два интеррогатива могут соответствовать одному и тому же вопросу, а также по ряду других причин следовало бы сформулировать понятие вопроса более абстрактно, чем понятие интеррогатива, и четче отделить их друг от друга. Мы попытаемся быть как можно более аккуратными и сохранить различие этих понятий, хотя при обсуждении примеров, взятых из естественного языка, мы позволим себе быть более свободными в выражениях, чем при обсуждении нашего формального языка L.

Мы будем придерживаться стратегии ввода обозначений для интеррогативов частями; каждая часть вводится сразу после теоретического анализа соответствующего фрагмента вопроса. В тех случаях, когда вопросы и интеррогативы имеют согласованные друг с другом фрагменты, которым удобно дать одно и то же имя, используется прилагательное *абстрактный* для фрагмента вопроса и прилагательное *лексический* для фрагмента интеррогатива, причем если из контекста понятно, о каком фрагменте — вопроса или интеррогатива — идет речь, то эти прилагательные могут быть опущены. Будем считать, что абстрактная часть вопроса также *принадлежит* интеррогативу.

Мы полагаем, что понятие прямого ответа является фундаментальным для всякой плодотворной теории вопросов. (Однако, как с тщательностью и с исключительной элегантностью продемонстрировал Оквист, многие результаты можно получить без привлечения этого понятия.) Для эротетической логики тем не менее недостаточно указать, что данное предложение служит ответом на вопрос; следует также объяснить, как оно отвечает на вопрос. Для дальнейшего усовершенствования понятия прямого ответа нужно сначала истолковать понятие вопроса. По нашему мнению, вопрос состоит из двух частей, которые мы называем *абстрактным субъектом* и *абстрактной предпосылкой*. Оставшаяся часть настоящего раздела посвящена субъектам вопросов.

В первом приближении можно считать, что субъект каждого вопроса предоставляет, или задает, множество альтернатив, из которых отвечающий должен произвести выбор, как из закусок на столе. Например, мы можем полагать, что вопрос

(2) *Является ли стекло жидкостью при температуре 70°F?*

таков, что его субъект предоставляет две альтернативы:

(3) *Стекло является жидкостью при температуре 70°F*

и «*Стекло не является жидкостью при температуре 70°F*». Аналогично субъект вопроса «*Чего в латуни больше — меди или олова?*» также задает две альтернативы: «*В латуни больше меди, чем олова*» и «*В латуни больше олова, чем меди*». Вопрос (1), однако, предоставляет уже бесконечно много альтернатив (ср. «*Температура замерзания воды при нормальных условиях 0°F*», «*Температура замерзания воды при нормальных условиях 1°F*» и т. д., а также бесконечное множество вариантов этих предложений с отрицательной температурой).

Предложенный подход к понятию вопроса тривиален, но нашу трактовку вопроса, согласно которой его субъект предоставляет множество альтернатив, можно противопоставить другой трактовке, при которой субъект вопроса о стекле предоставляет одно предложение «*Стекло является жидкостью при температуре 70°F*», а отвечающего просят вынести суждение об истинности или ложности данного предложения. Очевидно, что такой подход, которого придерживается, по-видимому, большинство логиков старой школы, занимающихся исследованием вопросов, не привел к созданию жизнеспособной эротетической логики. Ограниченность такой теории объясняется главным образом чрезмерным вниманием к *да-нет*-вопросам и, как следствие, недостатком внимания к большой совокупности вопросов других типов. Хотя рассмотрение вопросов как задающих одно предложение с последующей оценкой его истинностного значения плодотворно для простых *да-нет*-вопросов, эту трактовку трудно, если вообще возможно, обобщить на случай более сложных вопросов. Здесь напрашивается аналогия с логиком — последователем Аристотеля, который уделял слишком много внимания категорическим суждениям, или же с логиками, ошибочно утверждающими, что логика «в сущности» не является двузначной.

Вопросы задают альтернативы через свои субъекты и обусловливают множество прямых ответов, но сами понятия альтернативы и прямого ответа не тождественны. Имеются вопросы типа «*Какие простые числа лежат между 10 и 20?*» и «*Какой можно привести пример простого числа, лежащего между 10 и 20?*», сходные в том отношении, что предоставляют одинаковые альтернативы, но различающиеся по характеру ответов, которые они требуют. Отсюда следует, что, кроме субъекта, в вопросе есть что-то еще. Отложим на некоторое время уточнение того, что имеется в виду под «чем-то еще» и что мы будем называть «предпосылкой» вопроса (мы вернемся к этому в разд. 1.3), и продолжим обсуждение ряда следствий из нашего представления о субъекте вопроса как задающего альтернативы.

По числу предоставляемых альтернатив вопросы можно разбить на два класса. В один класс попадают вопросы, которые задают небольшое или, во всяком случае, ограниченное число альтернатив, а в другой — вопросы, которые задают бесконечное или по крайней мере большое число альтернатив. Деление вопросов на описанные два класса, безусловно, представляется интересным и важным, но для нас сейчас более существенно не количество предоставляемых альтернатив, а скорее *способ* (manner) их задания. Альтернативы либо явным образом перечисляются в вопросе, либо описываются путем отсылки к некоторому *условию* или *матрице*, где под последней имеется в виду предложение, в котором на местах имен стоят переменные. Так, в вопросе о латуни альтернативы эксплицитно содержатся в самом вопросе, тогда как в вопросе (1) бесконечное множество альтернатив задается путем отсылки к матрице «*Температура замерзания воды при нормальных условиях* $x°F$». Указанное различение способов задания альтернатив приводит к разбиению вопросов на два класса — *ли*-вопросы и *какой*-вопросы. Такое деление не охватывает всех разновидностей вопросов, но для удобства изложения допустим, что класс *элементарных* вопросов состоит исключительно из *ли*- и *какой*-вопросов, и по очереди рассмотрим каждый из них.

1.2.1. *Ли*-вопросы. Их субъекты

Некоторые вопросы задают конечное множество альтернатив через свои абстрактные субъекты, причем это множество эксплицитно содержится в вопросе. Такие вопросы мы называем *ли*-вопросами (whether-question). К *ли*-вопросам относятся обычные *да-нет*-вопросы типа (2), поскольку из них легко и непосредственно восстанавливаются утверждения, предоставляемые в качестве альтернатив. Еще один пример *ли*-вопроса — вопрос короля Джеймса I:

(4) *Курение табака — это порок, добродетель, причуда, сумасбродство или панацея от всех невзгод?*

Субъект этого вопроса состоит из пяти альтернатив, первые две из которых — *Курение табака — порок* и *Курение табака — добродетель*. Произвольное множество формул может выступать в качестве абстрактного субъекта *ли*-вопроса и называется *абстрактным ли-субъектом*. *Область значения*, определяемая *ли*-субъектом *ли*-вопроса, т. е. множество *альтернатив*, которые *предоставляет*, или *задает*, вопрос, считается, по определению, совпадающей с субъектом вопроса. Такое совпадение не имеет места для *какой*-вопросов, у которых области, определяемые субъектами, отличны от самих субъектов.

Система обозначений. Поскольку элементарный вопрос состоит из субъекта и предпосылки, мы потребуем от интеррогативов, имитирующих элементарные вопросы, чтобы они отражали это деление вопроса на две части. Рассматривая вопрос как функцию, аргументами которой являются предпосылка и субъект, а значением — сам вопрос, мы будем использовать для обозначения всех элементарных интеррогативов запись $?\rho\sigma$. Выбор порядка следования символов ρ для предпосылки и σ для субъекта нельзя аргументировать какими-либо логическими соображениями, тем не менее стремление ввести удобочитаемую запись диктует порядок символов ρ — σ.

Ввод системы обозначений для лексического субъекта *ли*-интеррогатива обусловлен тем, что абстрактный субъект *ли*-вопроса есть множество высказываний типа

(5) $\{A_1, \ldots, A_n\}$.

Отсюда видно, что наиболее удобной записью лексического субъекта является заключенный в круглые скобки список альтернатив (5), отделенных одна от другой запятой. Если $A_1, \ldots, A_n$ — формулы, будем считать, что запись

(6) $(A_1, \ldots, A_n)$

есть лексический *ли*-субъект. По ряду технических причин мы потребуем, чтобы среди формул $A_1, \ldots, A_n$ не было повторений. Ясно, что это требование никак не может повлиять на общность наших рассуждений. По еще более туманным причинам потребуем также, чтобы ни одно из A_i, как в (5), так и в (6), не было представимо в виде конъюнкции $A_1 \& \ldots \& A_{i_p}$ других A_j. Поэтому представление $(C, A, B, A \& B)$ исключается из рассмотрения, а представление $(A, A \& B)$ нет. При таком ограничении мы могли бы утратить общность рассуждений, если бы в нашем распоряжении не было синтаксически отличных, но логически эквивалентных способов представления конъюнкции $A_{i_1} \& \ldots \& A_{i_p}$, например, с помощью двойного отрицания. Подчеркнем, что все эти ограничения не имеют никакого отношения к проблеме полезности вопросов с субъектами типа $(A, B, A \& B)$. На самом деле такие субъекты имеют определенную сферу применения, однако, как бы то ни было, логику не следует отвергать эротетическую запись только из тех соображений, что кто-то по обыкновению пользуется этой записью не вполне разумно. Чего мы достигаем, вводя вышеуказанные ограничения, так это однозначности: если формула $S_1 \& \ldots \& S_p$ может быть истолкована как конъюнкция некоторых A_i, то такое толкование будет единственным. Этим результатом мы позже воспользуемся.

Итак, как следует из сказанного, интеррогативы, имитирующие *ли*-вопросы, можно распознать по записи

(7) $?\rho(A_1, \ldots, A_n)$.

Будем говорить, что лексический *ли*-субъект (6) является субъектом интеррогатива (7) и что (7) является *ли*-интеррогативом.

Будем также говорить, что лексический *ли*-субъект (6) *обозначает*, или *выражает*, абстрактный *ли*-субъект (5). Поскольку (5) задает область значений, т. е. множество альтернатив, мы будем считать, что (6) и (7) задают одну и ту же область значений и предоставляют одни и те же альтернативы посредством своей связи с (5). (Хотя эти формальные выражения будут более полезны при обсуждении *какой*-вопросов, мы для единообразия вводим их сейчас.)

Примеры

Пусть L есть сокращение для (3). Тогда интеррогатив, имитирующий вопрос (2), будет иметь запись $?\rho(L, \bar{L})$, которая является канонической схемой собственно *да-нет*-вопросов. Обозначим через B предложение *Джон бил свою жену*, а через N — *Джон сейчас не бьет свою жену*. Тогда наиболее удобной записью вопроса

(8) *Перестал Джон бить свою жену?*

будет, несомненно, запись, использующая интеррогатив $?\rho(B \& N,\ B \& \bar{N})$ и служащая канонической схемой для записи «несобственных» *да-нет*-вопросов. Интеррогатив для вопроса (4) короля Джеймса I будет иметь вид $?(A_1, A_2, A_3, A_4, A_5)$.

1.2.2. *Какой*-вопросы. Их субъекты. Реальные и номинальные альтернативы

В первом приближении *какой*-вопросы — это такие вопросы, которые задают свои альтернативы путем отсылки к матрице и к одному или более категорным условиям. Например, вопрос

(9) *Какое натуральное число является наименьшим простым, большим чем 45?*

предоставляет бесконечное множество альтернатив путем отсылки к матрице

(10) *x является наименьшим простым числом, большим чем 45*

и к категорному условию

(11) *x — натуральное число.*

В разд. 1.0 мы выдвинули требование, согласно которому с каждым категорным условием связаны два разных множества: во-первых, множество имен (например, арабские цифры 1, 2 и т. д.), а во-вторых, множество вещей (например, множество натуральных чисел). В том же разделе множество имен, связанное с категорным условием, было названо *номинальной* (именной) категорией, а множество соотносимых с ним вещей — *реальной* (действительной) категорией. Аналогичную пару понятий можно ввести и для *какой*-вопросов. При попытке определить, какой ответ «действительно» хотел бы получить автор вопроса (9), мы колеблемся перед выбором числа 47 или символом числа «47», и это колебание отражено во вводимой паре понятий — реальная и именная категории соответственно. Если бы номинативная функция семантики была одновременно и инъективной и сюръективной, нам не были бы нужны оба этих множества. Однако номинативная функция, вообще говоря, не является инъективной, так как два имени могут обозначать одну и ту же вещь (например, имена «3^2» и «9» оба обозначают 9), и в то же время не является сюръективной, поскольку при любой заданной интерпретации могут найтись объекты, не имеющие имен (поскольку, например, действительных чисел больше, чем имен, то, какова бы ни была интерпретация обычной математики, найдется множество непоименованных действительных чисел). Напомним, что номинальная и реальная категории связаны требованием, согласно которому, какова бы ни была интерпретация, для каждого категорного условия денотаты имен из номинальной категории, определяемой этим условием, должны входить в множество вещей, т. е. в реальную категорию (так, денотат имени каждой арабской цифры есть число).

Различение двух типов категорий приводит к выделению двух типов альтернатив, каждый из которых играет определенную роль в эротетической логике. Назовем их соответственно *номинальными* (именными) и *реальными* (действительными) альтернативами. Номинальные альтернативы, предоставляемые вопросом (9), определяются как результат тех и только тех подстановок элементов номинальной категории вместо x в матрицу (10), которые подчиняются категорному условию (11), т. е. подстановок вместо x арабских цифр, отличных от 0. Таким образом, номинальными альтернативами, удовлетворяющими условию (11), будут следующие: «*1 является наименьшим простым числом, большим чем 45*»; «*2 является наименьшим простым числом, большим чем 45*» и т. п. Это множество номинальных альтернатив называется *номинальной* (именной) *областью* вопроса (9).

Реальные альтернативы, предоставляемые вопросом (9), не могут быть определены в терминах подстановки, так как, очевидно, подстановка неязыкового объекта вместо переменной x в матрицу (10) бессмысленна. Тем не менее достичь желаемого результата можно, определяя реальные альтернативы, предоставляемые вопросом (9), как упорядоченные пары вида $\langle f$, «*x является наименьшим простым числом, большим чем 45*»$\rangle$. Здесь под f понимается функция, ставящая в соответствие переменной x некоторый объект из реальной категории, связанной с условием (11), т. е. некоторое натуральное число. Такую упорядоченную пару можно трактовать как предложение, утверждающее, что вещь $f(x)$ удовлетворяет матрице (10). О его истинности или ложности можно говорить в зависимости от того, удовлетворяет вещь этой матрице или нет. Набор всех реальных альтернатив образует *реальную* (действительную) *область* вопроса (9).

Из приведенного выше примера роль, какую выполняет функция f, еще не видна, поскольку мы интересуемся только одним ее значением — $f(x)$. Эта роль станет очевидной, когда мы перейдем к рассмотрению «реляционных» *какой*-вопросов типа

(12) *Какие из мальчиков являются братьями каких девочек?*,

отсылающих к двуместной матрице

(13) *x является братом y*

вместе с парой категорных условий — для каждого места свое условие:

(14) *x является мальчиком, а y является девочкой.*

Именная область вопроса (12) состоит из различных предложений, получаемых в результате замены переменной x на имена мальчиков и переменной y на имена девочек в матрице (13), а реальная область этого вопроса состоит из различных пар вида f, «*x является братом y*», где $f(x)$ есть мальчик, а $f(y)$ есть девочка *.

Чтобы в дальнейшем иметь удобный способ говорить о «вопросной схеме» типа

(15) *Каково решение уравнения $a+x=b$?*,

полезно отличать терминологически те переменные в матрице вида $a+x=b$, о которых спрашивается в предложении (здесь такой переменной, разумеется, является x), от других переменных или констант (здесь: a и b). Переменные первого типа будем называть *вопросительными* (queriables). Именно эти переменные «эротетически связаны»: они не являются ни свободными переменными, ни переменными, связанными обычными ассерторическими кванторами,— они связаны самим интеррогативом.

Адекватное обобщение введенных понятий должно позволить опускать категорные условия, управляющие всеми или несколькими вопросительными переменными матрицы, поскольку возникающие под действием этих условий ограничения на альтернативы в ряде случаев оказываются ненужными или даже нежелательными. Кроме того, обобщение должно отразить тот факт, что категорные условия, отличающиеся друг от друга только своими вопросительными переменными, эквивалентны. Поэтому мы вводим понятие *категорного отображения* во множество вопросительных переменных X. Функция g называется *категорным отображением в X*, если g есть отображение некоторого

* Р. Лэнг (личная переписка, 1970) отмечает, что реляционные *какой*-вопросы почти не встречаются в естественном языке и с трудом понимаются, когда их произносит говорящий: «*Мои попытки опробовать их при общении с нашими выходцами из Новой Гвинеи окончились полным провалом*». И все же аналогия с ассерторической логикой подсказывает, что при серьезном научном общении реляционные *какой*-вопросы имеют большое значение.

(возможно, пустого) подмножества множества X в множество классов эквивалентности категорных условий. Смысл данного определения заключается в том, что там, где $g(x)$ не определена, x не зависит от категорных условий; если же $g(x)$ определена, то x подчиняется любому произвольно выбранному категорному условию из множества $g(x)$ эквивалентных условий.

Итак, для определения реальных и номинальных альтернатив, задаваемых *какой*-вопросом, нам в общем случае необходимо иметь три объекта: 1) множество X вопросительных переменных; 2) категорное отображение g в множество X; 3) матрицу A. Если X непусто, мы определяем понятие *абстрактного какой-субъекта* как тройку $\langle X, g, A\rangle$, состоящую из этих единиц *. Вспомним, что в разд. 1.2.1 отмечалось, что абстрактный *ли*-субъект *ли*-вопросов — это то же самое, что область альтернатив, тогда как для *какой*-вопросов понятия абстрактного субъекта и области альтернатив не совпадают. Поэтому даже если в каком-то частном случае два *какой*-вопроса предоставляют одно и то же множество альтернатив, мы все равно будем считать два *какой*-вопроса с разными субъектами разными.

Соответствующие определения альтернатив, предоставляемых *какой*-вопросами, таковы. Пусть тройка

(16) $\langle X, g, Ax_1 \ldots x_n\rangle$

есть *какой*-субъект, где X — непустое множество $\{x_1, \ldots, x_n\}$ вопросительных переменных, g — категорное отображение в множество X, а $Ax_1 \ldots x_n$ — матрица. Тогда *номинальными* (именными) *альтернативами*, образующими *номинальную* (именную) *область*, *определяемую* данным *какой*-субъектом и *задаваемую* произвольным вопросом с этим субъектом, называются выражения вида $Aa_1 \ldots a_n$, которые являются результатом подстановки (для каждого i) имени a_i вместо вопросительной переменной x_i в матрицу $Ax_1 \ldots x_n$; причем должно выполняться следующее ус-

---

* Это определение неудачное, так как выражения $(x/ /Fx)$ и $(y/ /Fy)$ (см. текст после примера (19)) при этом обозначают разные абстрактные субъекты. А поскольку переменные x и y являются связанными, они должны были бы обозначать одинаковые субъекты. Вместо тройки $\langle X, g, A\rangle$ нужно ввести что-то вроде класса эквивалентности, порождаемого единообразной заменой вопросительных переменных. Увы, мы слишком поздно заметили эту ошибку, чтобы внести необходимые исправления.

ловие: если $g(x_i)$ определено и является классом эквивалентности категорных условий **Сх**, то a_i принадлежит именной категории, определяемой Cx.

Реальная область, будучи семантической, должна быть релятивизована относительно интерпретаций. Пусть M — произвольная интерпретация. Тогда *реальные M-альтернативы*, или *альтернативы в M*, образующие *реальную M-область*, или *область в M*, определяемую *какой*-субъектом (16) и предоставляемую произвольным вопросом с этим субъектом,— это все пары вида $\langle f, Ax_1 \ldots x_n \rangle$, где f — функция, аргументы которой суть вопросительные переменные из множества X, а значения — индивиды в M, причем выполняется следующее условие: если $g(x_i)$ определено и является классом эквивалентности категорных условий **Сх**, то $f(x_i)$ является реальной M-областью условия Cx. Реальная M-альтернатива $\langle f, Ax_1 \ldots x_n \rangle$ истинна в M, если матрица $Ax_1 \ldots x_n$ истинна в такой интерпретации M', которая совпадает с M везде, за исключением приписывания значения $f(x_i)$ переменной x_i для каждого i. Реальные и номинальные альтернативы связаны друг с другом следующим определением: если M — интерпретация, то соотносимая с множеством вопросительных переменных $\{x_1, \ldots, x_n\}$ и матрицей $Ax_1 \ldots x_n$ номинальная альтернатива $Aa_1 \ldots a_n$, полученная путем замены при каждом i x_i на a_i, *обозначает в M* реальную альтернативу $\langle f, Ax_1 \ldots x_n \rangle$, если для каждого i имя a_i обозначает в M индивид $f(x_i)$. Допущения, которые мы приняли в разд. 1.0 относительно реальных и номинальных альтернатив, дают нам гарантию, что если $Aa_1 \ldots a_n$ — именная альтернатива, предоставленная субъектом (16) и обозначающая в M реальную альтернативу $\langle f, Ax_1 \ldots x_n \rangle$, индуцируемую множеством X и матрицей $Ax_1 \ldots x_n$, то эта реальная альтернатива будет предоставлена *какой*-субъектом в M. Например, соотносимая с одноэлементным множеством вопросительных переменных $\{x\}$ и матрицей (10) номинальная альтернатива «*53 — наименьшее простое число, большее чем 45*» обозначает в главной интерпретации реальную альтернативу $\langle f$, *x — наименьшее простое число, большее чем 45*$\rangle$, где $f(x)=53$.

Система обозначений. В разд. 1.2.1 нам легко удалось найти подходящую систему обозначений для *ли*-субъектов, и на этой стадии построение системы обозначений для *какой*-субъектов не составит, по-видимому, большого труда. Как мы говорили, абстрактный *какой*-субъект (16) составлен из множества вопросительных переменных, категорного отображения в это множество и матрицы. Существует множество способов построить формальную систему записи, по которой можно однозначно восстановить абстрактный *какой*-субъект и которая тем самым будет удобной для задания лексического *какой*-субъекта. Предлагаемая нами система кажется нам и компактной и удобной для чтения. *Лексическим какой-субъектом* будем называть выражение вида

(17) $(C_1x_1, \ldots, C_rx_r, x_{r+1}, \ldots, x_n//Ax_1 \ldots x_n)$,

где $x_1, \ldots, x_n$— непустая последовательность переменных, не содержащая повторений ($n \geqslant 1$), а $C_1x_1, \ldots, C_rx_r$— (возможно, пустая) последовательность категорных условий, таких, что каждое категорное условие $C_1x_1 (1 \leqslant i \leqslant r)$ содержит x_i в качестве единственной свободной переменной. Смысл этого определения состоит в том, что $x_1 \ldots x_n$— полное множество вопросительных переменных, из которых первые r, являющиеся свободными в составе соответствующих категорных условий $C_1x_1, \ldots, C_rx_r$, будут подчиняться этим категорным условиям. Естественно — и это определение,— что переменная x_i должна подчиняться категорному условию C_ix_i, куда она входит как свободная, тогда как стоящие отдельно переменные $x_{r+1}, \ldots, x_n$ называются *категорно-свободными*.

Интеррогативы, имитирующие *какой*-вопросы, т. е. *какой-интеррогативы*, имеют, следовательно, вид

(18) $?\rho\,(C_1x_1, \ldots, C_rx_r, x_{r+1}, \ldots, x_n//Ax_1 \ldots x_n)$

или, в том частном случае, когда все вопросительные переменные категорно-свободные,

(19) $?\rho\,(x_1, \ldots, x_n//Ax_1 \ldots x_n)$.

Об интеррогативах вида (19) говорится, что они являются *категорно-свободными*.

Если нам дана запись лексического *какой*-субъекта (17), то мы по ней восстанавливаем *обозначаемый* ею абстрактный *какой*-субъект (16) следующим образом. Множество вопросительных переменных X в составе (16) есть множество свободных переменных, которые стоят в (17) слева от двойной косой черты; категорное отображение g есть функция, определенная ровно для тех x_i, которые подчиняются одному из категорных условий $C_1x_1, \ldots, C_rx_r$, причем для каждого x_i, $g(x_i)$ есть класс эквивалентности $\mathbf{C}_i\mathbf{x}_i$ категорного условия C_ix_i, подчиняющего x_i; матрица A в составе (16) есть формула, стоящая в (17) справа от двойной косой черты.

Обо всех разнообразных понятиях, которые мы здесь определили, будем говорить, что одни из них *определяют* (determine) другие в соответствующих контекстах: (16) и (17) определяют соответственно абстрактный и лексический субъекты интеррогатива (18); (17) и (18) определяют реальные и номинальные области, предоставляют реальные и номинальные альтернативы и содержат множество вопросительных переменных, категорное отображение, множество категорных условий и матрицу. Конверсное отношение передается сочетаниями типа *вопросительные переменные интеррогатива (18)*.

Примеры

При записи вопроса (1) «*Какова температура замерзания воды по Фаренгейту при нормальных условиях?*» можно было бы употребить субъект (*x — целое число // температура замерзания воды при нормальных условиях* $x°F$). Здесь категорное условие «*x — целое число*» требует заполнения, и, заполняя эту лакуну, мы делаем вопрос более точным. С другой стороны, вопрос (12) содержит именные группы, которые навязывают субъекту форму (*x — мальчик, y — девочка // x брат y*). Впрочем, можно было бы предпочесть иной вид субъекта — категорно-свободный (*x // x— мальчик & y — девочка & x брат y*) и считать, что при таком субъекте мы лучше понимаем смысл вопроса. Наша логическая схема не указывает ни на то, как ее нужно использовать, ни на то, какие формальные интеррогативы лучше всего передают значение данного вопросительного предложения естественного языка, и в этом отношении она сходна с формальной ассерторической логикой. Мы можем лишь предлагать приемлемые альтернативы и комментировать различия между ними. Например, первый из вышеуказанных субъектов определяет «меньшую» именную область, состоящую только из предложений вида *b брат c*, где *b — имя мальчика*, а *c — имя девочки*, в то время как именная область второго из указанных субъектов включает в себя каждое предложение, порождаемое из категорного условия подстановкой вместо x и y произвольных имен, в том числе имен лошадей и диких гусей. Предпочтение одного субъекта другому определяется тем, что хочет спрашивающий узнать от отвечающего на вопрос.

Оквист [1965, 164] приводит пример «*В какой стране находится озеро Ельмарен?*» Наша точка зрения состоит в том, что субъект этого вопроса наиболее естественно представлять в виде (*x — страна // озеро Ельмарен находится в x*) с категорным условием *x — страна*, используя при этом в качестве именной категории, скажем, список имен стран, хранящийся в Национальном географическом обществе. Можно было бы также употребить и категорно-свободную разновидность субъекта, представляя выражение *x — страна* как конъюнктивный член матрицы, а не как категорное условие, и тем самым допуская в качестве альтернативы что-то вроде «*родина Акселя Хаерстрёма — страна, и озеро Ельмарен находится на родине Акселя Хаерстрёма*». Знание, что эта альтернатива является истинной, еще, разумеется, не гарантирует ответа в интуитивном смысле на вопрос, однако, по мнению Оквиста, если к этому знанию добавить также указание о знании места, где родился Хаерстрём, то этого уже будет достаточно для ответа. Именно последнюю альтернативу он считает маркирующей правильный ответ и строит свою формализацию, опираясь на нее. Нам все-таки кажется, что мы увеличиваем гибкость своей эротетической системы, позволяя спрашивающему не учитывать требование, согласно которому имена, подставляемые вместо вопросительных переменных, должны обозначать индивидов, которые ему известны, так что спрашивающий может формулировать свой вопрос любым способом, вводя или не вводя в вопрос предложение знания. В первом случае он мог бы применить субъект, формальную запись которого можно найти у Оквиста: (*x — страна & озеро Ельмарен находится в x & спрашивающий знает, что имеется в виду под x*). При этом альтернатива, полученная в результате замены переменной *x* на имя «*родина Акселя Хаерстрёма*» была бы ложной, если бы спрашивающий не знал родины Хаерстрёма *.

---

* Если бы наш базисный ассерторический аппарат включал, как у Л. Оквиста, и эпистемическую логику знания и логику, свободную от классической экзистенциальной пресуппозиции, согласно которой каж-

Труднее отыскать подходящий субъект для вопроса

(20) *Каково значение положительного квадратного корня из π?*

Первое, что приходит в голову,— это использовать как матрицу выражение $(x^2=\pi)\ \&\ (x>0)$, и субъект бы получил запись $(Cx\ //\ (x^2=\pi)\ \&\ (x>0))$, но тогда какое категорное условие выбрал бы задающий вопрос для Cx? Возможна ситуация, когда он знает, что корень квадратный из π — это некоторое вещественное число, но не знает, что невозможно перечислить все вещественные числа. В таком случае он, по всей вероятности, выберет категорное условие, именная область которого слишком узка и не содержит имени для квадратного корня из π. Если это произойдет, отвечающему следует отклонить данный вопрос как не имеющий истинных ответов. С другой стороны, спрашивающий может неосторожно выбрать чересчур широкое категорное условие, в именную область которого входят термы типа $\sqrt{\pi}$ В этом случае будут порождаться истинные, но бесполезные ответы вроде «*Квадратный корень из π есть квадратный корень из π*».

Спрашивающему следовало бы уметь формулировать субъект, устанавливающий такие альтернативы, которые, как он считает, в случае их истинности будут информативными. Что же касается вопроса (20), то можно предположить, что на самом деле требуется вовсе не значение квадратного корня из π, а скорее его приближенное значение в виде десятичной дроби. Например, если трактовать вопрос (20) как «*Каково значение положительного корня из π с точностью до пятого десятичного знака?*», то соответствующий субъект примет вид

(21) $x>0\ \&\ \exists y\ (y — \text{целое число}\ \&x=y\times 10^{-5})//x^2\leqslant \leqslant\pi<(x+10^{-5})^2$.

Помимо всего прочего, это показывает допустимость использования для категорных условий обозначений точно такой длины, какую требует именная категория,— в дан-

дое имя нечто обозначает, то было бы естественно ввести в «предпосылку» две новые «спецификации» типа обсуждаемых ниже, в гл. 3, одна из которых касается предложения знания, а другая — экзистенциального предложения.

ном случае выражения вида $x_0x_1x_2x_3x_4x_5$, где x_0— целая часть десятичной дроби, а остальные x — десятичные знаки.

Вопрос

(22) *Какие простые числа лежат между 10 и 20?*

требует, чтобы субъектом было выражение

(23) (*x — целое число // x — простое число между 10 и 20*).

Возможно представление субъекта этого вопроса в виде (*x— простое число // x лежит между 10 и 20*), однако важно осознать, что не всегда целесообразно записывать весь субъект предложения естественного языка в виде категорных условий лексического субъекта интеррогатива. Дело в том, что, по определению, категорные условия заданы заранее как часть, входящая в определение языка наравне со словарными и грамматическими определениями. Придумывание нового категорного условия сходно с придумыванием нового слова или новой синтаксической конструкции и поэтому приводит к изменению в языке. Язык L, как было показано в разд. 1.0, допускает большую гибкость при создании новых категорных условий из старых и обладает ресурсами для образования категорного условия для каждого *конечного* множества имен $\{a_1, \ldots, a_n\}$ посредством дизъюнкции $(x=a_1) \vee \ldots \vee (x=a_n)$. Однако по отношению к произвольно заданному языку мы не можем строить категорные условия по своему усмотрению, так как они являются составной частью глубинной грамматики самого языка и подвержены изменению не более, чем другие грамматические признаки.

Далее, даже введя локальные соглашения, нельзя приписать интуитивному условию формальный статус категорного, если именная категория, определяемая из интуитивного условия, не является эффективно разрешимой. Например, нельзя в качестве субъекта вопроса «*Какие теоремы исчисления предикатов первого порядка содержат ровно четырнадцать символов?*» использовать выражение (*x — теорема исчисления предикатов первого порядка // x содержит ровно четырнадцать символов*), так как кандидат на роль именной области — множество всех имен, и только имен (определенного вида), теорем исчисления предикатов первого порядка — не является разрешимым.

Задать вопрос, субъект которого не определяет истинных альтернатив из-за конфликта между категорными условиями и матрицей, значит совершить *категорную ошибку* — понятие, обычно интересное лишь относительно множества «постулатов значений» и их эквивалентов. Так, задав вопрос *Каковы рациональные корни уравнения* $x^2=2$*?* с подразумеваемым субъектом (x — *рациональное число* // $x^2=2$), мы совершим категорную ошибку относительно стандартных арифметических допущений. В то же время эротетическая логика порождает еще одно понятие категорной ошибки. Другим, и наиболее интересным типом категорной ошибки будет ответ на вопрос предложением, очень похожим на одну из предоставляемых альтернатив, но в котором имена, замещающие переменные матрицы, будут неправильной категорией. Здесь допущена ошибка относительно вопроса. Например, ответ *Треугольной не является добродетель* является категорной ошибкой по отношению к вопросу *Какая вещь не является треугольной?* с субъектом (x — *физический объект* // x *не является треугольным*). Но та же самая реплика будет абсолютно допустимой альтернативой, если субъект является категорно-свободным,— (x // x *не является треугольным*). Это еще раз подчеркивает гибкость наших определений.

Наша общая точка зрения на все эти примеры заключается в том, что мы не хотим отстаивать предлагаемые нами конкретные осмысления вопросительных предложений естественного языка на том основании, что такие предложения чаще содержат неоднозначные субъекты, чем однозначные; причем особенно часто неоднозначность возникает из-за возможности разных категорных условий. Мы хотим только отметить плодотворность наших понятий и систем обозначений, точно и гибко формулируя предлагаемые прочтения вопросов. Стоит, видимо, особо подчеркнуть, что если вопросно-ответная информационная база данных четко сформулирована, то сама формулировка, как правило, служит адекватной категоризацией, почти неизбежно приводящей к адекватному множеству категорных условий.

Так или иначе, хотя мы полагаем, что аппарат категорий способствует уяснению отдельных аспектов естественного языка, это не главное его достоинство. Его назначение как фрагмента полезной эротетической логики, гибкой и удобной в употреблении, состоит в том, что он обеспечивает спрашивающего необходимыми средствами контроля, с помощью которых тот может точно формулировать свои вопросы.

1.3. Ответы и вопросы

Прямой ответ является утверждением, и потому можно считать, что он, как и всякое утверждение, имеет логическую форму в рамках обычной ассерторической логики. Кроме того, прямой ответ, как обладающий дополнительной формой по отношению к соответствующим вопросам, является объектом изучения эротетической логики, поскольку важно не просто понять, что данное утверждение служит ответом на вопрос, но и понять, что делает его ответом на вопрос. Каждый прямой ответ на поставленный вопрос, имеет, на наш взгляд, три аспекта или части: выбор, требование полноты и требование различения. Выбор состоит из тех альтернатив, которые извлекаются из множества всех предоставляемых вопросом альтернатив и которые указываются в ответе. Требование полноты ответа заключается в установлении степени полноты выбора, измеряемой по отношению ко всему множеству истинных альтернатив. Наконец, требование различения — это требование, согласно которому разные именные альтернативы должны обозначать разные реальные альтернативы. Ниже эти понятия уточняются.

Что касается вопросов, то здесь мы сошлемся на К. Хэмблина [1958]: «Знание того, что считается ответом, равносильно знанию вопроса». На этом представлении о вопросах покоится вся наша эротетическая логика: сущность вопроса отражена в способе, которым он предоставляет правильные ответы; причем участники вопросно-ответной ситуации по характеру вопроса должны определить, какими должны быть правильные ответы на него. Если бы мы не приписывали прямым ответам собственной внутренней структуры, можно было бы отождествить «сущность» вопроса с множеством прямых ответов на него. Результаты проведенного нами логического анализа показывают, однако, что более продуктивно определять прямые ответы с использованием понятия выбора и требований полноты и различения. Исходя из этого, мы предполагаем, что каждый элементарный вопрос может быть полностью охарактеризован посредством, во-первых, описания его субъекта (как это показано в разд. 1.2) и, во-вторых, описания спецификаций, накладываемых на логическую форму трех указанных составных элементов прямых ответов на заданный вопрос. Эту мысль метафорично можно передать следующим образом: вопрос через свой субъект задает область альтернатив, а затем «предпосылает» имеющемуся списку альтернатив инструкцию, по которой отвечающему предлагается изготовить из этих альтернатив конкретный тип прямого ответа. Именно по этой причине мы выбираем термин *предпосылка* для второй составной части вопроса. Грубо говоря, «предпосылочная» часть вопроса предназначена для спецификации логической формы каждой из частей прямого ответа. Поэтому мы выбираем термин *спецификация* для каждого из компонентов предпосылки. В разд. 1.3.1 —1.3.3 мы по очереди рассмотрим все три части прямого ответа и три соответствующие спецификации предпосылки вопроса. В этих разделах вместо более точного сочетания *прямой ответ* часто говорится просто *ответ*. При этом никакой двусмысленности не возникает, поскольку в указанных разделах мы имеем дело исключительно с прямыми ответами.

Обратим внимание на сознательно допущенную нами непоследовательность: при анализе кодифицированных ответов в разд. 1.1 мы настаивали на том, чтобы ассерторическое значение ответов было контекстно независимым. В то же время мы собираемся строить определения таким образом, чтобы эротетическое значение ответа — «как он отвечает на вопрос» — зависело от соответствующего интеррогатива. Единственный способ избежать конфликта между обоими требованиями — это включить интеррогатив целиком или по крайней мере его часть в состав ответа; но, несмотря на огромное формальное удобство такого решения, цена за него была бы непомерно высокой. В результате формула, которую при одной трактовке можно принять за ответ на один интеррогатив, при другой трактовке может быть принята за ответ на другой интеррогатив. Однако если интеррогатив зафиксирован, то способ ответа на него определяется однозначно (*однозначность*).

1.3.1. Выбор и спецификация выбора числа

Первая из трех частей прямого ответа — *выбор*. Прямой ответ становится ответом на поставленный вопрос частично посредством выбора некоторого подмножества альтернатив, предоставляемых вопросом, утверждая (правильно или нет), что все без исключения выбранные альтернативы истинные. Каждый прямой ответ на каждый вопрос производит такого рода выбор и содержит утверждение такого характера, так что, как и в случае с вопросами, каждому ответу поставлена в соответствие область предоставленных альтернатив. Поэтому с каждым прямым ответом связан выбор альтернатив. Для ответов на *какой*-вопросы различение реальных и номинальных альтернатив порождает два вида выбора — *номинальный*, содержащий номинальные альтернативы, и *реальный*. Реальный выбор является функцией от номинального, а именно реальный выбор — это множество реальных альтернатив, обозначенных элементами номинального выбора (номинальными альтернативами, полученными подстановкой имен вместо вопросительных переменных) и удовлетворяющих субъекту.

Часто прямой ответ выбирает ровно одну альтернативу, однако это бывает не всегда. Последнее обстоятельство является одной из причин, по которой альтернативы и прямые ответы должны быть отделены друг от друга. В качестве ответа на вопрос (22) мы можем рассмотреть ложный прямой ответ

(24) *13 — единственное простое число, лежащее между 10 и 20*

и истолковать его как выбирающий ровно одну альтернативу, в то время как ложный ответ

(25) *13 и 17 — единственные простые числа, лежащие между 10 и 20*,

выбирает две альтернативы. Но, разумеется, истинный прямой ответ на вопрос (22) должен быть истолкован как выбирающий ровно четыре из числа всех альтернатив, предоставляемых вопросом через субъект (23). Ответ на некоторые вопросы — «*Ни одного*» ***(none)*** — мы можем проинтерпретировать как выбор пустого подмножества альтернатив, но это, как мы увидим ниже, зависит от вопроса.

Каждая выбранная альтернатива должна быть одной из тех, которые вопрос предоставляет через свой субъект, и осуществление контроля над выбором является одной из основных функций субъекта. Однако вопрос контролирует не только содержание, но и размер выборов ответов, и делает он это с помощью первой компоненты предпосылки — *спецификации выбора числа*. Рассмотрим вопросы (22) и (26) вместе:

(26) *Какое простое число лежит между 10 и 20?*

Нам кажется плодотворным интерпретировать их как имеющие одинаковый субъект, а именно (23), но, несмотря на тождественность субъектов, сами вопросы явно разные. Чтобы это показать, заметим, что предложения (24) и (25), хотя и ложные, оба являются прямыми ответами на вопрос (22), в то время как предложение (25) не является прямым ответом на вопрос (26), поскольку (26) определяет, что прямые ответы на него должны выбрать одну альтернативу, а не две. В противоположность вопросу (26) спецификация выбора числа вопроса (22) допускает прямые ответы любой мощности, кроме нулевой. В случае вопроса (22), имеющего небольшое число осмыслений, «кроме нулевой» истолковывается как не допускающий пустого выбора, что по-русски передается словами *ни одного*.

Мы будем, следовательно, считать, что вопрос (26), равно как и родственный ему вопрос

(27) *Каков пример простого числа, лежащего между 10 и 20?*,

содержат в предпосылке одно-альтернативную спецификацию выбора числа, тогда как вопрос (22) и вопрос

(28) *Каковы некоторые из простых чисел, лежащие между 10 и 20?*

используют почти *неограниченную спецификацию выбора числа* — «почти», поскольку исключаются выборы нулевой мощности. (Абсолютно) *неограниченная спецификация выбора числа*, дающая право отвечающему выбирать любое число альтернатив, включая нуль, однозначно выражена в предпосылке вопроса

(29) *Какие простые числа лежат между 10 и 20 или таких чисел нет?*

Спецификация выбора числа осуществляет контроль над размером выбора, но не всякий тип контроля, очевидно, интересен для эротетической логики. Легко представить себе, что имеются веские причины, лежащие в информационно-поисковых аспектах вопросно-ответной ситуации, на основании которых предпочтительнее иметь в ответе одну, несколько или от 20 до 40 альтернатив, но трудно вообразить, что в обычной эротетической ситуации может возникнуть потребность иметь в ответе, скажем, четное число альтернатив *. Поэтому примем решение установить нижний предел числа альтернатив как полностью отражающий любую спецификацию выбора числа и явным образом введем в рассмотрение случаи почти неограниченной спецификации, не задающие верхнего предела. Оправдать рассмотрение последней еще проще: мы воспользуемся этой спецификацией, когда нам понадобится полный список всех истинных альтернатив, какой бы величины он ни был. Именно в этом случае мы не можем задать верхний предел числа допустимых альтернатив. Но правомерен вопрос: почему мы вообще хотим иметь ограниченные спецификации? Как верхний, так и нижний предел должны быть обоснованы. Ответ (или часть ответа) на этот вопрос состоит в том, что мы хотим ограничить число выбираемых альтернатив по двум причинам. Во-первых, зная, что существует много истинных альтернатив, мы, возможно, захотим ограничить количество выбираемых альтернатив, чтобы оно было ниже определенного уровня. Это позволит избежать чрезмерных денежных затрат в случае, если мы должны платить отвечающему за ответы, или по крайней мере избежать ничем не оправданной траты его времени и сил. Действительно, нам не хотелось бы иметь ответы такой длины, при которой было бы неудобно, неэффективно или невозможно их обрабатывать. Запрос тысячи статей по проблемам генетики гемофилии может быть далеко не столь полезен, как запрос двух-трех статей, и этот факт по причинам, лежащим в самой эротетической ситуации, рассматривается как столкновение двух информационных про-

---

* В тех особых ситуациях, когда понадобится иметь, к примеру, четное число альтернатив, можно ожидать, что глубинный ассерторический язык будет достаточно сильным, чтобы выразить этот факт, представив его как часть субъекта. В наши «предпосылки вопросов» мы включаем только те спецификации, которые, подобно связкам и кванторам ассерторической логики, являются «нейтральными по своей теме».

цессоров. Во-вторых, мы, быть может, захотим использовать спецификацию выбора числа как устройство, дающее отвечающему полезную информацию для нахождения желаемого ответа при минимальной затрате сил. Рассмотрим вопрос

(29′) *Каковы температуры замерзания воды по Фаренгейту при нормальных условиях?*

Если бы мы задали этот вопрос достаточно глупому отвечающему, то даже после нахождения удовлетворяющего условию числа 32°F тот мог бы продолжать проверять все целые числа до бесконечности, справляясь в энциклопедиях или проводя эксперименты и тщетно пытаясь найти еще какие-нибудь числа для составления полного списка. Если бы спрашивающий, зная, что существует только одна температура замерзания воды в градусах Фаренгейта при нормальных условиях, но не зная, какая именно, использовал одно-альтернативную спецификацию, как в вопросе (1), то отвечающий, обнаружив, что 32°F удовлетворяет условию, понял бы, что нашел необходимый материал для построения адекватного прямого ответа. И понял бы он это не в результате логического или физического эксперимента, а непосредственно по логической форме вопроса.

По двум аналогичным причинам мы можем захотеть наложить на размер выбора нижний предел, чтобы, например, снабдить спрашивающего большой выборкой вопросов или чтобы дать отвечающему понять, какой объем работы тому предстоит совершить.

Вполне правдоподобно выглядит предположение [Оквист, 1965, 161], что нам нужен только нижний предел, если ответы, содержащие больше альтернатив, чем это установлено заданным пределом, рассматривать как избыточные, т. е. как сообщающие в действительности больше сведений, чем требуется спрашивающему. Дело в том, что форма заданного спрашивающим вопроса так или иначе показывает, что тот вполне будет удовлетворен ответом, выбор которого в точности соответствует нижнему пределу. Нам нужно, следовательно, обосновать нашу область выбора числа. Например, почему спрашивающий вообще хочет, чтобы альтернатив было «между тремя и пятью» вместо «по крайней мере три»? Ситуацию, которую мы имеем в виду, в экономических терминах можно описать следующим образом: а) спрашивающему необходимо иметь по крайней мере три альтернативы, и потому он не желает платить или огорчается, получив ответ, содержащий менее трех альтернатив; б) три альтернативы спрашивающий находит полезными и потому будет за них платить, но в) иметь четыре или пять альтернатив было бы для него лучше, и он предпочел бы заплатить больше за дополнительную информацию, предоставляемую четвертой и пятой альтернативами. Наконец, г) пяти альтернатив ему хватает, и потому он не хочет платить за более чем пять альтернатив.

В такой ситуации спрашивающему следовало бы задать вопрос, устанавливающий скорее спецификацию выбора числа «между тремя и пятью», чем «ровно три» или «по крайней мере три». С точки зрения теории рентабельности эта же ситуация может быть описана так: функция выгоды для спрашивающего, оценивающая информацию, задаваемую разным числом альтернатив, дает значение 0 для ответов с менее чем тремя альтернативами, строго возрастает между тремя и пятью и постоянна для ответов с числом альтернатив, большим пяти. Так как обработка избыточных альтернатив обычно требует денежных затрат, спрашивающий захочет прервать ее после ответов с шестью и более альтернативами.

Система обозначений. В разд. 1.2 мы ввели запись $?\rho\sigma$ для интеррогативов, применяя ее соответственно к *ли*-вопросам (см. (7), разд. 1.2.1) и к *какой*-вопросам (см. (18), разд. 1.2.2). У нас пока еще нет системы обозначений для ответов. Примем здесь ряд соглашений относительно их формальной записи. А. Поскольку мы определили первую часть прямого ответа как выбор, опишем сначала релевантную систему обозначений для выбора. Б. Затем введем обозначение соответствующей спецификации выбора числа для интеррогатива. В. Определим релевантные вопросно-ответные отношения, формулируя грамматические условия, при которых выбор может быть частью прямого ответа на интеррогатив, как зависящие от субъекта и спецификации выбора числа интеррогатива.

А. Прямые ответы в первом приближении будут содержать три конъюнктивных члена, т. е. иметь вид $S\&C\&D$, где S — выбор, C — требование полноты, D — требование различения. Может оказаться, что либо C, либо D, либо C и D вместе отсутствуют, однако выбор S всегда присутствует в ответе. В этой связи более точно было бы сказать, что прямые ответы имеют одну из следующих логических форм:

(30) $S \& C \& D$, $S \& C$, $S \& D$, S.

Так как первой частью всякого ответа является выбор альтернатив наряду с требованием, чтобы они все были истинными, представим S просто как конъюнкцию желательных альтернатив

(31) $S_1 \& \ldots \& S_p$,

предполагая для удобства, что в случае *ли*-вопросов среди $S_1, \ldots, S_p$ нет повторений. Формулу (31) будем называть *выбором*. В случае *какой*-вопросов *номинальный (именной) выбор, обозначаемый формулой* (31), есть множество

(32) $\{S_1, \ldots, S_p\}$,

а если каждое из $S_1, \ldots, S_p$ находится в области *какой*-субъекта σ, то под *реальным выбором, обозначенным формулой* (31) *в* M *относительно* σ, понимается множество реальных альтернатив, обозначенных элементами (32) в M относительно σ. Иногда мы будем называть (31) *лексическим*, а (32) — *абстрактным выбором*. Записью прямых ответов будет теперь выражение

(33) $(S_1 \& \ldots \& S_p) \& C \& D$

или его вариант с опущенными членами C или D, а (31), (32) и обозначаемые именной и реальный выборы будем называть *выборами ответа* (33).

Б. Переходим теперь к определению ρ в $?\rho\sigma$. Каждая предпосылка состоит из трех частей: спецификации выбора числа, спецификации требования полноты и спецификации требования различения.

Поэтому будем записывать предпосылку ρ в виде

(34) $(\boldsymbol{scd})$,

придавая тем самым интеррогативам вид

(35) $?(\boldsymbol{scd})\sigma$.

Первая часть предпосылки — s — есть спецификация выбора числа, которая в нашем анализе устанавливает верхний и нижний пределы числа выборов. На наш взгляд, более удобной для запоминания будет запись этих пределов в виде следующей вертикально расположенной пары чисел: верхнее число указывает на верхнюю границу выбора числа, а нижнее — на нижнюю $\binom{u}{v}$. v, вообще говоря, может принимать значения 0, 1, 2, . . ., но, чтобы избежать пустых выборов, мы потребуем, чтобы на место v подставлялись натуральные числа 1, 2, 3, . . ., за исключением числа 0. Верхнее число должно быть больше или равно нижнему. Если понадобится показать, что верхний предел не установлен, будем вместо u писать тире $\binom{-}{v}$. Например, запись $^5_3$ означает, что спецификация выбора числа «между 3 и 5», а запись $^-_3$ показывает, что число выбранных альтернатив во всяком прямом ответе должно быть по крайней мере 3 и не иметь верхнего предела. Одно-альтернативная спецификация выбора числа обозначается как $^1_1$, а почти неограниченная спецификация — как $^-_1$.

Мы будем говорить, что такая запись является *лексической спецификацией выбора числа* и что она *обозначает* соответствующую *абстрактную спецификацию*, которую в свою очередь можно представить в виде упорядоченной пары кардинальных чисел (или тире), подчиняющейся ограничениям типа изложенных выше. Подставляя ^u_v вместо s в (34), получим запись для предпосылок (36) и соответственно для интеррогативов (37)

(36) $(^u_v cd)$,

(37) $?\,(^u_v cd)\,\sigma$.

Будем говорить, что лексическая спецификация ^u_v и обозначаемая ею абстрактная спецификация выбора числа соотнесены с (36) и (37).

В. Теперь сведем воедино частично построенные системы обозначений для вопросов и ответов с помощью нескольких определений. Первые три определения раскрывают то, каким образом субъект и предпосылка, вместе взятые, влияют на ответы.

Во-первых, будем говорить, что *субъект* σ *санкционирует* (sanctions) *выбор* (31), если каждый из конъюнктивных членов S_1, S_2, . . ., S_p лежит в области, устанавливаемой этим субъектом. Другими словами, если σ есть *ли*-субъект $(A_1, \ldots, A_n)$, то каждое $S_j (1 \leqslant j \leqslant p)$ должно быть ровно одним из элементов $A_i (1 \leqslant i \leqslant n)$, а если σ есть *какой*-субъект (17), то каждое S_j должно иметь вид $Ab_1, \ldots, b_n$, где каждое b_i находится в именной категории, определяемой категорным условием (если таковое имеется), управляющим x_i.

Во-вторых, будем говорить, что *предпосылка* ρ *санкционирует* выбор (31), если длина выбора p лежит в пределах, устанавливаемых спецификацией выбора числа предпосылки ρ. Иначе говоря, если ρ имеет вид $(^u_v\; c\; d)$, то требуется, чтобы $v \leqslant p \leqslant u$ (кроме того случая, когда u есть тире; в этом случае единственное требование — $v \leqslant p$)*.

В-третьих, мы говорим, что интеррогатив I *санкционирует выбор*, если выбор санкционируют и субъект и предпосылка этого интеррогатива, т. е. если I имеет вид $?\rho\sigma$, то I санкционирует (31), если и ρ и σ санкционируют (31).

Четвертое, и самое важное определение будет несколько предварительным и неполным. Дело в том, что сначала надо научиться по виду интеррогатива распознавать, какая из форм $S\&C\&D$, $S\&C$, $S\&D$ или S предназначается для данного кандидата в прямой ответ A, и если это уже выяснено, то мы будем говорить, что S есть *выбор ответа* A. Тогда, по определению (которое будет, как было отмечено выше, неполным), необходимым условием того, чтобы A был прямым *ответом* на интеррогатив I, является то, что S есть выбор, санкционированный интеррогативом I.

Все эти определения не нуждаются в комментариях, поскольку являются лишь формальным переложением предшествующих рассуждений на тему о том, как субъекты и спецификации выбора числа управляют содержанием и формой прямых ответов.

Мы определили понятие санкционирования между лексическими единицами, но его, конечно, можно перенести и на абстрактные субъекты, абстрактные предпосылки и вопросы, а именно считать, что они санкционируют абстрактные выборы, обладающие номинальным или реальным разнообразием. Детали мы опускаем.

---

* Можно было бы точнее представить спецификации выбора числа, если под u понимать наименьшее кардинальное число недопустимых альтернатив, так чтобы при трансфинитных обобщениях до некоторой мощности $\aleph_\alpha$ можно было бы писать вместо тире просто $\aleph_\alpha$. Однако такую систему обозначений, хотя и необходимую при трансфинитных обобщениях, в конечных случаях значительно труднее запомнить.

Примеры

Обозначив через «$P(x)$» выражение «*x — простое число между 10 и 20*», можно представить вопросы (26) и (27) в форме $?({}^{1}_{1}\,c\,\mathbf{d})$ *(x — целое число* // $P(x)$), использующей одноальтернативную спецификацию выбора числа. Эти вопросы, следовательно, санкционируют выборы $P(1)$, $P(6)$ и т. д., но не $P(17)\,\&\,P(19)$ (неправильный выбор числа, не санкционируемый предпосылкой), а также не $P(3/4)$ (выбор, санкционируемый предпосылкой, но не субъектом — неправильная категория).

С другой стороны, вопросы (22) и (28) будут иметь запись, использующую почти неограниченную спецификацию выбора числа, а именно $?({}^{-}_{1}\,c\,\mathbf{d})$ (*x — целое число* // $P(x)$), и тем самым санкционируют каждый из перечисленных выше выборов, а также выборы типа $P(17)\,\&P(19)$. Однако выбор «$P(3/4)$» будет по-прежнему категорной ошибкой. Помимо (26) и (27), примеры (1), (2), (8), (9), (15) и (20) все, вероятно, следует считать имеющими форму $?\ ({}^{1}_{1}\,c\,\mathbf{d})\sigma$, тогда как примеры (12) и (29′) наряду с (22) и (28) имеют, по всей видимости, форму $?({}^{-}_{1}\,c\,\mathbf{d})\sigma$. Форма вопроса (4) с точки зрения спецификации выбора числа кажется нам неоднозначной, хотя читатель может с этим не согласиться. Этот вопрос может быть представлен, например, в виде $?({}^{-}_{1}\,c\,\mathbf{d})$ *(Порок, Добродетель, Причуда, Сумасбродство, Панацея)*, где *Порок* есть сокращение для «*Курение табака — порок*» и т. п., с применением почти неограниченной спецификации. А уточнив, что «несколько» — это «от трех до шести», мы предлагаем следующую формальную запись вопроса «*Какие есть несколько городов с населением, большим, чем население Бостона?*»: $?({}^{6}_{3}\,c\,\mathbf{d})$ (*x — город* // *Население* (*x*) *Население* (*Бостон*)).

Используя обозначение $I(x)$ для «*x — целое число*», мы могли бы формально представить вопрос (22) категорно-свободным способом, поместив $I(x)$ в матрицу: $?({}^{-}_{1}\,c\,\mathbf{d})$ $(x\ //\ I(x)\,\&P(x))$. В этом случае санкционированные выборы были бы длиннее, так как более длинной является матрица $I(3)\&P(3)$ (одна альтернатива), $(I(2)\&P(2))\&$ $(I(6)\ \&\ P(6))$ (две альтернативы) и т. д. Этот пример показывает, что всегда, когда это возможно, надо относить условия к категорным условиям, а не записывать их в виде конъюнктивных членов матрицы — в первом случае длина ответов будет меньше.

1.3.2. Требование полноты и спецификация требования полноты

Второй компонент прямого ответа, существование которого далеко не всегда очевидно из языковых примеров, называется *требованием полноты*. Рассмотрим следующий вопрос (заимствованный из «Хрестоматии» Мак-Гаффи):

(38) *Вы сказали «доблесть» или «ценность»?**,

который мы интерпретируем как предоставляющий две альтернативы — (39) и (40) (с учетом замены местоимения):

(39) *Я сказал «доблесть»;*

(40) *Я сказал «ценность».*

Чисто интуитивно или из-за желания не слишком далеко отходить от естественного языка можно было бы считать, что прямой ответ на вопрос (38) состоит просто в выборе одной из этих альтернатив, например (39). Думается, однако, что (39) является сокращенным вариантом ответа

(41) *Я сказал «доблесть», и я не сказал «ценность».*

Второе предложение в составе (41), отрицающее (40), не является необходимым. Действительно, допустим, что отвечающий знал, что он произнес и то и другое слово. Тогда несомненно, что, если бы он ответил на вопрос (38) предложением (39), мы бы обвинили его в нечестности, точно так же, как если бы он в ответ на вопрос (38) ответил предложением (41). В самом деле, если бы он знал, что сказал оба слова, ему бы следовало не прямо отвечать на вопрос, а скорее дать «корректирующий ответ»: «*Я сказал и «доблесть» и «ценность»*». Указанной опасности сознательно избежал Мак-Гаффи: он приводит как ответ на (38) абсолютно однозначное предложение «*Я сказал «доблесть», а не «ценность»*».

Таким образом, в прямой ответ, кроме выбора, входит еще что-то. В подтверждение этой мысли представим себе на некоторое время, что вопрос (22) «*Какие простые числа*

---

* В оригинале слова *доблесть* — valor и *ценность* — value созвучны (омофоничны).— *Прим. перев.*

лежат между 10 и 20?» задан студенту на экзамене, и проследим, как будет оценен его ответ

(42) *11, 13 и 17.*

Очевидно, что если рассматривать (42) как сокращенный вариант полного прямого ответа, то предложение будет ложным, и ответ студента будет оценен как неверный, ибо он не учел, что число 19 также удовлетворяет матрице (23). Следовательно, (42) нельзя истолковывать просто как код для выбора

(43) *(11 — простое число между 10 и 20) & (13 — простое число между 10 и 20) & (17 — простое число между 10 и 20),*

так как (43) истинно, при том, что мы согласились оценить ответ студента (42) как неверный. Видимо, следует допустить, что, будучи ответом на (22), список (42) выполняет еще какую-то функцию, помимо выбора указанных в (43) истинных альтернатив. (42) нужно считать кодирующим еще одно ложное утверждение о том, что выбранные альтернативы образуют полный перечень всех истинных альтернатив из области вопроса (22). Именно по этой причине мы выдвигаем требование полноты, и именно поэтому неверно, что мы расцениваем ответ студента как неправильный. Итак, мы должны рассматривать ответ (42) как сокращенный вариант для конъюнкции выбора (43) и следующего ложного утверждения о полноте: «*За исключением чисел 11, 13 и 17, между 10 и 20 нет простых чисел*». Подчеркнем, что этому утверждению можно придать менее идиоматичную, но зато легче поддающуюся анализу форму «*Каждое простое число между 10 и 20 совпадает с одним из чисел 11, 13, 17*», которая просто выражает тот факт, что каждая альтернатива содержится в выборе или что выбор есть полный список всех истинных альтернатив. Точно такой же анализ допускает вопрос (38): ответ (39) выбирает «доблесть»-альтернативу (39) и затем присоединяет к ней утверждение, что эта альтернатива — единственно истинная альтернатива в области вопроса (38).

Тот факт, что вопрос (22) требует, чтобы ответы на него удовлетворяли требованию полноты, становится еще более очевидным, если мы сопоставим его с вопросом (28) «*Каковы некоторые из простых чисел, лежащие между 10 и 20?*»

Эти вопросы сходны друг с другом во всех отношениях, кроме одного: оба имеют одинаковые субъекты и одинаковые, почти неограниченные спецификации выбора числа, однако первый вопрос в отличие от второго требует полноты ответа. Задавая вопрос (28), конечно, неуместно требовать сверх выбора (43) еще и выполнения какой-либо разновидности полноты ответа. Ответом на (28) служат примеры чисел, и наложение требования полноты привело бы к тому, что в ответе будет больше информации, чем требуется в вопросе, точно как в той истории с отцом из города Литл-Рок.

Убедившись в опасности недооценки требования полноты ответов, можно легко впасть в другую крайность и ошибочно предположить, что ответ на вопрос всегда должен удовлетворять требованию полноты и, как следствие этого, что каждый вопрос имеет по крайней мере один истинный ответ. Важно поэтому осознать, что прямые ответы на вопрос (28) (как, впрочем, и на (27)) не только не удовлетворяют требованию полноты, но и не должны ему удовлетворять. То, что дело обстоит именно таким образом, можно выявить из самих вопросов. Вторую часть предпосылки вопроса, которая определяет, должно быть наложено на ответ требование полноты или нет, мы называем *спецификацией требования полноты* (completeness-claim-specification), и, хотя не все ответы удовлетворяют этому требованию, для того, чтобы допустить выбор, все вопросы должны обязательно содержать указанную спецификацию. Введем еще ряд терминов. Будем говорить, что вопросы (22) и (26) используют *спецификацию требования максимальной полноты*, которая определяет, что ответы должны утверждать о наличии всех истинных альтернатив в выборе, а вопросы (27) и (28) используют *спецификацию требования пустой полноты*, которая определяет, что прямые ответы не должны удовлетворять требованию полноты. Для вопросов типа (27) и (28) обычно существует большое число истинных прямых ответов.

Кроме требования максимальной полноты, имеется ряд других разновидностей требования полноты. Предположим, что некто хочет узнать имена 5% выборочно взятых секретарей из списка всех сотрудников учреждения. В этом случае он запрашивает по картотеке: «*Каковы имена 5% секретарей в списке сотрудников?*» Всякий прямой ответ на этот вопрос должен, несомненно, содержать имена выбранных секретарей, а также должен, пусть имплицитно, указывать, что выбор на самом деле состоит из 5% секретарей, чьи имена взяты из картотеки, т. е. тем самым удовлетворять требованию 5-процентной полноты. Может случиться так, что кому-то нужна определенная выборка секретарей для статистических целей, но при этом не нужен ни их полный список, ни определенное число, ни конкретный их процент, зависящий от общего числа имен секретарей в картотеке. Здесь снова спецификация выбора числа будет почти неограниченной, но требование полноты определенного типа непременно должно выполняться.

Теперь обобщим понятие требования полноты следующим образом: в прямом ответе требование полноты всякий раз отражается в виде утверждения о полноте выбора, измеренной по отношению к общему числу истинных альтернатив, предоставляемых вопросом,— иначе говоря, в виде утверждения о том, какое количество истинных альтернатив из области вопроса содержится в выборе ответа. В данном контексте количество оценивается не числом, а кванторным выражением типа *все; все, кроме одной; 5%; большинство* и т. д. Так, требование максимальной полноты, т. е. требование, чтобы в ответе были все истинные альтернативы из области вопроса, передается в ответе предложением «*Все истинные альтернативы содержатся в выборе*», а требование 5-процентной полноты — предложением «*В выборе содержится 5% истинных альтернатив*».

Требование полноты для *какой*-вопросов следует трактовать как относящееся к полноте *реального* выбора по сравнению со всем множеством *реальных* истинных альтернатив из реальной области вопроса. И хотя для требования максимальной полноты несущественно, реальному или номинальному выбору отдано предпочтение, важно, чтобы весь *референциальный* класс для кванторов, используемых при выражении этого требования, был реальным, а не номинальным. Это нужно для того, чтобы не считать ложным ответ, согласно которому Цицерон был единственным обвинителем Катилины, когда верно, что обвинителем Катилины был также и Туллий (=Цицерон).

Центральное место, которое занимает в нашем анализе требование полноты, обязывает уточнить, что мы имеем в виду под «квантором» (прим. 2). Мы определяем квантор Q как такое двухместное отношение между классом T (например, множеством истинных альтернатив) и классом S (например, выбором), что выполнимость $Q(T, S)$ целиком зависит от мощностей пересечения $T \cap S$ и разности $T \setminus S$ множеств T и S. (Похожее и по существу эквивалентное определение, послужившее основой для приведенного здесь определения, содержится в работе Мостовского [1957].)

По-видимому, для логики вопросов и ответов основной интерес представляют лишь кванторы «разности-пересечения», т. е. такие кванторы Q, что выполнимость или невыполнимость $Q(T, S)$ зависит только от мощности разности $T \setminus S$ или, что то же, от пересечения $T \cap \overline{S}$, а также от мощности всего референциального класса T*.

Разумность такого ограничения в выборе кванторов подтверждается нашим наблюдением, согласно которому степень полноты выбора S лучше всего понимается тогда, когда говорится о том, сколько истинных альтернатив из множества T *не попало* в выбор (т. е. когда рассуждают в терминах мощности множества $T \setminus S$) по сравнению с общим числом всех истинных альтернатив, т. е. с мощностью множества T. Представляется, что мощность множества $T \cap S$ здесь не играет роли и что «кванторы пересечения», такие, как квантор существования, не могут быть разумно использованы в формулировке различных требований полноты. Поэтому допустим, что для предпосылки вопроса определение формы требования полноты равносильно определению отсутствия либо этого требования, либо квантора «разности-пересечения» и что каждая не пустая *абстрактная спецификация* требования полноты (в противоположность *лексической*) может быть представлена таким квантором. В отличие от ситуации, которая преобладает в случае спецификации выбора числа, из отождествления спецификации требования полноты с серией кванторов вместо одного нельзя, на наш взгляд, извлечь

* Каждый квантор может быть представлен в виде множества J упорядоченных пар кардиналов со следующим отношением между Q и J : Q (T, S) выполняется тогда, и только тогда, когда пара $\langle i, d\rangle$, где i — кардинал пересечения $T \cap S$, а d — кардинал разности $T \setminus S$ (т. е. кардинал пересечения $T \cap \overline{S}$) принадлежит J. Например, квантор общности *все*, использующийся в требовании максимальной полноты, можно представить как такое множество J, что пара $\langle i, d\rangle$ принадлежит J, если и только если $d=0$; квантор *большинство* — как множество пар $\langle i, d\rangle$, у которых i больше d. Квантор «разность-пересечение» может быть представлен множеством J, таким, что если пара $\langle i, d\rangle$ принадлежит J, то и каждая пара $\langle i', d'\rangle$, где $d'=d$, а сумма $i'+d'=i+d$ тоже принадлежит J.

никакой выгоды. Тем не менее, если бы мы должны были ввести в рассмотрение множество кванторов, требование пустой полноты было бы, естественно, представлено пустым множеством.

Безусловно, что не все кванторы «разности-пересечения» выражают интересные для эротетической логики разновидности требований полноты. Так, легко заметить, что кванторы, предназначенные для различения градаций бесконечности, бесполезны. Не исключено, что из всего множества кванторов можно выделить естественное подмножество таких, которые выражают требования полноты, однако за неимением более определенной информации по этому вопросу мы ограничимся в дальнейшем только одним квантором и одной формой требования полноты — квантором общности, выражающим требование максимальной полноты. Еще одна причина введенного ограничения заключается в том, что наш базисный ассерторический язык обладает небольшими возможностями кванторного выражения, и поэтому для эротетических рассуждений лучше всего выбирать те кванторы, которые соответствуют возможностям базисного языка.

Система обозначений

Чтобы отразить требование полноты в нашей системе обозначений, нам нужно: 1) описать систему обозначений, которая позволит ответам выражать разные требования полноты; 2) построить систему обозначений спецификаций требований полноты для интеррогативов и 3) определить необходимые соотношения между двумя видами систем обозначений.

1. Напомним, что прямые ответы имеют одну из следующих форм:

(30) $S \& C \& D$, $S \& C$, $S \& D$, S,

где S — выбор, C — требование полноты, D — требование различения. В этом разделе мы уже видели, почему требование полноты иногда должно присутствовать в ответе, а иногда не должно. Присутствуя в ответе, требование полноты C в общем случае может иметь много различных форм, но мы рассмотрим только требование максимальной полноты, выражаемое квантором общности. Так как требование полноты вообще и максимальной в частности имеет смысл лишь по отношению к субъекту вопроса или интеррогатива и является функцией от субъекта σ и выбора S, мы можем в общем виде представить логическую форму ответов, удовлетворяющих требованиям полноты, как

(44) $S \& f(\sigma, S) \& D$ или $S \& f(\sigma, S)$,

где конкретный вид функции f зависит от наложенного требования полноты. Так, мы можем записать ответы, отражающие требования максимальной полноты в σ и S, следующим образом:

(45) $S \& \max(\sigma, S) \& D$ или $S \& \max(\sigma, S)$,

где выражение $\max(\sigma, S)$ нуждается в определении.

Несмотря на то что смысл требования максимальной полноты в σ и S одинаковый для *ли-* и *какой*-вопросов, проблема отражения этого требования в $\max(\sigma, S)$ решается для них по-разному. Начнем с *ли*-вопросов. Пусть даны *ли*-субъект (6) и выбор (31), санкционированный этим субъектом; далее, из разд. 1.2.1 известно, что этот выбор можно сделать только одним способом. Очевидно, для того, чтобы выразить мысль, что все истинные формулы среди $A_1, \ldots, A_n$ находятся в выборе, т. е. отразить требование максимальной полноты,— удобно говорить, например, что все остальные A, т. е. те, что не находятся среди элементов выбора $S_1, \ldots, S_p$,— ложные. Итак, мы определяем $\max(\sigma, S)$ — *требование максимальной полноты* в σ и S — как выражение

(46) $\bar{B}_1 \& \ldots \& \bar{B}_r$,

где $\{B_1, \ldots, B_r\}$ — множество всех элементов субъекта (6), не входящих в выбор (31). Поскольку приведенное определение еще не дает возможности выбрать $\max(\sigma, S)$ единственным способом, нужно наложить некоторое произвольное *условие*, скажем, такое, чтобы последовательность $B_1, \ldots, B_r$ была подпоследовательностью субъекта (6). Если все элементы из (6) оказываются в выборе (31), так что тот уже содержит все предоставленные альтернативы и никакого другого требования полноты не нужно, позволим выражению (46) быть пустым символом и там, где оно появляется, будем считать его конъюнктивно присоединенным к формуле.

Пример

Допустим, что мы записали исчерпывающий перечисление вопрос

(47) *Баранина, говядина, телятина или свинина сегодня в продаже?*

с помощью *ли*-интеррогатива ? ρ (Б, Г, Т, С) с субъектом

(48) (Б, Г, Т, С),

где интерпретация букв очевидна.

Тогда max((48), Б & Т) есть $\bar{\text{Г}}$ & $\bar{\text{С}}$, max((48), Б) есть $\bar{\text{Г}}$ & $\bar{\text{Т}}$ & $\bar{\text{С}}$, а max((48), Б & Г & Т & С) есть пустой символ.

Переходя теперь к *какой*-вопросам, предположим, что лексический субъект σ есть (17)$=(C_1x_1, \ldots, C_rx_r, x_{r+1}, \ldots, x_n//Ax_1 \ldots x_n)$ и что выбор S, санкционированный этим субъектом, есть

(49) $Aa_{1_1} \ldots a_{1_n} \& \ldots \& Aa_{p_1} \ldots a_{p_n}$.

Напомним, что требования полноты для *какой*-вопросов должны быть истолкованы в терминах реальных альтернатив, поэтому мы хотим, чтобы согласно max(σ, S) каждая из реальных альтернатив, предоставленная лексическим *какой*-субъектом (17) и являющаяся истинной, была обозначена по отношению к (17) некоторым элементом из выбора (49). Для того чтобы иметь возможность распознавать намерение задающего вопрос по символической записи, определим сначала $(x_{1,n}=a_{k_{1,n}})$ как конъюнкцию $(x_1=$ $=a_{k_1})\& \ldots \& (x_n=a_{k_n})$. Тогда для σ — *какой*-субъекта (17) и S — выбора (49), санкционированного *какой*-субъектом (17), определим max(σ, S) как

(50) $\forall x_1 \ldots \forall x_n [C_1x_1 \& \ldots \& C_rx_r \supset$
$\supset [Ax_1 \ldots x_n \supset [(x_{1,n}=a_{1_{1,n}}) \vee \ldots \vee (x_{1,n}=a_{p_{1,n}})]]]$

и назовем это выражение требованием максимальной полноты в σ и S. Дело утомительной, но несложной семантики установить, что max(σ, S) истинно в некоторой интерпретации тогда и только тогда, когда каждая из истинных реальных альтернатив в реальной области субъекта σ обозначена относительно σ некоторым конъюнктивным членом выбора S.

Пример

Если обозначить через $P(x)$ предложение «*x — простое число между 10 и 20*» и принять, что субъект исчерпывающего список *какой*-вопроса (22) будет иметь вид

(51) (x — *целое число*$//P(x)$),

то получим, что max((51), $P(11)$ & $P(13)$ & $P(17)$) будет иметь форму

(52) $\forall x[x$ — *целое число* $\supset [P(x) \supset [(x=11) \vee \vee (x=13) \vee (x=17)]]]$.

Это выражение является записью полного прямого ответа на вопрос (22) — ответа, который в кодифицированном виде был представлен как (42).

Понятие требования максимальной полноты в σ и S — max(σ, S) — имеет смысл и когда σ — абстрактный субъект, а S — абстрактный или номинальный выбор. В этих случаях будем считать, что на max(σ, S) наложено некоторое дополнительное ограничение, обеспечивающее единственность. Это ограничение имеет смысл и в том случае, когда S — реальный выбор в интерпретации M, но, поскольку для этого случая у нас нет никакой подходящей системы записи, мы не можем дать сопоставимого с вышеизложенным определения.

2. При построении системы обозначений для спецификаций требования полноты в интеррогативах то немногое, о чем нужно позаботиться,— это чтобы формальная нотация была удобной для запоминания. Будем употреблять знак тире (—) для *лексической спецификации требования пустой полноты*, которое подставляется на место $\boldsymbol{c}$ в (34) и (35). В результате этого интеррогативы, не специфицирующие требования полноты, выглядят так:

(53) $?(\boldsymbol{s} - \boldsymbol{d})\sigma$.

Далее, мы должны побеспокоиться только о спецификации требования максимальной полноты. Поскольку абстрактная спецификация требования максимальной полноты представляет собой квантор общности, будем использовать знак этого квантора ∀ для обозначения *лексической спецификации требования максимальной полноты*, который, будучи подставленным на место c в выражение (35), индуцирует у интеррогативов свойство выражать данное требование:

(54) $?(\boldsymbol{s} \forall \boldsymbol{d})\, \sigma$.

Будем говорить, что интеррогатив (53) *не специфицирует требование полноты*, а интеррогатив (54) *специфицирует требование максимальной полноты.*

3. Последующие определения позволяют соотнести друг с другом системы обозначений для требований полноты и для спецификаций этих требований.

Во-первых, для интеррогатива I и выбора S, санкционируемого этим интеррогативом, определим $\mathrm{comp}(I, S)$ — требование полноты, санкционируемое I относительно S так, что другие разновидности требований полноты, отличные от максимальной, будут непосредственным обобщением данного, хотя в настоящей работе мы не строим такого обобщения. Если I не специфицирует требование полноты, т. е. имеет спецификацию требования пустой полноты, то $\mathrm{comp}(I, S)$ будет не определено, а если I специфицирует требование максимальной полноты, т. е. имеет спецификацию требования максимальной полноты, то $\mathrm{comp}(I, S)$ определяется, естественно, как $\max(\sigma, S)$, где σ — субъект интеррогатива I. Если бы у нас были системы обозначений для других требований полноты, то $\mathrm{comp}(I, S)$ соответственно приобрело бы другие формы.

Во-вторых, мы можем теперь уточнить определение понятия *прямой ответ*, хотя оно все еще останется предварительным и неполным. Для интеррогатива I и формулы A необходимым условием того, чтобы A было прямым ответом на I, является 1) либо то, что I не специфицирует требование полноты, а из форм, перечисленных в (30), A имеет форму S или $S \,\&\, D$, 2) либо то, что I специфицирует некоторое требование полноты (мы ограничиваемся требованием максимальной полноты), а A имеет одну из форм $S \& \mathrm{comp}(I, S)$ или $S \& \mathrm{comp}(I, S) \,\&\, D$, где S — выбор, санкционируемый интеррогативом I.

Примеры

Чтобы лучше понять, как работают понятия спецификации выбора числа и требования полноты, полезно произвести классификацию вопросов. Представим результат в виде таблицы, снабдив каждый из четырех выделенных типов вопросов именем и приводя соответствующий интеррогатив. Отметим, что (51) является субъектом, общим для всех этих вопросов.

Спецификация выбора числа	Спецификация требования полноты	
	пустой —	максимальный $\forall$
Одно-альтернативная $^1_1$	*Одно-примерный вопрос* (27) $?\,(^1_1 - \boldsymbol{d})$ (51)	*Уникально-альтернативный вопрос* (26) $?\,(^1_1 \forall \boldsymbol{d})$ (51)
Почти неограниченная $^-_1$	*Вопрос, состоящий из нескольких примеров* (28) $?\,(^-_1 - \boldsymbol{d})$ (51)	*Вопрос, исчерпывающий список* (22) $?\,(^-_1 \forall \boldsymbol{d})$ (51)

Эти имена-типы можно перенести с вопросов на предпосылки. Действительно, одно-примерный вопрос — это такой, который содержит предпосылку с одним примером $(^1_1 - \boldsymbol{d})$. Наша таблица показывает, что элементы предпосылки, относящиеся к выбору числа и к требованию полноты, могут варьироваться совершенно независимо друг от друга.

Одно-примерный вопрос и вопрос, состоящий из нескольких примеров, не санкционируют никаких требований полноты, поэтому comp$(?\,(^1_1 - \boldsymbol{d})$ (51), $S)$ и comp$(?\,(^-_1 - \boldsymbol{d})$ (51), $S)$ не определены. С другой стороны, comp$(?(^1_1\forall\boldsymbol{d})$ (51), $P(11))$ есть max((51), $P(11)$), т. е. $\forall x\,[x$— *целое число* $\supset [P(x) \supset (x=11)]]$. Comp$(?\,(^-_1\forall\boldsymbol{d})$ (51), $P(11)\,\&P(13)\,\&P(17))$ есть (52). Мы опускаем здесь формальное представление многоместных исчерпывающих список *какой*-вопросов типа (12).

Для каждого из четырех указанных в таблице типов можно подобрать примеры *ли*-вопросов, хотя не все они легко выразимы на естественном языке, что, впрочем, следует скорее поставить в вину самому языку, нежели нашему анализу. Так, достаточно просто найти примеры вопросов, которые накладывают требование максимальной полноты, именно уникально-альтернативные, и потому не удивительно, что некоторые ученые-логики, занимавшиеся ранее логическим анализом вопросов и ответов, полагали, что каждый вопрос — уникально-альтернативный. Но они ошибались. Ниже приводятся примеры *ли*-вопросов: соответственно одно-примерный (55), исчерпывающий список (56) и уникально-альтернативный (57).

(55) *Как вы полагаете, с какого места лучше всего начать поиски пропавшей шляпной булавки — с кухни, кладовой или с винного погреба?*

(56) *Ваше превосходительство носило изумрудное ожерелье, бриллиантовый браслет или и то, и другое?*

(57) *Это было самоубийство или убийство?*

Используя очевидные сокращения, можно представить эти вопросы как соответственно: $?({}^{1}_{1}\text{—}\boldsymbol{d})$((К, Кл, П); $?({}^{-}_{1}\forall\boldsymbol{d})$(О, Б) и $?({}^{1}_{1}\forall\boldsymbol{d})$(С, У).

Мы, естественно, не настаиваем на том, что эти вопросы *должны* записываться именно так,— мы утверждаем лишь, что их *можно* таким образом представить. Во всяком случае, нам кажется чрезвычайно сложным однозначно выразить на естественном языке *ли*-вопрос, состоящий из нескольких примеров, если не использовать при этом «двоеточечный способ», проиллюстрированный в (58):

(58) *Каков по крайней мере один пример истинного утверждения среди следующих:*
дворецкий что-то скрывает;
служанка наверху знает больше, чем говорит;
стоит еще раз расспросить садовника?

Интеррогатив, имитирующий этот вопрос, имеет вид $?({}^{-}_{1}\text{—}\boldsymbol{d})$(Д, Сл, С).

Что можно сказать о *да-нет*-вопросах? Если через С обозначить предложение «*Стекло является жидкостью при температуре 70° F*», то как следует представлять вопрос (2) «*Является ли стекло жидкостью при температуре 70° F?*» — как $?({}^{1}_{1}\text{—}\boldsymbol{d})$(С, $\overline{\text{С}}$) или как $?({}^{1}_{1}\forall\boldsymbol{d})$(С, $\overline{\text{С}}$)? Поскольку эти интеррогативы с точки зрения ответов эквивалентны, от выбора конкретной формы мало что будет зависеть. С точки зрения обработки информации предпочтительна, пожалуй, первая форма: она не содержит требования полноты и быстрее приведет к ответам. Если же кто-либо считает, что ответ «да» означает *«Стекло является жидкостью при температуре 70° F и ложно, что стекло не является жидкостью при температуре 70° F»*, где требование полноты выражено явно, хотя и избыточно, то он предпочтет вторую форму. Очевидно, нет никакой необходимости фиксировать выбор на все случаи жизни, так как одни *да-нет*-вопросы можно трактовать одним способом, а другие — другим. Действительно, одни из них можно записывать в виде $?(\bar{_1}\forall \boldsymbol{d})(C, \bar{C})$, а другие — в виде $?(\bar{_1}—\boldsymbol{d})(C, \bar{C})$, допуская противоречивый *да-нет*-ответ $C \& \overline{C}$. Поскольку противоречивость и, следовательно, неразумность такого предложения, несомненно, очевидны и спрашивающему и отвечающему, не будет, по-видимому, большого вреда, если допустить этот ответ в качестве прямого ответа на вопрос.

У ряда читателей может возникнуть вопрос, зачем нужна спецификация требования полноты сама по себе: разве нельзя ее представлять как часть самого субъекта. Иногда такая проблема реально существует и достаточно важна как таковая, но в данном контексте, когда мы конструируем логику, призванную быть полезной, вопрос о необходимости некоторой языковой характеристики попросту снимается. Вряд ли можно сомневаться в пользе введения требования полноты — важно оно или нет, мы все равно как-то отвечаем на вопрос и даем ответ с определенной степенью полноты. А. Для каждого интеррогатива, имитирующего *ли*-вопрос, существует эротетически эквивалентный ему одно-примерный *ли*-интеррогатив (о понятии эротетической эквивалентности см. разд. 3.4). Б. Уникально-альтернативные *какой*-интеррогативы эротетически эквивалентны некоторым *одно*-примерным *какой*-интеррогативам. В. Ни один *какой*-интеррогатив с несколькими примерами не является эротетически эквивалентным *какой*-интеррогативу, исчерпывающему список.

1.3.3. Требование различения и спецификация требования различения

Ответы на некоторые *какой*-вопросы содержат, помимо выбора и требования полноты, требование различения. Рассмотрим вопрос

(59) *Кто были обвинители Катилины?*

который, очевидно, является вопросом, исчерпывающим список, и имеет форму (60)

(60) $?({}_1^{-}\ \forall\ \boldsymbol{d})$ (*х — человек*//*х — обвинитель Катилины*).

Предложение (61)

(61) *Цицерон и Туллий*

будем считать кодом ложного ответа, так как в нем имплицитно содержится указание на то, что выбранные альтернативы различны. Отметим, что как выбор, так и подразумеваемое требование полноты ответа (61) истинны. Только из-за подразумеваемого требования различения предложение (61) не может считаться абсолютно истинным. По аналогичным причинам мы вынуждены признать

(62) *2, 3, 5, 7 и VII*

сокращенным вариантом ложного ответа на вопрос

(63) *Каковы по крайней мере пять примеров простых чисел?*,

имеющего форму

(64) $?({}_5^{-}\ —\ \boldsymbol{d})$ (*х — целое число*//*х — простое число*),

причем для этого сконструированного примера мы позволяем категорному условию «*х — целое число*» устанавливать в качестве именной категории множество из римских и арабских цифр. Причина ложности предложения (62) в том, что в нем номинально представлено пять примеров, тогда как реально указано только четыре числа — именные альтернативы, закодированные как 7 и VII, обозначают одну и ту же реальную альтернативу. Эту третью, и последнюю часть прямого ответа мы называем *требованием различения*, так как оно состоит в утверждении, что каждый элемент номинального выбора обозначает отдельный элемент реального выбора. Для одноместного *какой*-вопроса из нашей парадигмы это требование можно истолковать как требование того, чтобы индивиды, отнесенные разными альтернативами к номинальному выбору, были различными. Понятие различения абсолютно неприменимо к *ли*-вопросам, так как здесь мы не выбираем индивидов при ответах *.

Подобно тому, как существуют прямые ответы на *ли*-вопросы, не содержащие требования полноты, существуют также прямые ответы на *ли*-вопросы, не содержащие требования различения. Их трудно обнаружить при анализе естественного языка, поскольку обычно проблемы различения там попросту не возникает либо из-за наличия единственной альтернативы в номинальном выборе (в результате чего тривиально невозможно нарушить требование различения двух номинальных альтернатив, обозначающих одну и ту же реальную), либо из-за того, что соответствующая именная категория не содержит разных имен с общим денотатом,— в противоположность построенному нами примеру (64), где мы предположили, что именная категория, определяемая категорным условием «*x — целое число*», состоит одновременно и из арабских, и из римских цифр. Если бы мы ограничили категорию одним из этих видов цифр, странных ответов вроде (62) не могло бы появиться. Все же проблемой различения пренебрегать не следует: мы часто используем категории, в которых разные имена имеют один денотат; например, астрономы употребляют имена *Утренняя звезда* и *Вечерняя звезда* для обозначения Венеры. Этот пример показывает, что иногда, подобно вавилонянам, мы не знаем о том, что некоторые из употребляемых нами имен обозначают одну и ту же вещь, и поэтому порой вынуждены нарушать правило различения.

Во всяком случае, создавая сложный и вместе с тем эластичный искусственный язык, важно поставить вопрос о наличии resp отсутствии требования различения. При построении нашего формального эротетического аппарата, возможно, было бы лучше либо всегда не учитывать требования различения, либо всегда вводить его. Первое формально было бы проще, однако второе, безусловно, больше

---

* Мы уже подчеркивали то обстоятельство, что конкретный вид нашей эротетической логики зависит от вида базисной ассерторической логики. Если бы мы в качестве базиса взяли ассерторическую логику, имеющую в своем распоряжении средства для выражения модальностей, таких, как логическая необходимость, возможность и др., играющих в ней роль связок или метаязыковых предикатов, то имела бы смысл интерпретация требования различения для *ли*-вопросов как утверждения, гласящего, что никакие альтернативы в выборе не являются необходимо эквивалентными.

соответствовало бы ситуации в естественном языке. Мы сохраним обе возможности, так как стремимся к максимальной гибкости и не хотим ограничивать пользователей нашей логики в тех случаях, когда не можем заранее предугадать все их намерения. Следовательно, мы должны будем предусмотреть элемент предпосылки вопроса, функция которого состоит в спецификации наличия или отсутствия требования различения, т. е. *спецификацию требования различения*. Мы вводим в рассмотрение две разновидности такой спецификации — спецификацию требования *пустого* и *непустого* различения. Первая соответствует отсутствию требования различения, а вторая — утверждению о том, что именной выбор не содержит избыточности.

В разд. 1.3.2 мы допустили разные требования полноты, вплоть до максимальной, однако здесь аналогии, думается, нет: ответ либо удовлетворяет, либо не удовлетворяет требованию различения — третьего не дано. Суть дела не в том, что промежуточные степени различения не имеют значения, а в том, что они, по всей вероятности, не используются систематически в эротетической логике. Именно поэтому мы рассматриваем только спецификации требований пустого и непустого различения.

Ввиду того что, как мы указывали выше, для естественного языка вопрос о различении в явном виде обычно не встает, классификация вопросов, построенная на допущении, что спецификация требования различения может варьироваться независимо от спецификаций выбора числа и требования полноты, не будет иметь той объяснительной силы, что имеет классификация вопросов, представленная в таблице (разд. 1.3.2). Однако ради сохранения единообразия в терминологии мы предлагаем добавлять или не добавлять прилагательное *различающий* к ранее установленным типам вопросов в зависимости от того, какая спецификация требования различения используется в вопросе — непустая или пустая. Далее, поскольку требование различения избыточно, когда вопрос использует одно-альтернативную спецификацию выбора числа, единственными интересными дополнениями к табл. из разд. 1.3.2 будут *различающий вопрос, исчерпывающий список*, и *различающий вопрос с несколькими примерами*. Оба типа вопросов накладывают требование различения. Отсутствие слова *различающий* будет указывать на то, что требование различения не наложено. Сказанное следует понимать как то, что существуют уникально-альтернативный различающий вопрос и одно-примерный различающий вопрос, однако, как правильно подсказывает само их название, выделение их абсолютно избыточно для нашей логики.

Формально удобно считать, что *ли*-вопросы всегда содержат спецификацию требования различения, но она неизбежно будет пустой.

Система обозначений

Чтобы отразить в обозначениях требование различения, мы должны: 1) описать нотацию, позволяющую ответам выражать это требование; 2) построить систему обозначения спецификаций требования различения для интеррогативов; 3) определить соответствующее отношение между двумя видами нотаций.

1. Напомним, что прямые ответы имеют одну из следующих форм:

(30) $S \& C \& D$, $S \& C$, $S \& D$, S,

где S — выбор, C — требование полноты, а D — требование различения. Наша непосредственная задача — построить удобную систему обозначений для требования различения D. Поскольку обозначение реальных альтернатив номинальными связано с субъектом, ясно, что, как и требование полноты, требование различения будет зависеть от субъекта и от выбора. Соответственно ответы, удовлетворяющие требованиям различения, можно представить в одном из двух видов:

$S \& C \& \mathrm{dist}(\sigma, S)$ или, возможно, $S \& \mathrm{dist}(\sigma, S)$,

где $\mathrm{dist}(\sigma, S)$ — требование различения в σ и S — еще предстоит определить.

Во-первых, для того, чтобы говорить, что i-ый и j-ый конъюнктивные члены выбора (49) обозначают относительно субъекта (47) разные реальные альтернативы, нужна дизъюнкция $(a_{i_1} \neq a_{j_1}) \vee \ldots \vee (a_{i_n} \neq a_{j_n})$, которую мы запишем в виде $\bigvee_{(1 \leqslant k \leqslant n)} (a_{i_k} \neq a_{j_k})$. Далее, утверждать, что каждый из конъюнктивных членов выбора (49) обозначает относительно (17) отдельную реальную альтернативу, значит утверждать это про каждую отдельную пару $\langle i, j \rangle$, где $1 \leqslant i \leqslant p$ и $1 \leqslant j \leqslant p$, причем можно считать, что $i < j$.

В результате под dist (σ, S), где σ есть субъект (17), а S — выбор (49), мы будем понимать следующую конъюнкцию дизъюнкций:

(65) $\&_{(1 \leqslant i < j \leqslant p)} \bigvee_{(1 \leqslant k \leqslant n)} (a_{i_k} \neq a_{j_k})$.

Пример

Выбор, закодированный предложением (61), имеет вид

(66) *Цицерон — обвинитель Катилины & Туллий — обвинитель Катилины.*

Тогда, если σ — субъект интеррогатива (60), dist $(\sigma$, (66) есть просто *Цицерон* $\neq$ *Туллий*, а dist ((23), (43)) есть $(11 \neq 13)\ \&\ (11 \neq 17) \& (13 \neq 17)$.

Многоместные примеры, к сожалению, устроены сложнее. Пусть S — выбор, санкционируемый вопросом (12), имеет вид $(b_1$ *брат* $g_1)$ & $(b_2$ *брат* $g_2)$&$(b_3$ *брат* $g_3)$. Тогда требование различения относительно субъекта вопроса (12) и выбора S будет таким: $[(b_1 \neq b_2) \vee (g_1 \neq g_2)] \& [(b_1 \neq b_3) \wedge \vee (g_1 \neq g_3)] \& [(b_2 \neq b_3) \vee (g_2 \neq g_3)]$.

2. При создании удобной системы записи для интеррогативов нам нужно позаботиться только о том, чтобы она была легко запоминаемой. Будем употреблять знак тире (—) для обозначения *лексической спецификации требования пустого различения* и знак $\neq$ для обозначения *лексической спецификации требования непустого различения*. Эти знаки подставляются вместо $\boldsymbol{d}$ в (36) и (37), и интеррогативы принимают вид

(67) ? (***sc*** —) σ

или

(68) ? (***sc*** $\neq$) σ.

Первая форма предназначена для обозначения спецификации пустого различения, а вторая — для обозначения спецификации непустого различения. Нужно, впрочем, сделать одну оговорку: если σ есть *ли*-субъект, то форма (68) — неправильно построенная. Мы говорим, что (67) *не специфицирует требование различения*, а (68) *специфицирует требование различения.*

3. Что касается требований различения, то системы обозначения для интеррогатива и ответа связаны следующим образом. Отметим прежде всего, что для интеррогатива I и выбора S, санкционированного интеррогативом I, если I не специфицирует требования различения, то $\mathrm{dist}(I, S)$ — *требование полноты, санкционированное интеррогативом I относительно выбора S*,— не определено, а если I специфицирует требование различения, то $\mathrm{dist}(I, S)$ определяется так же, как ранее определялось $\mathrm{dist}(\sigma, S)$ с σ — субъектом интеррогатива I. Теперь будем говорить, что необходимым условием того, чтобы формула A была прямым ответом на интеррогатив I, является следующее условие: либо I не специфицирует требования различения, а из форм, указанных в (30), A имеет формы S или $S\&C$, либо I специфицирует требование различения, а A имеет вид $S\&\mathrm{dist}(I, S)$ или $S\&C\&\mathrm{dist}(I, S)$. В обоих случаях S — выбор, санкционированный интеррогативом I.

Примеры

Если бы мы захотели формально представить вопрос (59) «*Кто были обвинители Катилины?*» как отражающий требование различения, то мы бы получили

(69) $?(\bar{_1}\forall\neq)$ (x — *человек* // x — *обвинитель Катилины)*.

Если же интерпретировать (59) как не содержащий требование различения, то вместо знака $\neq$ нужно употребить тире.

Исчерпывающий список различающий вопрос

(70) *Каковы квадратные корни из* 1/4?

имитируется интеррогативом

(71) $?(\bar{_1}\forall\neq)$ (x — *рациональное число*$//x^2 = 1/4$),

где номинальная категория, задаваемая условием «x — *рациональное число*», есть множество всех положительных и отрицательных дробей вида n/m, где $m\neq 0$. Тогда один из истинных ответов будет «*Квадратным корнем из +1/4 являются различные дроби +1/2 и —1/2*», или $((+1/2)^2 = 1/4 \& (-1/2)^2 = +1/4))\ \&\max(\sigma, S) \&\ \mathrm{dist}(\sigma, S)$, где S — указанный выбор, а σ — субъект интеррогатива (71).

$\mathrm{Dist}(\sigma, S)$ здесь, конечно, будет $(+1/2 \neq -1/2)$. Ложный ответ лишь из-за одного ложного требования различения был бы таким: «*Квадратными корнями из $+1/4$ являются разные дроби $+1/2$, $+2/4$ и $-1/2$*» с выбором

(72) $((+1/2)^2 = +1/4) \& ((+2/4)^2 = +1/4) \& ((-1/2)^2 = +1/4)$.

Как верно показывает $\mathrm{dist}(\sigma, (72))$, первый и второй конъюнктивные члены здесь не обозначают относительно (71) различные реальные альтернативы, так как $+1/2 = +2/4$.

В искусственных вопросно-ответных системах требование различения может быть учтено, а может и не быть. Так, можно было бы как предусмотреть, так и не предусматривать в базе данных системы в качестве фоновой информации, что «Питтсбургские пираты» и «Лос-анжелосские хитрецы» обозначают разные объекты. Точно так же можно было бы как снабдить, так и не снабжать систему средствами распознавания того, что матч между командами «Пираты» — «Хитрецы» 24 июля 1968 г. тот же самый, что и матч «Хитрецы» — «Пираты» 24 июля 1968 г. Именно все эти соображения навели нас на мысль, что вопрос о том, должны ответы выражать требование различения или нет, следует оставить открытым.

1.3.4. Элементарные вопросы и ответы на них: аббревиатуры и формальная запись

В предыдущих трех разделах была построена грамматика элементарных вопросов; теперь осталось лишь определить отношение между вопросом и ответом. Поскольку здесь определяется данное отношение только для так называемых «элементарных вопросов», нам нужно дать эксплицитное определение понятия *элементарного интеррогатива*.

Под элементарным интеррогативом понимается выражение вида $?\rho\sigma$, где σ и ρ такие, как указано в подразделах «Системы обозначения» соответственно в разд. 1.2.1, 1.2.2 и 1.3.1—1.3.3. Пусть теперь I есть элементарный интеррогатив, а A — произвольная формула, тогда будем говорить, что A есть *прямой ответ на* I (direct answer to I), если и только если I имеет одну из форм в левой части ниже приведенной таблицы, а A — соответствующую форму из ее правой части. В каждом случае S есть выбор, санкционированный интеррогативом I в смысле 1.3.1, comp (I, S) — такой, как он определен в 1.3.2, а dist (I, S) — как в 1.3.3.

I	A
$?(\boldsymbol{s}\,—\,—)\,\sigma,$	S
$?(\boldsymbol{s}\,\forall\,—)\,\sigma,$	$S\ \&\ \mathrm{comp}\,(I,\ S),$
$?(\boldsymbol{s}\,—\,\neq)\,\sigma,$	$S\ \&\ \mathrm{dist}\,(I,\ S),$
$?(\boldsymbol{s}\,\forall\,\neq)\,\sigma.$	$S\ \&\ \mathrm{comp}\,(I, S)\ \&\ \mathrm{dist}\,(I, S).$

Очевидно, что введенная система обозначений для интеррогативов является удовлетворительной в том смысле, что по ней можно эффективно распознавать элементарный интеррогатив *(эффективность)* и, распознав его, понять, какой вопрос поставлен *(однозначность)*. Что касается эффективности, то единственным релевантным признаком, не вытекающим непосредственно из нашей конструкции, является требование, чтобы категорное условие было эффективным (1.0),— требование, решающее для эффективного определения интеррогативов.

Почти * так же очевидна аналогия с прямыми ответами: для произвольной формулы A и интеррогатива I можно эффективно распознать, *является ли* она ответом на этот интеррогатив (эффективность), и если да, то *как* она отвечает на I (однозначность). Иначе говоря, если известно, что A является прямым ответом на I, то можно чисто механически и однозначно восстановить по ответу A список выбранных альтернатив независимо от того, устанавливаются или нет (относительно интеррогатива I) требования полноты или различения. Этот факт можно установить лишь относительно интеррогатива I, поскольку при одном способе интерпретации формула может служить ответом на один вопрос, а при другом — на другой. Так, каждую формулу можно считать утвердительным ответом на некоторый *да-нет*-вопрос.

* Это было бы абсолютно очевидно, если бы каждый прямой ответ имел три конъюнктивных члена. Однако, поскольку дело обстоит иначе, требуется проверить что-то вроде $A_1\&A_2$, чтобы увидеть, под какой из первых трех случаев данный ответ подпадает, или $A_1\&A_2\&A_3$, чтобы понять, подходит эта формула под первый или четвертый случай Кроме того, нужно предусмотреть случаи, когда comp (I, S) должен быть осознан как пустой символ вместе со знаками конъюнкции. Но в конце концов все становится на свои места

Мы придаем большое значение тому, что наши логические конструкции удовлетворяют не только «основному критерию», как мы иногда называем критерий эффективности для прямых ответов, но и критерию «эротетической однозначности». Вместо того чтобы предлагать доказательство обоих критериев, мы просто укажем на узловые элементы логической схемы, в наибольшей степени ответственные за выполнение этих критериев: эффективная разрешимость именных областей категорных условий (1.0), использование многоместной конъюнкции (1.0) и запрет на представление альтернатив в виде конъюнкции других альтернатив (1.2.1).

При формализации мы также руководствовались стремлением учитывать определенные разновидности полноты: мы хотим, чтобы интеррогативы были пригодны для имитации «каждого возможного вопроса» и чтобы на каждый вопрос можно было получить «каждый возможный ответ». Как показал Харро [1969 b] с помощью канторовского диагонального метода, в полном объеме этого нам достичь не удастся, но хотелось бы надеяться, что мы сможем задать любой элементарный вопрос и ответить на него.

По отношению к *какой*-субъектам ограничением может служить следующее обстоятельство. Категорный аппарат, используемый при задании категорного отображения g в *какой*-субъекте (16) $\langle X, g, A\ x_1\ .\ .\ .\ x_n \rangle$, несмотря на неограниченный выбор матрицы, сам является неполным в том смысле, что имеются множества имен, которые хотелось бы использовать при определении предоставляемых альтернатив. Однако этого нельзя сделать, так как не существует категорного условия с указанными множествами в качестве именной области. Между тем диагональный метод показывает, что такая неполнота неизбежна: множеств имен больше, чем множеств одноместных условий. Мы должны, следовательно, довольствоваться фиксированным списком категорных условий, относительно которого выразительные средства нашего формального языка являются действительно полными.

Что касается предпосылок, то здесь нужно указать на четыре ограничения. Во-первых, хотя в контексте нашего анализа нулевой выбор имеет смысл, мы наложили запрет на спецификацию выбора числа $^{u}_{0}$. Это простая неполнота. Ее легко устранить, если есть спецификация требования максимальной полноты, однако, с другой стороны, для этого понадобится ввести неестественное предположение, а именно признать обычную тавтологию $p \vee \bar{p}$ выбором нулевого размера. Впрочем, существует, вероятно, и более естественный путь устранения этого ограничения, который мы не заметили. Во-вторых, по причинам, изложенным в разд. 1.3.3, мы не накладываем требование различения на *ли*-вопросы. Последнее ограничение, правда, является обычным следствием ограничений на ассерторический язык, положенный в основу всей нашей конструкции. В-третьих, мы принимаем только один тип требования полноты. Допустить все разновидности этого требования невозможно — их слишком много, но хотелось бы иметь более чем одну разновидность. Мы предоставляем другим найти пути преодоления указанного ограничения. В-четвертых, возможно, что в предпосылку следовало бы включить другие виды спецификаций. Так, можно было бы принять интересное предложение Кубиньского [1966] и применить спецификацию числа не к выборам непосредственно, а отдельно к каждой вопросительной переменной. Кроме того, почти всякое пополнение формальных средств базисной ассерторической логики приводит, видимо, к новым типам спецификаций (см., например, сноску на с. 40—41 и 69).

Теперь, переходя к ответам, допустим, что нам дан интеррогатив I, и мы хотим быть уверены, что сумеем ответить на него всеми возможными способами. Ранее мы определили понятие ответа на I и могли бы быстро справиться с этой задачей, отождествив «каждый возможный способ» с прямым ответом. На этом месте, однако, стоит остановиться подробнее, так как именно определения и нуждаются в обосновании. В дальнейшем нам понадобится нечто вроде абстрактного посредника между интеррогативами и прямыми ответами, который мог бы давать оценку полноты ответов.

Для *ли*-вопросов трудно отыскать определение абстрактного ответа, которое бы не было эквивалентно следующему: *абстрактный ответ* — это упорядоченная пара $\langle I, \{A_1, \ldots, A_n\}\rangle$, где множество $\{A_1, \ldots, A_n\}$ есть абстрактный выбор, санкционированный I. Будем говорить, что абстрактный ответ *истинен* в M, если, во-первых, все A_i истинны в M, а во-вторых, если I накладывает требование полноты, то последнее тоже истинно в M (прим. 3). Непонятно, почему всякий «возможный способ ответа на I» нельзя представить как такой абстрактный ответ; полнота при этом означала бы, что для каждого абстрактного ответа A найдется формула A' такая, что 1) A' есть прямой ответ на I и 2) A истинно в M тогда и только тогда, когда A' истинно в M. Нам, очевидно, удается добиться выполнения этого простого критерия.

Для *какой*-вопросов проблема выглядит сложнее. Здесь приходится различать, как этого следовало ожидать, реальные и *номинальные ответы*. Сделаем два замечания по поводу определения понятия ответа. Во-первых (и это в равной степени касается абстрактных ответов на *ли*-вопросы), несколько легче — хотя это не так уж существенно — представить сам интеррогатив как часть собственных абстрактных или реальных ответов, хотя мы и утверждали, что важно не делать этого для прямых ответов, которые должны служить целям коммуникации и потому быть как можно проще. Во-вторых, чтобы придать «реальное» содержание требованию различения, все, что относится к выбору реального ответа, будет представлено как последовательность, а не как множество, и новое содержание требования различения уже не будет, как прежде, связано с отношением между номинальным и реальным выбором. Желая избежать конфликта между новым и старым употреблением термина «реальный выб будем говорить «последовательностный (sequenced) выбор», а определение «реальный» будет подразумеваться.

Итак, *последовательностный выбор, санкционированный интеррогативом I в M*, есть последовательность *, быть может бесконечная, реальных альтернатив, предоставляемых I в M, мощность которой заключена между экстремальными значениями, устанавливаемыми спецификацией выбора числа интеррогатива I (прим. 3). *Реальный ответ на I* в M — это упорядоченная пара, первый член которой есть I, а второй — последовательностный выбор, санкционированный I в M. Пусть S есть последовательностный выбор, санкционированный I в M. Тогда будем говорить, что реальный ответ $\langle I, S\rangle$ *истинен в M*, если выполняются следующие условия: 1) каждый элемент из S истинен в M; 2) в случае если I устанавливает требование максимальной полноты, то каждая истинная реальная альтернатива, задаваемая I в M, лежит в S и 3) в случае если I устанавли-

* «Последовательность здесь означает «вполне упорядоченность».

вает требование различения, то каждая реальная альтернатива входит в S не более чем один раз.

Чтобы продвинуться немного вперед, необходимо положиться на «однозначность ответа». Это дает нам гарантию, что если A — прямой ответ на I, то A *обозначает* в M единственный реальный ответ на I. Определение в таком случае строится очевидным образом, и мы опускаем подробности. Важным его свойством является то, что A истинно в M, если и только если в M истинен обозначаемый A реальный ответ. Теперь мы можем определить сначала понятие «*полный в* M», которое выражает тот факт, что для всякого реального ответа на I в M найдется обозначающий его прямой ответ на I, а затем понятие «*полный*» как сокращение для «полный в каждой интерпретации M»(прим. 3). Здесь нам не хватает двойной полноты.

Так, если имеется некоторый объект в области M, для которого нет имени, то интеррогатив

$$(73)\quad ?\,({}^{1}_{1}\,—\,—)\,(x//Fx)$$

имеет реальный ответ, утверждающий, что необозначенный объект удовлетворяет матрице Fx, но не имеет обозначающего его прямого ответа. Точно такое же положение возникает, если некоторое категорное условие Cx содержит в своей реальной области в M некоторый объект, не имеющий имени из номинальной категории. Интеррогатив

$$(74)\quad ?\,({}^{1}_{1}\,—\,—)\,(Cx//Fx)$$

будет иметь реальный ответ, не обозначенный ни одним прямым ответом. Во всех этих ограничениях повинен не наш эротетический механизм; они вызваны просто тем, что области некоторых интерпретаций содержат объекты без имен. Эти ограничения нельзя устранить, но их можно избежать, рассматривая только такие интерпретации, где каждый объект имеет имя и где каждый объект в реальной области категорного условия получает имя из именной области того же условия. (Подробное обсуждение этого вопроса см. в работе Белнапа [1963, разд. 7.5].)

Другое ограничение возникает из-за конечности конъюнкций. Интеррогатив

$$(75)\quad ?\,({}^{-}_{1}\,—\,—)\,(x//Fx)$$

будет иметь реальные ответы (и именно с бесконечно длинным последовательностным выбором), не обозначенные никакими прямыми ответами, выборы которых имеют, естественно, конечную длину. Указанное ограничение можно преодолеть, если по-другому определить последовательностный выбор, например, если просто объявить, что значение почти неограниченной спецификации выбора числа состоит в том, что санкционируется каждый конечный выбор. Тем самым последовательностные выборы не могли бы выйти за границы именных выборов [Белнап, 1963, 48]. Несмотря на всю соблазнительность такого пути устранения ограничения, сейчас нам он представляется путем ad hoc. В самом деле, есть определенный резон в том, что когда нам задают вопрос

(76) *Какие числа являются простыми?*,

то *фактически* хотят получить бесконечно длинный список альтернатив, который, естественно, мы дать не можем. Единственный способ ликвидировать данное ограничение — это рассматривать интерпретации только с конечными областями.

Мы можем тем не менее быть уверены в том, что наш логический аппарат является полным относительно всех этих ограничений в двух случаях: если A — реальный ответ на I в M, последовательностный выбор которого конечен, а также если ответ A таков, что для каждой реальной альтернативы $\langle f, Ax_1 \ldots x_n\rangle$ в последовательностном выборе $f(x_i)$ обозначена некоторым именем. Более того, если x_i управляется категорным условием Cx_i, то $f(x_i)$ обозначена именем, лежащим в именной категории, определяемой этим условием. И это разумное требование.

Прежде чем завершить обсуждение элементарных вопросов и ответов на них, скажем несколько слов об аббревиатурах и записи. Вводя простую систему записи, мы преследовали две цели: с одной стороны мы хотели, чтобы запись была удобной для чтения и запоминания, а с другой — чтобы она как можно лучше отвечала нашему анализу. Например, поскольку каждая абстрактная предпосылка содержит три спецификации, мы предусмотрели для лексической предпосылки три позиции. Если, однако, система обозначений используется достаточно широко, то желательно ввести ряд соглашений, которые позволят сократить запись, при этом оставляя ее удобной. Для предпосылок самые полезные соглашения о сокращении, на наш взгляд, следующие.

1. Опускать скобки:

$$?\,\mathbf{scd}\sigma \text{ вместо } ?(\mathbf{scd})\sigma.$$

2. Опускать знаки тире во всех четырех случаях, где они могут встретиться:

$$?(\mathbf{s})\sigma \text{ вместо } ?(\mathbf{s}\,—\,—)\sigma,$$
$$?(\mathbf{s}\forall)\sigma \text{ вместо } ?(\mathbf{s}\forall\,—)\sigma,$$
$$?(\mathbf{s}\neq)\sigma \text{ вместо } ?(\mathbf{s}\,—\neq)\sigma \text{ и, наконец,}$$
$$?({}_{v}\mathbf{cd})\sigma \text{ вместо } ?({}^{-}_{v}\mathbf{cd})\sigma.$$

3. Опускать «1» при обозначении нижнего предела (поскольку это почти совсем не предел):

$$?({}^{u}\mathbf{cd})\sigma \text{ вместо } ?({}^{u}_{1}\mathbf{cd})\sigma.$$

Если мы объединим эти три соглашения, которые можно принять, не утратив однозначности, и употребим символ «(. . .)» для записи произвольного субъекта, то придем к следующим удобным формальным представлениям шести типов вопросов, которым мы дали названия:

$?^{1}(\ldots)$ — одно-примерный вопрос;
$?(\ldots)$ — вопрос, состоящий из нескольких примеров;
$?{\neq}(\ldots)$ — различающий вопрос, состоящий из нескольких примеров;
$?^{1}\forall(\ldots)$ — уникально-альтернативный вопрос;
$?\forall(\ldots)$ — вопрос, исчерпывающий список (альтернатив);
$?\forall{\neq}(\ldots)$ — различающий вопрос, исчерпывающий список (альтернатив).

В дальнейшем мы часто будем обращаться к этим (и только к этим) сокращениям.

Позволив формуле A стоять на месте субъекта интеррогатива без скобок, сократим запись некоторых наиболее часто встречающихся субъектов. Какой субъект имеется в виду под A, будет зависеть от свободных переменных в этой формуле. Если A не содержит свободных переменных, то она служит записью субъекта *да-нет*-вопросов $(A, \overline{A})$, а если A содержит ровно n свободных переменных в указанном порядке $x_1, \ldots, x_n$, то она обозначает категорно-свободный *какой*-субъект $(x_1, \ldots, x_n//A)$. В этом случае *да-нет*-вопрос для замкнутой формулы A будет иметь вид $?^1A$ или даже $?A$, если кто-нибудь (пусть это выглядит неразумно) захочет считать $A\&\overline{A}$ («да и нет») прямым ответом. В свою очередь категорно-свободный уникально-альтернативный вопрос об Fxy будет записываться как $?^1\overline{\forall}Fxy$.

Для ответов годятся следующие коды. Подчеркнем, что эти кодифицированные ответы однозначны только при их соотнесении с определенным интеррогативом.

1. Во-первых, по отношению к данному интеррогативу I, имеющему форму $?\rho\sigma$, ответ полностью определяется его выбором, одним S, поскольку, когда присутствуют требования полноты и различения, они всегда имеют вид соответственно $\mathrm{comp}(I, S)$ и $\mathrm{dist}(I, S)$, а присутствуют они или нет — это определяется интеррогативом. Следовательно, если S — выбор, санкционированный интеррогативом I, то мы можем говорить что S является *кодифицированным ответом на* I и *кодом* относительно I, причем его заполнение $\mathrm{comp}(I, S)$ или $\mathrm{dist}(I, S)$ устанавливается в зависимости от требований I.

2. Других аббревиатур для *ли*-вопросов ввести не удается, если не считать упорядочивания альтернатив в лексическом *ли*-субъекте, что дает возможность называть альтернативы по номерам (ср. «1 & 3» для выбора $A\&C$, санкционированного субъектом (A, B, C, D)). Для *какой*-вопросов, однако, возможности еще не исчерпаны, так как альтернативы полностью определяются упорядоченными n-ками имен, вставляемыми прямо в матрицу. И выбор числа p полностью определяется списком длины p n-ок имен. Таким образом, мы можем трактовать такой список со знаками препинания и словами естественного языка, если это удобно, как *кодифицированный ответ* на *какой*-интеррогатив и как *код* (относительно I) *для* результата, сначала определяющего выбор посредством замещения в матрице интеррогатива I, а затем дополнения ее, как и выше, $\mathrm{comp}(I, S)$ и $\mathrm{dist}(I, S)$.

Примеры

Пусть (47) имеет вид $?\forall$ (Б, Г, Т, С). Тогда предложение Б&Г будет кодом для (Б&Г)&($\overline{\text{Т}}$&$\overline{\text{С}}$) точно так же, как русское *баранина и говядина* является сокращенным вариантом предложения *«баранина и говядина, но не телятина и не свинина»*. Если (12) представить в виде ?$\forall\neq$(*x — мальчик, y — девочка // x брат y*), то *Джеф и Робин*, *Джеф и Уэнди*, *Чарли и Нэнси*, *Чак и Джуди*, *Мэт и Сара* служат кодом следующего ответа, где кванторы и знаки конъюнкции — русские слова: *(Джеф брат Робин &Джеф брат Уэнди &Чарли брат Нэнси & Чак брат Джуди &Мэт брат Сары) & (для всех x и y, если x — девочка & y — мальчик, то если x брат y, то либо x = Джеф &y = Робин, либо x = Джеф &y = Уэнди, либо x = Чарли &y = Нэнси, либо x = Чак &y = Джуди, либо x = Мэт &y = Сара) &(для всех x и y либо Джеф ≠ Джеф, либо Робин ≠ Уэнди, & либо Джеф ≠ Чарли, либо Робин ≠ Нэнси, & либо Джеф ≠ Чак, либо Робин ≠ Джуди, & либо Джеф ≠ Мэт, либо Робин ≠ Сара, & либо Джеф ≠ Чарли, либо Уэнди ≠ Нэнси, & либо Джеф ≠ Чак, либо Уэнди ≠ Джуди, & либо Джеф ≠ Мэт, либо Уэнди ≠ Сара, & либо Чарли ≠ Чак, либо Нэнси ≠ Джуди, & либо Чарли ≠ Мэт, либо Нэнси ≠ Сара, & либо Чак ≠ Мэт, либо Джуди ≠ Сара)*.

ГЛАВА 2

ГРАММАТИКА ДРУГИХ ТИПОВ ВОПРОСОВ

Помимо элементарных, существуют другие типы вопросов, на которые можно распространить предложенный нами логический анализ. Ниже мы их кратко обсудим. В каждом случае (за исключением стоящих несколько особняком относительных вопросов, о которых пойдет речь в разд. 2.4) наша основная задача состоит в определении соответствующего вопросно-ответного отношения.

2.1. Вопросы типа элементарных

Вопросы, которые рассматриваются в этом разделе, можно было бы назвать элементарными, не закрепи мы ранее этот термин за другими вопросами. Действительно, как и всякий элементарный вопрос, каждый из них имеет субъект и предпосылку и не разложим на несколько вопросов.

В описанном нами языке исчисления предикатов первого порядка есть шесть основных частей речи: открытые и замкнутые формулы, открытые и замкнутые термы, функционально-истинностные связки и кванторы. *Какой*-вопрос представляет собой открытую формулу (матрицу), которую требуется заполнить замкнутыми термами (именами). Про эту формулу будем говорить, что она *лежит в основании какой*-вопроса, а про термы — что они являются ее *дезидератами*. Конкретный вид альтернативы устанавливается обычным способом: путем соединения открытой формулы с именами, т. е. применяется подстановка, в результате которой получается предложение. Здесь мы хотим использовать такие полусерьезные понятия, как «лежать в основании» и «дезидерат», с тем чтобы посмотреть, что получится, если мы позволим каждой из шести основных категорий «лежать в основании» вопроса, а в качестве «дезидератов» возьмем те же шесть категорий. Например, *ли*-вопросы можно описать как имеющие в основании последовательность высказываний (замкнутые формулы) и требующие функций истинности. К соответствующему понятию альтернативы мы приходим в результате обычного соединения высказываний логическими связками так, как это определено функцией истинности. (Этой нестандартной идеей мы обязаны Г. Стахлу [1962].) Не будем пытаться придавать смысл всем тридцати шести комбинациям, поскольку нам не хочется исследовать недопустимые. В любом случае то, о чем пойдет речь ниже, надо рассматривать лишь как предварительный набросок.

Основания Дезидераты

	Замкнутый терм	Открытая формула	Замкнутая формула	Связка	Квантор	Открытый терм
Замкнутый терм	Вопросы-идентификации	Вопросы-дескрипции				
Открытая формула	*Какой*-вопросы	*Что*-вопросы			*Сколько*-вопросы	
Замкнутая формула				*Ли*-вопросы		
Связка						
Квантор						
Открытый терм						

Приводимая схема наряду с представленными в ней *какой-* и *ли*-вопросами показывает, какие вопросы типа элементарных мы собираемся обсудить.

Вопросы-дескрипции (description-questions). В основании *какой*-вопросов, как мы уже писали, лежат незамкнутые предложения (матрицы), требующие замкнутых термов в качестве дезидератов. Прямо противоположны им *вопросы-дескрипции*, в основании которых лежат замкнутые термы, в свою очередь требующие в качестве дезидератов открытые формулы, называемые в данном контексте дескрипторами. Очевидно, что здесь естественная операция формирования предложения — это снова подстановка. Например, в основании вопроса

(77) *Какого цвета Том?*

лежит терм *Том*, а в ответе на него требуется определенного вида дескрипция Тома. Альтернативы, предоставляемые этим вопросом, имеют формы типа *Том белый*, *Том красный* и т. д., получаемые подстановкой терма *Том* в каждый из дезидератов: «*x — белый*», «*x — красный*» и т. д. Другие примеры вопросов-дескрипций — это «*Какова профессия Тома?*», «*Как растет ваш сад?*» и при определенном осмыслении некоторые *кто*-вопросы типа «*Кто такой Скотт?*»

В языках второго и более высокого порядков, имеющих имена для свойств, выраженных дескрипторами, рассматриваемые вопросы можно было бы трактовать как *какой*-вопросы, требующие назвать в ответе имена свойств, относящихся к денотату терма, лежащему в их основании. Однако номиналисты утверждают, что такая трактовка не вполне удачна, и большинство из нас может с ними согласиться.

Для того чтобы приблизиться к их формализации языка первого порядка L, следует допустить, что L снабжен списком *определителей*, которые являются условиями с одной свободной переменной (многоместные случаи мы здесь не учитываем), причем с каждым из определителей связан список *дескрипторов*. Так, условие «*x — цвет*» будет определителем, а связанными с ним дескрипторами будут выражения «*x — красный*», «*x — красновато-коричневый*» и т. д. Естественно дополнить наше определение интерпретации требованием, согласно которому предполагаемая интерпретация *M* является интерпретацией только в том случае, если (помимо прочих ранее наложенных ограничений) индивид удовлетворяет определителю тогда и только тогда, когда он удовлетворяет некоторому дескриптору, связанному с этим определителем.

Пусть Hx — определитель. Тогда, чтобы положить в основание терм b и потребовать в качестве дезидератов дескрипторы H_1x, . . ., H_ix, . . ., связанные с Hx, нужно использовать новый тип субъекта:

(78) des $(Hx//b)$

и определить его область как множество предоставляемых альтернатив H_1b, . . ., H_ib, ...

Пример

Вопрос «*Какого цвета Том?*» имеет субъект des (*x цветной// Том*) и предоставляет альтернативы вида «*Том цветной*», «*Том красновато-коричневый*» и т. д. Как соединяется такого типа субъект с нашими разнообразными формами предпосылки?

Спецификации выбора числа остаются, конечно, такими же, как и раньше; требованиям различения также можно придать абсолютно точный смысл, поскольку в исчислении предикатов первого порядка у нас имеется естественное понятие различения для дескрипторов: они различны, если не применимы в точности к одним и тем же вещам. Например, если выбор имеет вид $H_3b\&H_6b$, то соответствующее требование различения выглядит как $\overline{\forall x(H_3x \equiv H_6x)}$. Обобщить требование различения на случай выборов произвольного числа достаточно просто, и мы предоставляем это читателю. Гораздо более неприятную проблему ставят перед нами требования полноты. Хотя вполне разумно задать вопрос, отсутствуют ли в выборе какие-нибудь из предоставленных истинных альтернатив, у нас нет, вообще говоря, способа выразить это на языке исчисления предикатов первого порядка. Требование полноты содержит переменные, пробегающие по свойствам, и тем самым оно поднимает нас до онтологического уровня. Мы вполне могли бы остановиться на одном частном случае, когда множество связанных с данным определителем дескрипторов конечное и, следовательно, область также конечна. В этом случае требование полноты можно будет выразить через конечную конъюнкцию. Детали этой логической конструкции восстанавливаются без особого труда.

Пример

Некоторые *кто*-вопросы можно считать вопросами-дескрипциями; например, смысл вопроса *Кто такой Скотт?* становится более ясным, если вопрос интерпретировать как $?{\neq}\mathrm{des}$ (*x был индивидом, представляющим интерес для истории*) с альтернативами типа *Скотт был писателем, жившим в XVIII веке; Скотт был тайным любовником мадам Помпадур* и т. д. Таким же образом можно интерпретировать некоторые *как*-вопросы: вопрос *Как растет ваш сад?* можно истолковать как $?^1\mathrm{des}$(*x растет // // ваш сад*), где определитель *x растет* связывается с дескрипторами вроде *x растет хорошо, x растет быстро, x не очень хорошо растет* и т. п. Однако вопрос *Как ваша роза синтезирует углеводы?*, разумеется, нельзя интерпретировать подобным образом.

Вопросы-идентификации (identity questions) имеют замкнутые термы как в основании, так и в качестве дезидератов. Самыми яркими примерами таких вопросов, несомненно, являются *кто*-вопросы определенного типа, например вопрос «*Кто был автором «Веверлея»?*» Для субъектов таких вопросов мы используем запись ident (Cx // b), где b — основание, а Cx — категорное условие, с которым, как и раньше, связано множество термов $a_1, \ldots, a_i, \ldots$ В исчислении предикатов первого порядка с равенством обычным способом соединения замкнутых термов с замкнутыми же термами для образования предложений является, конечно, равенство; поэтому, если дан терм b, лежащий в основании вопроса, и некоторые дезидераты $a_1, \ldots, a_i, \ldots$, то естественным множеством альтернатив будет множество утверждений-равенств $b=a_1$, $b=a_2$ и т. д.

Пример

Можно было бы считать субъектом вопроса об авторе «Веверлея» выражение ident (*x — лицо мужского пола // // x — автор «Веверлея»*). Для таких субъектов имеют смысл все компоненты предпосылки вопроса, что кажется вполне естественным в свете того, что всю их работу могут выполнить обычные *какой*-субъекты, в которых равенство встроено в матрицу (Cx // $b=x$); например (*x — лицо мужского пола //автор «Веверлея»=x*). Следовательно, нам больше ничего не нужно говорить об этих вопросах.

Что-вопросы. Хотя слово *что* имеет много разных употреблений, термином «*что*-вопросы» мы в какой-то степени произвольно решаем обозначить вопрос, у которого как основаниями, так и дезидератами вместо термов являются матрицы. Пусть Ax — матрица в основании вопроса, а дескриптор (как мы будем говорить) Bx есть дезидерат; тогда существует четыре естественных способа их соединения, приводящие в результате к предложению. Самый естественный из них, по всей вероятности,— это эквивалентность $\forall x(Ax \equiv Bx)$, но почти столь же естественны и другие три способа: необходимое условие Ax — $\forall x(Ax \supset \supset Bx)$, достаточное условие Ax—$\forall x(Bx \supset Ax)$ и непустое пересечение Ax и Bx —$\exists x(Ax \& Bx)$. Мы, следовательно, хотим, чтобы *что*-вопросы задавались об эквивалентностях, о необходимых условиях, о достаточных условиях и о непустых пересечениях матрицы Ax. Возможны также различные комбинации способов, но их мы не касаемся, полагая, что они образуются путем соединения более элементарных форм, которые мы сейчас определим. Первый новый тип субъекта — это Equiv $(Hx \,//\, Ax)$, где Ax — матрица, а Hx — определитель. Если дескрипторы, связанные с Hx,— это $H_1x, \ldots, H_ix, \ldots$, то предоставляемые альтернативы определяются как $\forall x(Ax \equiv H_1x), \ldots, \forall x(Ax \equiv H_ix), \ldots$. Точно так же субъект Nec $(Hx \,//\, Ax)$ предоставляет альтернативы $\forall x(Ax \supset H_1x), \ldots, \forall x(Ax \supset H_ix), \ldots$ Субъект Suf $(Hx \,//\, Ax)$ задает альтернативы $\forall x\ (H_1x \supset Ax), \ldots, \forall x(H_ix \supset Ax)$, а субъект Inter $(Hx \,//\, Ax)$—$\exists x(H_ix \& \& Ax), \ldots, \exists x(H_ix \& Ax)$.

В отношении согласования этих субъектов с предпосылками дело обстоит точно так же, как и с вопросами-дескрипциями: контролировать спецификации выбора-числа и требования различения просто, в то время как требования полноты поддаются контролю лишь в конечном случае. Для выделенных четырех типов вопросов в качестве родового будем использовать понятие «*что*-вопросы», а частные виды *что*-вопросов будем соответственно называть *вопросы-эквивалентности* (equivalence-questions), *вопросы-необходимости* (necessity-questions), *вопросы-достаточности* (sufficiency-questions) и *вопросы-пересечения* (intersection questions).

Примеры

Вопрос «*Что такое простое число?*»* является, видимо, вопросом-эквивалентностью, хотя для него трудно указать

* Некоторые типы *что*-вопросов (what-questions) на русский язык переводятся с помощью сочетания *какого рода* (*вида*, *типа* и т. д.) (англ. What sorts of) — *Прим. перев.*

подходящий определитель. Возможно, на роль субъекта подойдет следующее выражение: $?^1$Equiv (*x — число // x — простое*), где определитель *x — число* связан с фиксированным списком теоретико-числовых дескрипторов. Вопрос *Какого рода объекты являются млекопитающими?* нам кажется омонимичным: его можно понимать и как вопрос-необходимость, и как вопрос-достаточность. В первом случае альтернативой может служить предложение типа «*Млекопитающие — это позвоночные*», во втором — «*Лошади являются млекопитающими*». В то же время «*Какого рода объекты являются черными?*» является, очевидно, вопросом-достаточностью, тогда как вопрос «*Какого рода вещи являются черными предметами?*», очевидно, есть либо вопрос-эквивалентность, либо вопрос-необходимость. «*Какого рода объекты могут быть простыми числами?*» является вопросом-пересечением, даже если слово «могут» всерьез считается модальным оператором.

Сколько-вопросы (how-many questions), т. е. вопросы, запрашивающие о количестве, имеют в своем основании матрицу и требуют в качестве дезидератов кванторы. Таким образом, вопрос «*Сколько объектов являются коричневыми коровами?*» можно истолковать как имеющий в основании матрицу «*x — коричневая корова*» и требующий в качестве дезидератов кванторные выражения типа *несколько*, *все*, *ни одного*, *ровно семнадцать*, *по крайней мере сто*, *самое большее шесть* и т. п. Ясно, что их число должно быть ограничено теми кванторами, которые могут быть выражены в исчислении предикатов первого порядка с равенством. Подходящей записью субъекта могло бы быть выражение *Сколько* (*Fx*), однако прежде, чем мы сможем предложить достаточно обоснованное определение альтернативы для такого типа субъекта, предстоит еще проделать много работы по усовершенствованию формализмов. Также требуют изучения *сколько*-вопросы с двумя основаниями типа *Сколько коров являются коричневыми?*, который интерпретируется как выясняющий, какой квантор применяется для связи между *x — корова* и *x — коричневая* [см. Прайоры, 1955] (прим. 4).

2.2. *Почему*-вопросы

Имея в руках логический аппарат, соблазнительно свести *почему*-вопрос типа «*Почему «Grünbaum» произносится с умлаутом?*» к метаязыковому *какой*-вопросу «*Ка-*

ков пример предложения, считающегося объяснением предложения «Grünbaum», произносится с умлаутом?» Но такое сведение слишком легко осуществимо, слишком туманно и к тому же опирается на неверное допущение, что в *почему*-вопросах есть что-то существенно металингвистическое. Подобная логическая конструкция, однако, проясняет один факт, относящийся к *почему*-вопросам: их обычно надо трактовать как одно-примерные, а не как уникально-альтернативные вопросы, поскольку, как всем известно, один и тот же факт может иметь альтернативные и равно убедительные объяснения.

Наиболее интересной и, по сути, единственно приемлемой из известных нам работ, посвященных *почему*-вопросам, была работа С. Бромберджера [1966 b]. Основное ее положение, которое мы здесь принимаем, состоит в том, что ответ на рассматриваемый Бромберджером тип *почему*-вопроса неизменно соотносится с тем, что автор называет «аномальным законом», т. е. с чем-то вроде «*Ни одно A не есть B, за исключением C или D*» (мы все значительно упрощаем). Поскольку законоподобный характер такого предложения нельзя полностью отразить в экстенсиональном исчислении предикатов первого порядка, мы можем лишь приблизительно передать его смысл экстенсиональной формулой

(79) $\forall x\,(Ax \supset (Bx \equiv (Cx \vee Dx)))$.

По той же причине мы не можем спокойно дополнить имеющуюся в нашем распоряжении эротетическую логику логикой *почему*-вопросов: ведь она не была бы надлежащим образом подкреплена соответствующим ассерторическим аппаратом. Все же временно добавим к нашей ассерторической грамматике далекую от идеальной логическую форму

(80) x (*Ни одно* Ax *не есть* Bx, *за исключением* C_1x *или* ... *или* C_nx),

не придавая ей никакого смысла, кроме того, что о ней известно, а именно: (80), будучи более сильной, влечет экстенсиональную формулу, аналогичную (79). (Более формально: предполагаемая интерпретация приписывает истинностное значение каждому предложению (80) как целому, причем эта интерпретация только в том случае является интерпретацией, если не превращает (80) в истину, а формулу, аналогичную (79),— в ложь.)

Далее мы задаем вопрос *Почему саВ*? посредством *почему*-интеррогатива

(81) $?^1\mathrm{Why}\,(x//Bx,\ c)$

и определяем ответы на него как $Ac\,\&C_ic\,\&x$ (*ни одно* Ax *не есть* Bx, *за исключением* C_1x *или . . . или* C_nx). Используя терминологию из разд. 2.1, можно сказать, что имеются две сущности, лежащие в основании такого вопроса: одна — открытое предложение, а другая — имя.

Пример

Вопрос «*Почему «Grünbaum» произносится с умлаутом?*» записывается в виде $?^1\mathrm{Why}$ (*x* // *x произносится с умлаутом*, «*Grünbaum*»), а истинным ответом на него могло бы быть выражение (*«Grünbaum» — английское слово*) & (*«Grünbaum» заимствовано из немецкого*) & (Ни одно *x есть английское слово* не есть *x произносится с умлаутом*, за исключением *x заимствовано из немецкого* или *x заимствовано из некоторого ненемецкого языка, использующего умлауты*). Кодом для него является, конечно, предложение «*Слово «Grünbaum» заимствовано из немецкого*»; соответствующий аномальный закон выражен контекстом. Отметим, что каждый прямой ответ на (81) влечет *Bc* точно так же, как из ответа на вопрос о слове «Grünbaum» следует, что «Grünbaum» на самом деле произносится с умлаутом.

П. Теллер [1974] останавливается на ряде проблем, связанных с предложенным Бромберджером анализом *почему*-вопросов. Нам этих проблем удается избежать, поскольку мы оставили форму (80) неэкстенсиональной, но вместе с тем также и непроанализированной. В результате наша версия предложенного Бромберджером решения оказывается в определенном смысле несовершенной. Однако если в конце концов придерживаться разумного разделения труда, то проблемой соответствия закону должен заниматься специалист по ассерторической логике. Мы же просто предположили, что данная проблема решена, и проинтерпретировали предложение Бромберджера как приписывание значения *почему*-вопросам в таком языке, который наряду с прочими ассерторическими средствами содержит единицы типа (80). Мы считаем, что, во-первых, такой путь не бесплоден, а во-вторых, вряд ли можно ожидать чего-то большего от исследователя, занимающегося эротетической логикой. Даже если согласиться с этими положениями, совершенно очевидно, что для решения трудной задачи анализа *почему*-вопросов еще многое предстоит сделать. Для начала мы отсылаем читателя к работе Бромберджера [1966] и просим его информировать нас о своих попытках разъяснить (ибо проблема до сих пор не решена), что считать ответом на *почему*-вопрос (прим. 5).

2.3. Составные вопросы

Элементарные вопросы можно осмысленно соединять разными способами, часть из которых обсуждается в настоящей работе. А именно мы рассмотрим четыре типа соединяемых единиц — вопросы, субъекты, предпосылки и утверждения — и два способа их соединения — булевый и логический. При этом мы, однако, нисколько не пытаемся охватить все возможные случаи.

2.3.1. Булевы операции над вопросами

Результатом применения булевых операций к рекурсивным множествам являются те же рекурсивные множества; следовательно, a priori правдоподобно предположить, что булевы операции удобно применять для создания новых вопросов из уже имеющихся в соответствии с основным критерием эффективности вопросно-ответного отношения (см. разд. 1.3.4).

Рассмотрим вопрос «*Вы были когда-нибудь в Швеции или вы были когда-нибудь в Германии?*» Можно считать, что на него полностью отвечает любая из четырех альтернатив — Ш, $\overline{\text{Ш}}$, Г, $\overline{\text{Г}}$; другая возможность — считать данный вопрос эквивалентным вопросу «*Вы были когда-нибудь в Швеции и вы были когда-нибудь в Германии?*», обсуждаемому ниже в разд. 2.3.2. В первом случае мы можем трактовать его как один элементарный *ли*-вопрос с четырьмя альтернативами, во втором — как составной вопрос, составленный из двух *ли*-вопросов с помощью операции объединения. Чтобы научиться правильно обращаться с последним понятием, полезно ввести следующее кажущееся наиболее простым обозначение: если $I_1, \ldots, I_n$ — интеррогативы, то $I_1 \cup \ldots \cup I_n$ есть *объединенный интеррогатив* (unionized interrogative), являющийся объединением всех I_i. Для такого интеррогатива понятия субъекта и предпосылки вообще не определены, а определено только основное понятие прямого ответа: A есть прямой ответ на $I_1 \cup \ldots \cup I_n$, если и только если A является прямым ответом по крайней мере на один I_i, т. е. «множество ответов на объединение вопросов» есть объединение «множеств ответов на эти вопросы». В этом случае, если бы мы захотели считать Ш, $\overline{\text{Ш}}$, Г, $\overline{\text{Г}}$ ответами на вопрос о Швеции — Германии, то последний можно было бы записать как $?^1(\text{Ш}, \overline{\text{Ш}}) \cup ?^1(\text{Г}, \overline{\text{Г}})$.

Разумеется, $I_1 \cup I_2$ в действительности не является булевым объединением I_1 и I_2, так как I_1 и I_2 — вопросы, а вопросы не являются множествами. Тем не менее применение понятия объединения все же имеет смысл, поскольку самой важной характеристикой вопроса является множество прямых ответов на него, а, как мы отметили выше, множество ответов на результирующий вопрос есть булево объединение множеств прямых ответов на ингредиентные вопросы. Вообще говоря, когда мы рассматриваем какую-либо булеву операцию над вопросами, то мы подразумеваем, что, как и в случае с объединением, множество ответов на новый вопрос формируется в результате применения данной булевой операции к множествам ответов на старые вопросы.

Пересечение вопросов — операция столь же осмысленная, как и объединение, хотя, как нам кажется, значительно менее полезная. Ее можно использовать для того, чтобы получить высказывание типа «*Скажи мне что-нибудь, что является непосредственным ответом как на* I_1, *так и на* I_2», но мы не можем привести ни одного интересного примера. Полное дополнение вопросов, как и их пересечение, вполне осмысленно, но, видимо, тоже не очень интересно; оно отвечает на фразы типа «*Скажи мне все, что не является прямым ответом на интеррогатив* I». Чуть более полезной оказывается булева операция разности множеств: разность I_1 и I_2 можно использовать для ответа на высказывание «*Скажи мне что-нибудь, что является ответом на* I_1, *но не является ответом на* I_2»; например, «*Скажи мне, какова жизнь на фронте, но не говори мне о военном положении*». Для записи булевых операций над вопросами самое простое — использовать обычные булевы знаки между интеррогативами. В этом случае множество прямых ответов на результирующий интеррогатив должно, естественно, определяться как результат применения булевой операции, знак который стоит между интеррогативами, к множествам прямых ответов на интеррогативы, занимающие позицию аргументов. Следует подчеркнуть, что понятия субъекта и предпосылки неприменимы к таким типам интеррогативов; применимым остается лишь важнейшее понятие прямого ответа.

2.3.2. Логические операции над вопросами

В предыдущем разделе мы построили новое множество ответов, применяя к имеющимся множествам ответов булевы операции, однако при этом мы не создали из старых ответов никаких новых. Теперь мы это сделаем. Очевидный способ сформировать новые ответы из старых — это использовать стандартные логические операции. Таким образом, мы приходим к определению нового вопроса как результата применения логической операции к паре вопросов; при этом ответы на новый вопрос строятся посредством той же операции над ответами на вопросы-составляющие.

Ни отрицание, ни дизъюнкция понимаемых так вопросов, ни тем более их импликация или эквиваленция не представляют особого интереса, поэтому в качестве единственного примера мы рассмотрим конъюнкцию вопросов. Определим $I_1 \& \ldots \& I_n$ как *конъюнкцию интеррогативов*, а ответом на нее будем называть конъюнкцию $A_1 \& \ldots \& A_n$, где A_i — прямой ответ на I_i [ср. Харро, 1961]. Множество ответов на конъюнктивный интеррогатив удобно представлять себе как декартово произведение ответов на его конъюнктивные члены.

Примеры

$?^1(Ш, \overline{Ш}) \& ?^1(Г, \overline{Г})$ запрашивает о втором варианте вопроса о Швеции — Германии из разд. 2.3.1, а ответами на него будут $Ш \& Г$, $Ш \& \overline{Г}$, $\overline{Ш} \& Г$ и $\overline{Ш} \& \overline{Г}$.

Вероятно, лучше всего определить понятие разложения вопроса на семейство (более простых) вопросов через конъюнкцию интеррогативов и семантическое понятие эквивалентности интеррогативов (см. разд. 3.4). Например, *неверно*, что *да-нет*-вопросы являются «основными» в том смысле, что каждый *ли*-интеррогатив I эквивалентен конъюнкции $I_1\&...\&I_n$ *да-нет*-интеррогативов.

В русском языке логическая операция конъюнкции интеррогативов может быть выражена союзом *и*, как в предложении «*Где находится город Тимбукту и каково его население?*», но причина, по которой мы называем эту операцию конъюнкцией, вовсе не в этом. Она заключается, скорее, в том, что ответы на результирующий интеррогатив являются конъюнкцией ответов на интеррогативы — составляющие. Здесь, как и в других случаях, существенны именно ответы! Чтобы можно было полнее ощутить это обстоятельство, отметим, что союз *или* тоже может соединять интеррогативы, как, например, в предложении «*Как отсюда добраться до Детройта на самолете или как туда доехать на машине?*». Однако логическая операция дизъюнкции не используется при построении ответов на результирующий интеррогатив (фраза «*Либо у «Трансуорлд эйр лайнс» есть рейс в 9 часов утра либо туда ведет дорога 26*» не является ответом); вместо нее используется операция объединения.

Теперь понятно, почему языковые единицы *и* и *или* не являются двойственными, как можно было бы предположить по аналогии с ассерторической логикой. В эротетическом употреблении между интеррогативами союз *и* обычно служит символом логической, а *или* — символом булевой операции. Причина такого несоответствия, как мы полагаем, в том, что в случае с союзом *и* интересной является логическая операция конъюнкции, а булева операция пересечения неинтересна, тогда как в случае с союзом *или* важна булева операция объединения, а неинтересной является логическая операция дизъюнкции. Это в свою очередь связано с тем, что высказывание «*Либо скажи мне, что A, либо скажи мне, что B*» не эквивалентно высказыванию «*Скажи мне, что либо A, либо B*», в то время как «*Скажи мне, что A, и скажи мне, что B*» равносильно «*Скажи мне, что и A, и B*». Более подробно мы на этом сейчас останавливаться не можем.

Естественно, что не каждые *и* и *или*, стоящие между вопросительными предложениями, должны пониматься так, как мы предлагаем. Например, вопрос «*Кто или что убило эту собаку?*» кажется «исключающим» в том смысле, что ответ на один из вопросов-составляющих приводит к отрицанию пресуппозиции другого, так что если P_1 — пресуппозиция интеррогатива I_1, а P_2 — пресуппозиция интеррогатива I_2, то формальной записью вопроса будет что-то вроде $(\overline{P}_2/\&/I_1) \cup (\overline{P}_1/\&/I_2)$, где $/\&/$ — знак, стоящий между утверждением и интеррогативом,— объясняется ниже в разд. 2.3.4. А вопрос «*Вы были когда-либо в Швеции или вы были когда-либо в Германии?*» можно было бы понять еще третьим способом — как «неисключающий» в том смысле, что разрешается отвечать либо на один из входящих в его состав вопросов, либо на оба сразу; поэтому формальный аналог вопроса имеет вид $I_1 \cup I_2 \cup (I_1\&I_2)$. Кроме того, как указывает Стахл [1962], иногда союз *или* даже не симметричен. Например, вопрос «*В какой день или в какую неделю вы приняли решение?*» подсказывает запись $I_1 \cup \cup (\overline{P}_1/\&/I_2)$, и, таким образом, его можно считать «вопросом, аккумулирующим коррекции» в смысле Л. Оквиста [1969] и Н. Белнапа [1969a]; см. также пример самого Стахла «*Мейер знает Южные моря, или кто здесь их знает?*», который должен быть истолкован особо, поскольку ответы на первый из вопросов-составляющих входят несимметричным способом в состав ответов на составной вопрос. Предложение же «*Это птица или это самолет?*» вообще не является, вопреки своему внешнему облику, результатом соединения вопросов, а представляет собой простой *ли*-вопрос, в котором выясняется, является ли, с одной стороны, *это* птицей, а с другой — является ли *это* самолетом. Иными словами, результирующий вопрос имеет ровно два ответа — *птица* и *самолет* (ответ *ни то, ни другое* мы считаем коррекцией).

2.3.3. Операции на субъектах и предпосылках

Иногда желаемый эротетический эффект можно получить только путем операций над субъектами вопросов, но не над самими вопросами. Покажем это на примере операции объединения субъектов.

Начнем с соответствующего определения. Если $\sigma_1, \ldots, \sigma_n$ — список *ли*- и *какой*-субъектов, то назовем $(\sigma_1 \cup \ldots \cup \cup \sigma_n)$ *объединенным субъектом* и будем говорить, что он является *объединением* субъектов $\sigma_1, \ldots, \sigma_n$. Предоставляемые объединенным субъектом альтернативы, как реальные, так и именные, определяются просто как булево объединение альтернатив, предоставляемых различными элементарными субъектами в составе объединенного, а S есть выбор, санкционированный объединенным субъектом, если, как и раньше, он представляет собой конъюнкцию альтернатив, предоставляемых этим субъектом.

Итак, пусть $\sigma_1=(A, B, C)$, а $\sigma_2=(D, E)$. Тогда множество *альтернатив, предоставляемых объединением* $\sigma_1 \cup \sigma_2$, есть $\{A, B, C, D, E\}$. Интересно, что множество выборов, *санкционированных объединением* $\sigma_1 \cup \sigma_2$, не является объединением выборов, санкционированных σ_1 и σ_2, поскольку это множество включает в себя выборы типа $A\&D$, не санкционированные ни одним из них. Поэтому $A\&D$ будет ответом на $?^2_2((A, B, C) \cup (D, E))$, но не будет ответом на $?^2_2(A, B, C) \cup ?^2_2(D, E)$. Вообще говоря, только в том случае, когда ρ — *одно*-примерная предпосылка $(^1_1$ — —), интеррогатив $?\rho\sigma_1 \cup ?\rho\sigma_2$ имеет те же ответы, что и интеррогатив $?\rho(\sigma_1 \cup \sigma_2)$.

Определение $\max(\sigma, S)$ для объединенных субъектов потребует от нас некоторых усилий, хотя глубинная его идея достаточно проста: надо найти способ выразить тот факт, что каждая альтернатива, предоставляемая σ, но не обозначенная как некоторый конъюнктивный член в S, ложна. Определим вначале вспомогательную функцию $\max^*(\sigma, S)$, имеющую то отличное от $\max$ свойство, что она определена для произвольного S независимо от того, санкционирован S субъектом σ или нет. Сначала функция $\max^*$ определяется для элементарных субъектов. Если ни один конъюнкт из S (в том числе и сам S) не входит в область субъекта σ, то $\max^*(\sigma, S)$ есть $\overline{A_1}\&\ldots\&\overline{A_n}$ или $\forall x_1\ldots\forall x_n(C_1x_1\&\ldots\&C_rx_r \cup \overline{Ax_1\ldots x_n})$ в зависимости от того, каков вид σ — (6) или (17). В противном случае, т. е. если некоторый конъюнкт из S лежит в области субъекта σ, обозначим через $S'_1\&\ldots\&S'_r$ конъюнкцию всех членов по порядку из S, лежащих в области субъекта σ. Затем определим функцию $\max^*(\sigma, S)$ так же, как ранее определялась $\max(\sigma, S'_1\&\ldots\&S'_r)$. Далее, если σ — объединенный субъект $(\sigma_1 \cup \ldots \cup \sigma_n)$, определим функцию $\max^*(\sigma, S)$ как $\max^*(\sigma_1, S)\&\ldots\&\max^*(\sigma_n, S)$, и если S является выбором, санкционированным σ, то мы можем определить $\max(\sigma, S)$ в точности так же, как $\max^*(\sigma, S)$. В этом случае $\mathrm{comp}(I, S)$ определяется как раньше, и больше на этом можно не останавливаться.

Смысл требования различения для объединенных субъектов состоит в том, что каждая реальная альтернатива, обозначенная по отношению к какому-нибудь *какой*-субъекту в составе объединенного, должна быть отличной от другой реальной альтернативы, обозначенной по отношению к тому же субъекту-ингредиенту. Таким образом, пусть $\sigma'_1, \ldots, \sigma'_r$ — все *какой*-субъекты в σ, предоставляющие по крайней мере одну альтернативу в S (σ— объединенный субъект, S — выбор), и пусть для $1 \leqslant i \leqslant r$ S'_i есть конъюнкция всех предоставляемых субъектом σ'_i конъюнктов в выборе S. Тогда определим просто dist (σ, S) как dist (σ'_1, S'_1) & . . . & dist (σ'_r, S'_r) и т. д. Подобным же путем все введенные нами понятия разумно обобщаются на случай объединенных субъектов.

Пример

Одна из важнейших причин, по которой не хочется ограничивать себя рассмотрением элементарных субъектов, таких, как (6) и (17), состоит в том, что надо научиться задавать *смешанные какой-вопросы* типа того, который содержится на бланке для паспортов в США:

(82) *Я никогда не был(а) женат (замужем)*;

Я первый раз женился (вышла замуж) х-го числа.

Очевидно, что этот вопрос предоставляет бесконечное множество альтернатив: одну — эксплицитно, а остальные — через *какой*-субъект. Используя операцию объединения субъектов, (82) можно записать в виде $?^1\forall$ *((Я никогда не был женат)* $\cup$ *(х — дата // я первый раз женился в день х))*. Прямые ответы на (82) имеют одну из следующих форм: «*Я никогда не был женат & Не существует дня, когда я первый раз женился*», или «*Я первый раз женился в день х & Неверно, что я никогда не был женат & х — единственный день, когда я первый раз женился*», где первый конъюнктивный член в каждой из форм есть выбор, а остальные являются частями требования полноты. Понятно, что в приведенном примере, точно так же, как и для *да-нет*-вопросов, требование полноты избыточно, но в более общем случае уникально-альтернативного смешанного *какой-ли* интеррогатива $?^1\forall((A_1, \ldots, A_n) \cup (x \,//\, Fx))$ это требование вовсе не обязательно будет таковым. Отметим также, насколько различны по своим целям данный интеррогатив и объединение $?^1\forall(A_1, \ldots, A_n) \cup ?^1\forall(x \,//\, Fx)$ уникально-альтернативного *ли*-интеррогатива с уникально-альтернативным *какой*-интеррогативом.

Мы опускаем здесь обсуждение составных субъектов, соответствующих другим булевым или логическим операциям. В каждом случае решение по поводу того, нужно ли применять данную операцию к субъектам или к целым вопросам, зависит от той стадии, на которой мы хотим, чтобы вступили в действие спецификации, содержащиеся в предпосылке, и в особенности спецификация выбора числа и спецификация требования полноты. Мы также не рассматриваем более сложный анализ «абстрактного субъекта», который был бы необходим для признания наших логических конструкций обоснованными.

При адекватном представлении следующего вопроса полезно использовать понятие «объединенная предпосылка», поскольку если выбор — это число пять или меньше пяти, то требование полноты необходимо, а если выбор превосходит число пять, то оно не нужно.

(83) *Если имеется не более пяти пар простых чисел-близнецов, то каковы они, или если их больше, чем пять, то каковы по крайней мере шесть пар таких чисел?*

Будем поэтому говорить, что $(\rho_1 \cup \ldots \cup \rho_n)$ есть *объединенная предпосылка*, если $\rho_1, \ldots, \rho_n$ — элементарные предпосылки, а под $?(\rho_1 \cup \ldots \cup \rho_n)\,\sigma$ будем понимать, как уже говорилось выше в разд. 2.3.1, объединение выражений $?\rho_1\sigma, \ldots, ?\rho_n\sigma$. (Как мы видели, объединенные субъекты нельзя интерпретировать таким образом.)

Пример

Вопрос (83) о простых числах-близнецах можно представить как $?(({}^{5}_{1}\forall\neq) \cup ({}^{-}_{6}{-}\neq))$ $(x,\ y\,//\,x$ *и* y — *простые числа*, и $x+2=y)$. Ответами на него будут те формулы, которые являются ответами либо на $?({}^{5}_{1}\forall\neq)$ $(x, y\,//\,x$ и y — *простые числа, и* $x+2=y)$, либо на $?({}^{-}_{6}{-}\neq)$ $(x, y\,//\,x$ и y — *простые числа, и* $x+2=y)$. Мы опускаем рассмотрение других булевых операций над предпосылками.

2.3.4. Логические операции над вопросами и утверждениями

А. и М. Прайоры [1955], а также некоторые другие логики указали на огромную разницу между *гипотетическими* вопросами типа

(84) *Если бы вам надо было уйти, взяли бы вы с собой*

зонт?
и *условными* (conditional) вопросами типа

(85) *Если вы уходите, вы берете с собой зонт?*

Аналогичное противопоставление существует между гипотетическим

(86) *Если бы у вас был миллион долларов, на что бы вы его потратили?*

и условным вопросом

(87) *Если у вас есть миллион долларов, на что вы его тратите?*

Так как условные вопросы требуют привлечения совершенно новых понятий, то мы временно оставляем их и обсудим отдельно в разд. 2.4. Что же касается гипотетических вопросов, то можно считать, что последние возникают в результате логической операции над утверждением и вопросом (ответами на вопрос).

Союз *если* в гипотетическом вопросе встречается также в самих прямых ответах на вопрос; так, прямые ответы на вопрос (84) таковы: «*Да, если бы я ушел, я бы взял зонт*» и «*Нет, если бы я ушел, я бы не взял зонт*». Аналогично, прямыми ответами на вопрос (86) являются предложения типа «*Если бы у меня был миллион долларов, я бы потратил его на x, y, z и ни на что другое*». Для постановки гипотетических вопросов сослагательное наклонение несущественно — гипотетические вопросы могут строиться и при помощи будущего времени; ср.:

(88) *Если вы получите миллион долларов, на что вы его потратите?*

Этот вопрос может быть вполне воспринят как гипотетический с прямыми ответами. *Если я получу миллион долларов, я потрачу его на x, y, z и ни на что другое.* Но в любом случае материальная импликация нашего формального языка L явно неадекватно передает нужный смысл союза *если* *. Тем не менее, если этим пренебречь, можно попол-

* Один из нас в одной из работ рассмотрел понятие «релевантная импликация», которое могло бы быть здесь использовано [см.: Андерсон

нить наш запас полезными формами интеррогативов, определяя гипотетический интеррогатив как $(P/\supset/I)$ (где P — формула, I — интеррогатив), а прямые ответы на $(P/\supset/I)$ — как формулы вида $P\supset A$ (где A — прямой ответ на I). При таком понимании ответить на гипотетический вопрос означает ответить на его категорную часть при такой-то гипотезе или таком-то условии. Вот и все, что может или должна делать с гипотетическими вопросами эротетическая логика; проблемой поиска, лучшей, чем материальная импликация $\supset$, связки для адекватной передачи смысла союза *если* должна заниматься ассерторическая логика.

Следует заметить, что для этой разновидности вопросов мы не связываем понятие прямого ответа с субъектом и предпосылкой по двум причинам. Во-первых, понятие гипотетического вопроса имеет смысл и тогда, когда задаваемый вопрос относится к любому мыслимому типу вообще, независимо от того, приложимы к нему понятия субъекта и предпосылки или нет, лишь бы для него было определено понятие прямого ответа; причем каждый пригодный для использования интеррогатив должен удовлетворять этому минимальному условию. Во-вторых, если бы кто-то попытался определить понятие предоставляемой альтернативы естественным путем, присоединяя условие P к предоставляемым альтернативам гипотетического интеррогатива I (если таковые определены), то обычный способ применения аппарата требований полноты привел бы к антиинтуитивным результатам. Например, вопрос «*Если бы сегодня был вторник, была бы в продаже говядина или баранина?*» не требует полного списка истинных альтернатив среди $P\supset \Gamma$ и $P\supset Б$ наряду с условием, чтобы остальные альтернативы были ложны, так что ответы на него имели бы вид $(P\supset\Gamma)\ \&$ $\&\ \overline{(P\supset Б)}$. Скорее всего, этот вопрос требует, чтобы полный список истинных альтернатив среди Г и Б был отнесен к условию P, так что ответы на него будут типа $P\supset(\Gamma\&\overline{Б})$. Данное обстоятельство исключительно важно, когда союз *если* представлен материальной импликацией, поскольку

и Белнап, 1975, особенно гл. 5]. Совершенно независимо от этого было опубликовано много работ о сослагательном наклонении, большинство которых содержится в полной библиографии Р. Вулфа по вопросам, связанным с понятием следования. Эта библиография появится во втором томе «Следование» (А. Андерсон, Н. Белнап и Р. Мейер).

$\overline{P \supset Б}$ логически имплицирует истинность P. Однако оно существенно и при других интерпретациях союза *если*.

В то же время для более четких смыслов этого союза может оказаться полезным образование альтернатив посредством логической операции, примененной к утверждению P и субъекту, и результатом которой является новый субъект. В этом случае P, естественно, появляется как часть субъекта, полученного в результате операции, а не как условие на интеррогатив в целом. Подходящим обозначением интеррогатива будет что-то вроде $?\rho(P/\supset/\sigma)$, где под областью субъекта $(P/\supset/\sigma)$ понимается множество формул $P \supset A$ и где A — альтернатива из области субъекта σ Прямые ответы определяются обычным образом через предпосылку и субъект.

По своей эротетической форме гипотетические вопросы близки к вопросам типа «если известно»

(89) *Если известно, что вы уходите, вы берете зонт?*

с ответами «*Да. Я ухожу и беру зонт*» и «*Нет. Я ухожу, но не беру зонта*». Суть *если известно*-вопроса состоит в том, что, как бы мы ни отвечали на него, мы всегда вынуждены подтверждать идущее за словами «если известно» придаточное предложение, и это предложение, следовательно, можно считать входящим в каждый прямой ответ. Самый точный способ спросить (8) — это, бесспорно, задать *если известно*-вопрос:

(90) *Если известно, что Джон привык бить свою теперешнюю жену, имеет ли он жену, которую он привык бить, а теперь прекратил?*

Поскольку *если известно*-вопрос возникает в результате конъюнкции утверждения и прямого ответа, мы предлагаем для него такую запись: $(P/\&/I)$, где P — формула, а I — интеррогатив. В этом случае мы определим прямые ответы на $(P/\&/I)$ как результат конъюнкции P с прямыми ответами на I. Таким образом, если интеррогатив I имеет вид $(Пр/\&/?^1(П, \overline{П}))$, где Пр есть «*Джон привык бить свою жену*», то ответами на него будут две следующие формулы: $Пр \,\&\, П$ и $Пр \,\&\, \overline{П}$. Этот интеррогатив, следовательно, очевидным образом эквивалентен интеррогативу $?^1(Пр \,\&\, П,$

$\text{Пр} \& \overline{\text{П}}$), хотя по своей форме он более прозрачный, нежели последний.

Гипотетические вопросы иначе можно было бы назвать вопросами с «добавленным условием», поскольку ответы на них единообразно порождаются добавлением некоторого условия к заданному множеству прямых ответов. По аналогичным причинам *если известно*-вопросы можно было бы назвать вопросами «с добавленной конъюнкцией». Мы оставляем читателю решить, имеет ли смысл введение вопросов «с добавленной дизъюнкцией» или «с добавленной эквиваленцией», однако вместе с тем предпочитаем наложить запрет на использование вопросов «с добавленным штрихом Шеффера».

2.3.5. Квантификация в вопросах

Вряд ли можно избежать рассмотрения интеррогативов $\forall xI$ и $\exists xI$, где x — свободная переменная в I и тем самым не является вопросительной переменной интеррогатива, и обсуждения вопроса о том, для чего они нужны. Если конъюнкция $I_1 \&. . ., \& I_n$ означает «Отвечай на каждый I_i», то, скорее всего, $\forall xI$ должно означать «Отвечай на I для каждого вхождения x в область интеррогатива». Это похоже на бесконечное задание, за исключением, разумеется, тех случаев, когда область интеррогатива конечна или когда у нас есть конечный способ ответа на I для бесконечного множества переменных x. Как пример последней ситуации рассмотрим интеррогатив $\forall x ?^1 (Px, \overline{Px})$ «Для всякого x x есть P или x есть не P?».

Формула $\overline{Pa} \& \overline{Pb} \& \overline{Pc} \& \forall x (x \neq a \& x \neq b \& x \neq c \supset Px)$, которая означает «$a$, b и c есть не P, а все остальные x есть P», видимо, отвечает на вопрос $?^1 (Px, \overline{Px})$ для каждого x и делает это конечным способом. Ту же идею можно использовать в более общем случае, а именно: пусть I есть интеррогатив со свободной переменной x, тогда определим прямые ответы на $\forall xIx$ как конъюнкцию $A_1a_1 \& . . . \& A_na_n \& \& \forall x (x \neq a_1 \& . . . \& x \neq a_n \supset Bx)$, где A_1x, . . ., A_nx и Bx — все прямые ответы на I. Отметим, что каждый ответ на $?_1^- \forall (x // Px)$ является иначе записанным вариантом ответа на $\forall x ?^1 (Px, \overline{Px})$, но не наоборот.

Чтобы достичь желаемого эротетического эффекта, задавая категорно определенные вопросы типа *Для* *каждого x, который есть C, x есть P или нет?*, нам нужно воспользоваться записью, которая бы ограничивала сферу действия квантора некоторой категорией. Если Cx — категорное условие, будем употреблять обозначение $\forall_{[Cx]}I$. Прямые ответы на этот интеррогатив определяются как $A_1a_1 \& \ldots, \& A_na_n \& \forall x(Cx \supset (x \neq a_1 \& \ \ldots \ \& x \neq a_n \supset Bx))$, где $A_1x, \ldots, A_nx$ и Bx — являются прямыми ответами на I, как и выше, и где, кроме того, каждое a_i относится к именной категории, задаваемой условием Cx. $\forall_{[Cx]}$ $?^1(Px, \overline{Px})$ так же соотносится с $?_1^-\forall(Cx \,//\, Px)$, как $\forall x$ $?^1(Px, \overline{Px})$ с $?_1^-\forall(x \,//\, Px)$.

Еще один случай, при котором квантификация с помощью квантора общности в интеррогативе допускает конечный ответ, возникает тогда, когда область переменной квантификации ограничена конечной категорией. Чтобы ввести в рассмотрение такого рода интеррогативы, в ассерторической логике необходимо иметь заданный грамматикой список *конечных категорных условий* и эффективный способ определения для каждого условия числа имен в его именной области. Такой список может включать условия, имеющие вид $x=a_1 \vee \ldots \vee x=a_n$. Этот список нам нужен для определения семантического понятия интерпретации: предполагаемая интерпретация не должна приписывать значение ни одому элементу реальной области конечного категорного условия, если тот не обозначен некоторым именем из именной области данного условия. Тогда, если Cx — одно из конечных категорных условий, мы можем определить ответы на интеррогатив $\forall_{[Cx]}\ I$ как конъюнкцию $A_1a_1 \ \& \ldots \ \& \ A_na_n$, где a_i пробегает по n именам в именной области условия Cx и где, как и раньше, $A_1x, \ldots, A_nx$ являются прямыми ответами на I. Таким образом, если бы $10<x<20$ было одним из конечных категорных условий и имело бы именную область $\{11, \ldots, 19\}$, а Px было бы *x — простое число*, то интеррогатив $\forall_{[10<x<20]}$ $?^1(Px, \overline{Px})$ был бы одним из способов формального задания вопроса (22).

Что касается интеррогатива $\exists xI$, то мы не нашли, где его можно использовать, и не рассчитывали найти, поскольку сначала нам надо выяснить, где можно применить конечную логическую операцию дизъюнкции интеррогативов, обобщением которой служит данный интеррогатив. В противоположность этому кванторное обобщение объединения было бы полезным. Если дан интеррогатив $\bigcup xI$, где x — свободная переменная в I, то мы определяем прямые ответы на него как Aa, где Ax — прямой ответ на Ix. Следовательно, $\bigcup xI$ соответствует выражению *Ответь мне на I для некоторого x из данной области*. Заметим, что $\bigcup x?^1(Px)$ имеет точно такие же ответы, что и $?^1\ (x\ //\ Px)$. Упомянем вскользь, что категорное ограничение также можно применить к $\bigcup xI$.

Мы оставляем на будущее дальнейшее усовершенствование концептуального аппарата, в том числе анализ понятия «быть ответом на I для некоторого объекта x», который необходим для обоснования законности указанных интеррогативных форм. О других подходах к квантификации см.: Оквист [1965], Вудс [1968] и Хинтикка [1974].

2.4. Релятивизованные вопросы и условные вопросы

Теперь перейдем к проблеме условных вопросов, затронутой в разд. 2.3.4, которая приведет нас к более общему понятию релятивизованных вопросов *. Начнем со следующего замечания. Различие между вопросами (85) и (87), с одной стороны, и гипотетическими вопросами (84) и (86) — с другой, состоит в том, что первые в отличие от вторых не требуют ответов в форме условного утверждения (например, «*если*...»), а скорее требуют ответа, самого по себе неусловного, только если истинно определенное условие. Смысл вопроса (85), как мы его понимаем, заключается в том, что ответ на него требуется лишь в случае, если отвечающий уходит; если же отвечающий не уходит, то, хотя он и может взять на себя труд ответить спрашивающему, делать это от него прямо не требуется.

Одна из причин, по которой трудно строить обобщения из таких примеров, состоит в том, что английский язык не имеет кратких и идиоматических способов выразить в вопросе нужное нам различие, поскольку, как нам кажется, (85) можно было бы принять за обычный гипотетический вопрос $(У/\supset/?^1(З,\ \sim З)$ или даже за элементарный *ли*-вопрос $?^1(\sim У,\ З,\ \sim З)$ с отрицанием условия как дополнительного прямого ответа. Более однозначным выглядит следующий вопрос, который нам представляется эквива-

* См. также работу Н. Белнапа [1972] и ссылки в ней.

лентным (85): «*Если вы уходите, скажите мне, берете ли вы с собой зонт?*» Далее, нам вовсе не очевидно, что на том уровне абстракции, на котором мы ведем свои рассуждения, от условных вопросов будет достаточно большая польза. Однако, поскольку тотчас же после введения параметров, управляющих временем и другими аспектами эротетической ситуации, условные вопросы начинают занимать достойное место среди прочих вопросов и так как с их помощью можно существенно глубже понять некоторые аспекты эротетической логики и, кроме того, им никогда прежде не было дано полностью удовлетворительного описания, скажем по поводу этих вопросов несколько слов.

Самое важное замечание, которое мы должны сделать об интеррогативе, имитирующем условный вопрос,— это то, что он представляет собой объект совершенно иной природы по сравнению с теми, с которыми мы имели дело раньше. Его характеристика требует совершенно новых базовых металингвистических понятий. Для тех интеррогативов, которые мы рассматривали до сих пор, основным неизменно было метаязыковое понятие «*A есть прямой ответ на I*», где *A* — формула, *I* — интеррогатив. Но даже для того, чтобы начать изучение интеррогативов, которые иногда требуют ответов (если условие истинно), а иногда нет (если условие ложно), необходимо ввести другое важное метаязыковое понятие. Не только условные вопросы, которые, подобно *да-нет*-вопросам, обманчивы своей простотой, но и некоторые другие типы вопросов приводят нас к следующей паре основных понятий: *I требует ответа в M* и *A — прямой ответ на I в M*, где *I* — интеррогатив, *M* — интерпретация, а *A* — формула. Ясно, что второе понятие определено, только если *I* требует ответа в *M*. Будем использовать в качестве синонима для выражения *требует ответа* выражение *действующий* (operative) и говорить, что интеррогатив — *недействующий*, если он не требует ответа.

Интеррогативы, для которых определено только не релятивизованное относительно *I* понятие «*A есть прямой ответ на I*», являются *абсолютными*, в то время как *релятивизованные*, или *относительные*, интеррогативы — это те, у которых понятие прямого ответа соотносится с интерпретациями. Мы уже говорили, что для того, чтобы понять, какой вопрос имитирует абсолютный интеррогатив, необходимо знать, что́ считается прямым ответом на него.

Точно так же, чтобы понять, какой вопрос задает относительный интеррогатив, нужно знать а) в какой интерпретации он требует ответа и б) каковы прямые ответы на него в M для тех интерпретаций M, в которых он требует ответа.

Для того чтобы соотнести абсолютный интеррогатив I с новыми понятиями, будем говорить, что введенные новые понятия применяются к нему следующим образом: 1) I требует ответа в *каждой* M и 2) прямые ответы на него в каждой интерпретации M одни и те же, а именно те, что раньше определялись как прямые ответы на I в абсолютном смысле.

Различие между абсолютными и относительными интеррогативами зависит от того, какие метаязыковые понятия им соответствуют. Среди релятивизованных интеррогативов мы, однако, можем выделить *категорические*, которые а) требуют ответа в каждой интерпретации M и б) имеют в каждой M одни и те же ответы. В тех случаях, когда абсолютные вопросы релятивизованы, как выше, они очевидным образом оказываются категорическими, но несомненно, что существуют и другие типы категорических относительных вопросов.

Условные интеррогативы, однако, явно не являются категорическими, так как *не* всегда требуют ответа. Примем соглашение использовать для условного интеррогатива, с *условием* P *и обусловленным* (conditioned) интеррогативом I, запись (P/I). Но что эта запись означает? Из вышесказанного следует, что, для того чтобы определить, какой вопрос имитирует этот интеррогатив, мы должны сказать 1) в каких интерпретациях M он требует ответа и 2) каковы прямые ответы на него для тех M, в которых он требует ответа. Легко видеть, что интеррогатив (P/I) *требует* ответа в M, если и только если P истинно в M и I требует ответа в M. Если дано, что интеррогатив (P/I) требует ответа в M, то будем говорить, что A — *прямой ответ на* (P/I), если и только если A есть прямой ответ на I в M.

Пример

Вопрос (85) формально записывается как (У/?[1] (З, ~З), что видно из его формы, которая призвана задавать «условный *да-нет*-вопрос». Данный вопрос требует ответа только в том случае, когда отвечающий уходит, причем если известно, что отвечающий уходит, ответами на него будут предложения «*Беру зонтик*» и «*Не беру зонтик*». Но если отвечающий не уходит и, следовательно, понятие прямого ответа не определено, то никакого ответа не требуется. Вот и все, что мы можем сказать. Аналогично вопрос (87) требует ответа именно тогда, когда у отвечающего есть миллион долларов; если же известно, что (87) требует ответа, то ответы на этот вопрос будут такими же, что и на вопрос «*На что вы тратите свой миллион долларов?*»

Важной причиной наложения условий на вопросы является необходимость осуществления контроля над ними [Оквист, 1965, 71]: не зная, есть ли истинный прямой ответ на I, мы можем попросить «*Если есть истинный прямой ответ, то, пожалуйста, сообщите его*», тем самым накладывая требование, чтобы I имел истинный прямой ответ в качестве условия на интеррогатив. Например, мы можем осуществить контроль над вопросом (57), спросив *Если это было самоубийство или убийство, то что же это было?*:

$$(91)\ ((\text{С} \,\&\, \overline{\text{У}}) \vee (\bar{\text{С}} \,\&\, \text{У})/?^1\forall(\text{С},\ \text{У}).$$

Предположим, что на самом деле не было ни самоубийства, ни убийства, а был несчастный случай. Тогда задать вопрос (57) значило бы сделать нечто «плохое», т. е. требовать истинного ответа, когда такового нет. Но задать условный вариант (91) этого вопроса вполне допустимо, поскольку в данном случае (91) будет просто недействующим, не требующим ответа вообще.

Особенно полезным указанный прием оказывается в случае интеррогатива типа «выбор Хобсона», т. е. интеррогатива лишь с одним прямым ответом $?^1(A)$: «*Скажи мне, что A*». Допустим, что такая форма интеррогатива бесполезна. Но рассмотрим ее условный вариант $(A?^1(A))$, требующий ответа тогда и только тогда, когда A истинно, а затем спросим про A. Короче говоря, он имеет форму «*Если верно, что A, скажи мне это*», изящество которой можно увидеть из примеров типа «*Если вы не можете отчетливо слышать меня в заднем ряду, скажите мне об этом*».

Условия, возникающие при превращении обычного интеррогатива в обусловленный, можно поместить в один общий класс с теми условиями, которые содержатся в исконно обусловленном интеррогативе. Большинство тех конкретных примеров, которые мы имеем в виду и в которых условие обычно связано с «окружающим миром» или с «разговорной тематикой», являются примерами именно такого рода; и хотя, разумеется, при особом желании можно было бы задать вопрос типа «*Если снег красновато-коричневый, то где радости минувших лет?*», в действительности мы обычно задаем вопросы типа «*Если будет пожар, то где ближайший выход?*» Имеется, кроме того, весьма важный третий тип условных интеррогативов, которые содержат условия, относящиеся вовсе не к темам разговора, а скорее к статусу спрашивающего, отвечающего и к информационной вопросно-ответной ситуации в целом; ср.: «*Если у вас есть время, скажите мне*...; *Если вы считаете, что мне следовало бы знать*...; *Если вы получите это письмо раньше девятнадцатого числа*...»

Многие из таких вопросов, а также некоторые вопросы второго типа более осмысленны, когда в них в качестве эксплицитно выраженного параметра введено время, определяющее, когда должен быть дан ответ; ср.: «*Если будет пожар, то скажите мне, где тогда* (т. е. буквально *в то время*) *будет находиться ближайший выход*».

Уровень абстракции, на котором мы находимся, не позволяет нам, однако, уделить должное внимание этим вопросам.

В нашем распоряжении имеются различные операции, с помощью которых можно из одних интеррогативов конструировать новые релятивизованные интеррогативы. В качестве иллюстрации этого тезиса определим одну логическую и одну булеву операцию. В каждом случае наша задача будет состоять в определении двух метаязыковых понятий, необходимых для каждого из относительных интеррогативов.

Предположим сначала, что интеррогатив I имеет вид $I_1 \& \ldots \& I_n$, где каждый I_i — относительный интеррогатив. Тогда I есть *конъюнкция* этих интеррогативов, и 1) I *требует ответа в* M в том случае, когда по крайней мере один из I_i требует ответа в M; 2) если известно, что I требует ответа в M, то A будет *прямым ответом на* I *в* M, если и только если A имеет вид $A_{i_1} \& \ldots \& A_{i_r}$, где A_{i_k} — прямой ответ в M на интеррогатив I_{i_k}, а $I_{i_1}, \ldots, I_{i_r}$ — полный список всех интеррогативов среди конъюнктивных членов из I, которые требуют прямого ответа в M.

Допустим теперь, что интеррогатив I имеет вид $I_1 \cup \ldots \cup I_n$. Тогда I есть *объединение* этих интеррогативов, и 1) *I требует ответа в M* ровно в том случае, когда по крайней мере один из I_i требует ответа в M; 2) если известно, что I требует ответа в M, то A — *прямой ответ на I в M* тогда и только тогда, когда A есть прямой ответ в M на некоторый интеррогатив I_i.

Рассмотрим только два примера. Интеррогатив

(92) $(A/?^1(A)) \cup (B/?^1(B))$

очень похож на одно-примерный интеррогатив

(93) $?^1(A, B)$,

так как для произвольных C и M формула C будет прямым ответом на (92) в M, если и только если она будет прямым ответом на (93).

Однако если как A, так и B ложны, то (93) также «ложен» (он требует ответа, но не имеет истинных ответов), в то время как (92) не требует никаких ответов. Поэтому (93), строго говоря, более сильный интеррогатив, чем (92).

Далее, оказывается, что интеррогатив

(94) $(A/?^1(A)) \& (B/?^1(B))$

очень похож на интеррогатив (95), исчерпывающий список,

(95) $?\forall(A, B)$,

так как если σ — субъект интеррогатива (95), то формула C в данной интерпретации M является прямым ответом на (94) как раз в том случае, когда $(C \& \max(C, \sigma))$ является прямым ответом на (95). Но (95) имеет ложные ответы, тогда как (94) таковых не имеет.

Наши определения конъюнкции и объединения относительных интеррогативов, а также некоторые определения связанных с ними понятий допускают естественное обобщение на случай «бесконечных конъюнкций и объединений» посредством квантификации в интеррогативах. Эти, а также многие другие проблемы, относящиеся к вопросам этой новой категории, мы здесь не рассматриваем. (Частичное развитие некоторых рассмотренных здесь вопросов см. в работе Белнапа [1972].)

ГЛАВА 3

ЭРОТЕТИЧЕСКАЯ СЕМАНТИКА

По аналогии с М. Журдэном мы с самого начала изложения, конечно, время от времени говорим о семантике: само отношение между вопросом и интеррогативом явно семантическое по своей природе, не говоря уже о влиянии на понятие истины понятия реальной альтернативы и т. д. Причина, по которой мы выделили рассмотрение вопросов, относящихся к эротетической семантике, в отдельную главу, состоит в том, что мы, за редким исключением, не будем опираться на те фрагменты эротетической грамматики, которые были построены в главах 1 и 2. Многие из положений, о которых пойдет речь в настоящей главе, тем самым справедливы для широкого круга (если не для всех вообще) эротетических логик.

Главной задачей эротетической семантики является определение строгих аналогов некоторых утверждений, которые мы высказываем или хотели бы высказать о вопросах и ответах на неформальных языках. В этой главе мы действительно будем в основном заниматься этой задачей первостепенной важности. После формулировки основных понятий эротетической семантики (разд. 3.1) мы предложим ряд семантических понятий, необходимых для каталогизации ответов (разд. 3.2), интеррогативов (разд. 3.3) и некоторый набор семантических понятий, описывающих отношения между интеррогативами (разд. 3.4). Каждый раз мы ставим себе целью дать скорее образец, чем полный обзор всех понятий такого рода.

Мы вынуждены опустить почти все, что касается «релятивизованных» интеррогативов, рассмотренных в разд. 2.4

и ограничиться рассмотрением остальных видов интеррогативов. Если I — некоторый интеррогатив, то под «$d(I)$» в контекстах типа «некоторое $d(I)$...» «каждое $d(I)$...» будет пониматься имя нарицательное, имеющее экстенсионалом множество прямых ответов на I. Мы иногда также используем обозначение «$d(I)$», понимая под ним имя собственное, обозначающее множество прямых ответов на I.

3.1. Основные понятия

Понятие прямого ответа существенно не только для грамматики, но также и для семантики вопросов, поскольку понятие «что значит верно ответить на вопрос» или «что значит для вопроса иметь некоторый истинный прямой ответ» является первым и основным понятием эротетической семантики. Например, каждый знает, что вопрос (8) содержит пресуппозицию, что Джон обычно бил свою жену, но без понятия прямого ответа и понятия о том, что значит верно ответить на вопрос, нелегко продвинуться дальше примеров. Однако если у нас есть отдельно понятие прямого ответа и понятие истинного ответа, то почти тривиальным выглядит утверждение, что пресуппозиция вопроса (8) может быть рассмотрена в одном ряду и единообразно со всеми прочими эротетическими пресуппозициями: каждый вопрос в точности предполагает, что по крайней мере один из прямых ответов на него истинен. (Для относительных вопросов из разд. 2.4 нужно сделать с самого начала оговорку «если вопрос действующий, то...» для того, чтобы не допустить ситуации, при которой относительный вопрос сам содержит пресуппозицию, согласно которой он является действующим.)

Давайте рассмотрим подробно, как все эти понятия работают. Пресуппозиция широко используется в неэротетической логике, особенно в связи с теориями, появлением которых мы обязаны П. Стросону [1954]. Следуя тому, как Стросон на практике применяет слово *пресуппозиция*, употребление предложения A предполагает предложение B, если истинность предложения B является необходимым условием того, чтобы A успешно использовалось для формулировки утверждения, способного быть либо истинным, либо ложным (прим. 6). Так как нас интересуют только обычные употребления предложений, проще сказать, что предложение A само имеет пресуппозицию B и, если угодно, само либо истинно, либо ложно, когда его пресуппозиция B истинна. При таком понимании пресуппозицию следует отличать от логической импликации А. Тарского: *A логически влечет B*, если B является необходимым условием истинности A, тогда как *A предполагает B*, если B является необходимым условием наличия у A истинностного значения. Очевидно, что стросоновское понятие пресуппозиции полезно только для формального представления языка, совершенно не похожего на наш в том отношении, что в нем не все предложения имеют истинностные значения т. е. в котором, как говорит где-то У. Куайн, имеются «истинностные провалы». В качестве иллюстрации этого различия обычно приводится пример «*Нынешний король Франции лысый*», который Стросон анализирует как имеющий истинностный провал, т. е. как имеющий истинностное значение лишь в том случае, если верна его пресуппозиция, гласящая, что сейчас существует единственный французский король; в то же время Б. Рассел разбирает указанный пример как не имеющий провала, т. е. как имеющий всегда истинностное значение, но из которого логически следует существование и единственность короля Франции.

Целью всех этих предварительных замечаний было подчеркнуть, что имеется исключительно важное основное понятие пресуппозиции вопроса, которое необходимо даже при принятой здесь «беспровальной» точке зрения и которое больше похоже на логическую импликацию, чем на стросоновскую пресуппозицию. Будем употреблять термин *пресуппозиция* в модифицированном смысле Стросона так, как это объяснено выше для предложений, однако для вопросов мы резервируем это слово для понятия, которое считаем более важным. Читатель, находящийся под влиянием доктрины Стросона, должен иметь в виду, что у нас нет истинностных провалов и что строящееся ниже понятие пресуппозиции вопроса существенно отлично от обычных понятий пресуппозиции предложения (или пресуппозиции предложения в данном употреблении).

Начнем с некоторых примеров. Вопрос (8) имеет пресуппозицию, что Джон обычно бил свою жену. Вопрос

(96) *Нынешний король Франции лысый?*

содержит пресуппозицию, что в настоящее время существует король Франции. Вопрос

(97) *Какова ширина этого письменного стола?*

имеет пресуппозицию, что ширина есть нечто, чем обладает письменный стол, а вопрос

(98) *Как быстро Джоунз проехал вчера ночью по Мэйн-стрит?*

предполагает, что Джоунз вчера ночью ехал по Мэйн-стрит. Если также задается вопрос

(99) *Сколько костей у льва?*,

то обычно подразумевается, что спрашивающий не знает (истинного) ответа и полагает, что, по всей вероятности, отвечающий либо знает, либо может узнать число костей у льва.

Упомянутое последним отношение радикально отличается от других, т. к. описывает спрашивающего, отвечающего и эмпирический контекст, в котором задается данный вопрос, а не тему вопроса. Такие пресуппозиции или, точнее, импликации назовем «прагматическими», так как они связаны с говорящим, вовлеченным в эротетические ситуации. Прагматические импликации свойственны не самим вопросам, а вопросам, заданным в определенных ситуациях, поэтому точнее (но лишь отчасти справедливо) будет сказать, что задание вопроса q в ситуации C прагматически подразумевает A, если A обычно истинно, когда вопрос q задается в ситуации C. Поскольку, когда задают вопрос (99) в обычной ситуации обращения за некоторой информацией, как правило, истинно, что спрашивающий не знает ответа, мы должны заключить, что незнание спрашивающим количества костей у льва в нормальных ситуациях прагматически влечет уместность задания этого вопроса.

Другие разновидности прагматических импликаций относятся скорее к употреблению интеррогатива в определенных условиях, чем к вопросу, так как они зависят от языкового строения интеррогатива, используемого для имитации вопроса. Казалось бы, можно считать, что интеррогатив (2) задает тот же вопрос, что и интеррогатив «*Не является ли стекло жидкостью при 70°F?*» или интеррогатив «*Стекло — это жидкость при 70°F, не так ли?*», а именно вопрос о том, является или нет стекло жидкостью при 70°F. Однако употребление одного из двух последних интеррогативов в нормальных условиях подразумевает, видимо, что спрашивающий склонен считать, но не уверен, что ответ должен быть «да».

В дальнейшем мы не будем иметь дело с прагматическими импликациями, как со связанными с постановкой вопроса, так и со связанными с употреблением интеррогатива, а будем изучать только пресуппозиции, характерные для других примеров, причем такие, которые относятся и к вопросам, и к интеррогативам и не описывают контекст, в котором совершается акт задания вопроса.

Снова обратимся к примерам. Вопрос (8), говорим мы, имеет пресуппозицию, что Джон обычно бил свою жену; (96) — что в настоящее время существует король Франции; (97) — что ширина есть нечто, чем может обладать письменный стол, а (98) содержит пресуппозицию, что Джоунз прошлой ночью проехал по Мэйн-стрит. Заметим, что эти пресуппозиции, в отличие от тех, что были в примере со львом, никак не описывают спрашивающего, отвечающего и условий, в которых происходит акт задания вопроса. Каждый из этих вопросов имеет одни и те же пресуппозиции, даже если его задают в нестандартных ситуациях, например когда он задается как проверочный вопрос с целью выяснить активность или осведомленность отвечающего, либо если он ставится как риторический вопрос, когда и спрашивающий и отвечающий знают истинный ответ, как часто бывает в зале суда во время судебного заседания. В отличие от прагматических импликаций пресуппозиции не нужно соотносить ни с какими условиями.

Г. Леонард [1957] предлагает различать первичные и вторичные пресуппозиции, так что вопрос (98) имеет в качестве первичной пресуппозицию, что Джоунз прошлой ночью проехал по Мэйн-стрит, а в качестве вторичной — пресуппозицию, что существует такое место, как Мэйн-стрит. Идея такого различения заключается в том, что вторичные пресуппозиции следуют из первичных, тогда как «всякая пресуппозиция, не являющаяся вторичной, называется первичной». Иногда, и даже часто, бывает полезно взглянуть на эту проблему именно с такой точки зрения, чтобы правильно оценить достоинство поставленного вопроса или попытку ответить на данный вопрос, однако лучше все же иметь единую теорию пресуппозиций.

Такую теорию не только возможно, но и легко построить, если имеется понятие прямого ответа на вопрос. Относительно работы Леонарда [1957] отметим, что он определяет пресуппозицию вопроса как «всякое высказывание, истинность которого необходима для обоснованности вопроса». Но что значит сказать, что вопрос «обоснованный»? Коль скоро мы считаем, что, не учитывая ответы на вопрос, невозможно правильно приписать ему свойства, мы почти неизбежно приходим к понятию обоснованности Леонарда, а именно: обоснованный вопрос — это такой, который «имеет правильный ответ». Объединив оба понятия, мы получим наиболее полезное, как нам представляется, понятие пресуппозиции: вопрос q *предполагает* (presupposes) утверждение A, если и только если истинность утверждения A является логически необходимым условием для существования некоторого истинного ответа на вопрос q. Очевидным следствием из такого определения является то, что A есть пресуппозиция вопроса q, если и только если каждый прямой ответ на q логически влечет A. Обычно вопросы имеют много пресуппозиций, но мы тем не менее иногда говорим о «the» (уникальной) пресуппозиции вопроса. В таких случаях следовало бы говорить об условии, которое не только необходимо, но и достаточно для существования истинного прямого ответа, чтобы «the» пресуппозиция вопроса была такой, что по крайней мере один из ответов на него был бы истинен. Более огрубленно вопрос предполагает, что на него можно дать истинный ответ. Мы же, как правило, не используем в этой связи метаязыковое предложение «*По крайней мере один из ответов на вопрос q истинен*», а употребляем вместо него некоторое предложение языка-объекта в пределах того же словаря, в котором формулируется вопрос q, такое, что оно является истинным тогда и только тогда, когда q имеет истинный ответ. Выбор предложения, которое мы называем «пресуппозицией» вопроса q, в этом случае представляет собой смешение семантики и грамматических условий. Для того чтобы отделить семантическую часть от формальной, можно определить понятие «*A выражает пресуппозицию вопроса q*» как «A истинно тогда и только тогда, когда q имеет по крайней мере один истинный ответ», или иначе: «истинность A является необходимым и достаточным условием существования истинного ответа на *q*». Можно также показать, что в большинстве языков из многих *A*, выражающих пресуппозицию вопроса *q*, грамматикой выбирается одно (более или менее) заслуживающее названия «"the" (уникальной) пресуппозиции вопроса *q*».

Рассмотрим вопрос (8) с прямыми ответами «*Джон перестал бить свою жену*» и «*Джон не перестал бить свою жену*», которые мы интерпретируем как не имеющие истинностных провалов и эквивалентные соответственно предложениям «*Джон обычно бил свою жену, а сейчас перестал*» и «*Джон обычно бил свою жену и не перестал*». Очевидно, что по крайней мере одно из этих предложений истинно в том случае, когда истинно предложение «*Джон обычно бил свою жену*», и именно поэтому последнее предложение выражает пресуппозицию вопроса (8) и законно выбирается грамматикой в качестве единственной пресуппозиции этого вопроса. Среди предложений, которые предполагаются этими вопросами, но не выражают его пресуппозицию, отметим предложения «*Джон женат*» и «*Джон обычно бил кого-нибудь*»; они необходимы, но не достаточны для того, чтобы на вопрос (8) можно было дать истинный ответ. Аналогично (27) истинно предполагает, что имеется по крайней мере одно простое число между 10 и 20, в то время как (26) ложно предполагает, что такое число одно, и этого достаточно, чтобы сказать, что (27) имеет истинный ответ, а (26) не имеет. На ум приходят и другие примеры, в том числе вопросы типа собственно *да-нет*-вопроса (2), которые свободны от пресуппозиций в том смысле, что тот факт, что по крайней мере один из ответов на них является истинным, является логической истиной.

С логической точки зрения интеррогатив (8) находится в равном положении с интеррогативом (98), требующим существования истинного ответа вида «*Для некоторого числа n Джоунз ехал прошлой ночью по Мэйн-стрит со скоростью n миль в час*». Разница между этими интеррогативами в том, что форма интеррогатива (8) наводит на неверное предположение, что он употребляется для имитации собственно *да-нет*-вопроса, свободного от реальных пресуппозиций, тогда как для *как быстро*-интеррогатива (98), не скрывающего за внешней формой своих пресуппозиций, нет ничего, что наталкивало бы на похожее предположение. Больше на этой проблеме, известной под неточным названием «обманчивость многих вопросов», мы останавливаться не будем.

Некоторые исследователи проблемы вопросов (Коэн [1929] и Харро [1961], но не Харро [1963]) считают, например, что вопрос, имеющий ложную пресуппозицию, не является вопросом или что интеррогатив с ложной пресуппозицией не выполняет своей функции имитации вопроса. Нам кажется более полезным рассматривать вопросы как с истинными, так и ложными пресуппозициями, точно так же, как мы рассматриваем и истинные, и ложные утверждения. И уж безусловно, мы не хотим исключить из рассмотрения вопросы с существенными пресуппозициями. Следует выбросить из головы мысль о том, что есть что-то «логически ошибочное» в вопросе «*Вы сказали «доблесть» или «ценность»?*» только потому, что является или нет по крайней мере один из ответов на него истинным есть факт реальной действительности. Это было бы аналогично тому, как если бы мы считали утверждение «*Я сказал «доблесть» и я не сказал «ценность»*» «логически ошибочным» лишь на том основании, что его истинность или ложность есть действительный факт (Хиж [1962] делает аналогичное замечание).

Задать вопрос, содержащий пресуппозицию, означает (при нормальных условиях) считать кого-то ответственным за истинность пресуппозиции вопроса и таким образом имплицитно сделать некоторое утверждение. Вопрос передает определенную информацию, причем реальную, а не «метаинформацию». Если вас спросить о том, каково соотношение соды и хлора в обыкновенной столовой соли, или о том, как зовут человека, которого видели с чьей-то женой, вы сможете узнать нечто «о мире». По этой причине очевидно, что юристам следует избегать задавать в суде вопросы, содержащие в качестве пресуппозиций спорные, еще не установленные до конца утверждения, поскольку в этом случае они могут сообщить присяжным информацию незаконными способами.

Задать вопрос с ложной пресуппозицией — это не то же самое, что сказать нечто «бессмысленное»; скорее, это очень напоминает высказывание ложного утверждения. Задав такой вопрос осознанно и злонамеренно, можно оказаться в положении лжеца, но можно задать его неосознанно и подвергнуться благожелательному исправлению, какому подвергается человек, сделавший ложное утверждение. Мы, следовательно, предлагаем называть вопрос «истинным» или «ложным» в зависимости от истинности или ложности его пресуппозиции, т. е. в зависимости от того, имеет он истинный ответ или нет.

То, что мы назвали это предложением, а не сообщением о нормальном употреблении слов, не должно вводить в заблуждение читателя, который, услышав сомнительную фразу «*Верно, является ли Фримен губернатором Миннесоты*» [Хэмблин, 1963], сочтет наше предложение чрезвычайно странным поскольку несомненно, что мы называем вопросы «разумными», «умными», «глупыми» и т. д., не произнося никогда при этом фраз типа «*Глупо, является ли Фримен губернатором Миннесоты*».

Мы вовсе не хотим сказать, что предложение «*Это истинный (ложный) вопрос*» употребляется в языке, а скорее хотим задать его употребление. Если подобное словоупотребление вам кажется малоудачным, то в качестве альтернативы выражениям *истинный — ложный* можно предложить пары *обоснованный — необоснованный*, *имеющий ответ — не имеющий ответа*, *приемлемый — неприемлемый* и *правильный — неправильный*. («Имеющий ответ» означает следующее: вопрос имеет ответ, если и только если он имеет истинный ответ Следует предупредить читателя, что в дальнейшем мы введем понятие «имеющий ответ» совершенно в другом смысле.) Кроме того, можно избежать обращения непосредственно к вопросу, обращаясь всякий раз к его пресуппозиции.

Чтобы не возникло недоразумения, упомянем, что Л. Оквист [1965] также приписывает вопросам значения истины и лжи, но имеет в виду при этом нечто абсолютно иное. Если мы правильно передаем его мысль, то сказать о вопросе, что он истинен, означает не то, что на вопрос можно ответить истинно, а то, что на него следует ответить. Поскольку, по нашему предположению, не требуется отвечать на вопрос, который является ложным в нашем понимании, из истинности в смысле Оквиста следует истинность в нашем смысле, но не наоборот. Из ряда причин, по которым мы рекомендуем наше понимание обсуждаемого термина, а не Оквиста, назовем следующую: наше употребление объединяет «истину» с реальным фактом наличия истинного ответа на вопрос, а не с нормативной проблемой, следует или нет отвечать на данный вопрос.

Вышеизложенная трактовка пресуппозиций вопросов не имеет ничего общего со стросоновскими пресуппозициями, поскольку она имеет смысл для кодификации языка, не содержащего истинностных провалов, в то время как интерпретация Стросона должна такие провалы учитывать. Видимо, эротетическая пресуппозиция так, как она описана выше, является аналогом обычной логической импликации. Допустим, однако, что мы рассматриваем кодификацию языка с истинностными провалами, где A является стросоновской пресуппозицией B, если истинность A необходима для того, чтобы B имело истинное значение. Тогда мы можем определить стросоновскую пресуппозицию для вопросов следующим образом: вопрос q *S-предполагает* A, если и только если истинность A является необходимым условием того, чтобы по крайней мере один прямой ответ на вопрос q имел истинностное значение. Иначе говоря, A есть S-пресуппозиция вопроса q, если и только если A есть стросоновская пресуппозиция каждого ответа на q, тогда как A есть пресуппозиция q в том и только в том случае, если A есть логическое следствие из каждого ответа на вопрос q. Получается, что для вопросов типа «*Нынешний король Франции лысый?*» набор S-пресуппозиций при интерпретации ответов, содержащей истинностные провалы, будет в точности совпадать с набором пресуппозиций, если ответы получают интерпретацию без таких провалов, что, по всей вероятности, совсем неплохо.

Однако этот факт совпадения может также ввести в заблуждение, поскольку, если обращать внимание лишь на такие особые случаи, можно не увидеть фундаментальных различий между обоими понятиями. Чтобы их обнаружить, нам нужен вполне определенный пример вопроса, ответы на который свободны от стросоновских пресуппозиций. Найти такой пример не так просто, поскольку многие предложения естественного языка содержат стросоновские пресуппозиции. Тем не менее о простых экзистенциальных предложениях в их нормальном употреблении говорят, что они не имеют пресуппозиций, поэтому в качестве примера мы можем выбрать что-то вроде вопроса «*Какой из двух указанных объектов существует — единороги или химеры?*» с ответами «*Существуют единороги*» и «*Существуют химеры*». Этот вопрос не содержит стросоновских пресуппозиций, но все же вопрос совершенно явно предполагает, что либо единороги, либо химеры существуют, т. е. что по крайней мере один из ответов на него истинен. Приведенный пример показывает, что было бы неправильно вводить в эротетическую логику стросоновское понятие пресуппозиции для ассерторической логики без каких-либо модификаций, говоря нечто похожее на «употребление интеррогатива предполагает A, если истинность A необходима для того, чтобы интеррогатив мог быть употреблен для формального задания вопроса». Очевидно, что интеррогатив о единорогах — химерах может быть использован для имитации вопроса, имеющего ответ (даже если ответы на него считаются утверждениями, а не предложениями), независимо от того, истинна или нет его пресуппозиция. Разумеется, на поставленный вопрос нельзя ответить истинно, но, несмотря на то что он имеет ложную пресуппозицию, на него, безусловно, можно дать ответ, имеющий истинностное значение.

Имеется разновидность S-пресуппозиции, которую некоторые могли бы предпочесть, а именно: будем говорить, что вопрос q *S^*-предполагает* A в том случае, если истинность A необходима для того, чтобы все прямые ответы на q имели истинностное значение. Тогда вопрос *Кто является лысым — нынешний король Франции или нынешний король Англии?* S^*-предполагает существование французского короля, но S-предполагает существование по крайней мере одного из королей.

Мы построили изложение материала таким образом, чтобы обсуждаемые проблемы имели отношение как к естественным языкам, так и к нашей формальной эротетической логике. Теперь непосредственно перейдем к формальному изложению. Отсюда следует, что мы будем в формальных определениях всегда относить пресуппозиции и другие понятия к интеррогативам, а не к вопросам, оставляя читателю возможность убедиться в том, что привести параллельные определения для вопросов достаточно просто. Мы, однако, продолжим разговор о вопросах в тех местах, где будет дан содержательный комментарий формальных определений.

Можно предположить, что при переходе к рассмотрению *какой*-интеррогативов и с учетом того, что такой интеррогатив способен иметь «реальные ответы» (см. разд. 1.3.4), не означенные ни одним прямым ответом, наша задача в какой-то мере усложнится. В результате интеррогативы типа (76) могут иметь истинный реальный ответ, но не иметь истинного прямого ответа. Такой интеррогатив ставит перед нами проблему, следует ли называть его пресуппозицию истинной или ложной и соответственно следует ли обращаться к реальным или прямым ответам, формулируя понятие пресуппозиции, основанное на понятии истинности ответа.

До некоторой степени проблема решается с помощью введения двух понятий истины (т. е. истинного ответа) и двух понятий пресуппозиции для *какой*-интеррогативов: одного — для «реальных» ответов, а другого — для «номинальных». Пусть A — формула, I — *какой*-интеррогатив, а M — интерпретация. Тогда I — *действительно истинный* (really true) [*действительно ложный*] в M, если и только если какой-нибудь реальный ответ на I истинен в M [каждый реальный ответ на I ложен в M]; I — *номинально истинный* (nominally true) [*номинально ложный*] в M, если и только если какой-нибудь [номинальный] ответ $d(I)$ истинен в M [каждый $d(I)$ ложен в M]. *I реально [номинально] предполагает A*, если и только если формула A истинна в каждой M, в которой I реально [номинально] истинен. *A выражает реальную [номинальную] пресуппозицию интеррогатива I*, если и только если A истинна в тех и только тех интерпретациях, в которых I реально [номинально] истинен. (Напомним, что $d(I)$ есть сокращенная запись выражения *прямой ответ на I*.)

Для *ли*-интеррогативов нам нужно, очевидно, только сказать, что *ли-интеррогатив I истинен* в M тогда и только тогда когда какой-нибудь ответ $d(I)$ истинен в M, и наоборот: *I ложен* в M тогда и только тогда, когда всякий ответ $d(I)$ ложен в M. Кроме того, нам понадобятся понятия *I предполагает A* (*I предполагает A* тогда и только тогда, когда формула A истинна в каждой M, в которой I истинен) и *A выражает пресуппозицию интеррогатива I* (*A выражает пресуппозицию I*, если A истинна в тех и только тех M, в которых истинен I).

В работе Белнапа [1963] истинность (без каких-либо модификаций) для *какой*-интеррогативов отождествлялась с номинальной истиной; аналогично мы поступали с истинностью для пресуппозиций. Однако в соответствии с трактовкой (76) в разд. 1.3.4 и требований полноты в разд. 1.3.2 мы предпочитаем другой путь, а именно: относить понятие истинности и пресуппозиции к реальной истине и реальной пресуппозиции. Будем, следовательно, употреблять без каких-либо дополнительных оговорок понятия «I истинен в M», «I предполагает A» и «A выражает пресуппозицию I» как для *какой*-, так и для *ли*-интеррогативов, имея в виду для *какой*-интеррогативов всегда «реальную» разновидность ответов.

Вообще говоря, нельзя дать гарантию, что будут непременно существовать формулы, которые выражают пресуппозицию данного интеррогатива I, однако в действительности для каждого элементарного интеррогатива такая формула существует. А раз существует одна такая формула, то из обычных логических эквивалентностей следует, что их существует множество; вот почему мы не указываем в данных выше определениях, что A есть «the»-пресуппозиция интеррогатива I. Для некоторых целей, однако, полезно взять пример с естественного языка и, основываясь на определенном грамматическом соглашении, выбрать одну особую формулу pres(I) в качестве пресуппозиции (а не просто выражающей пресуппозицию) интеррогатива I. Способ выбора формулы очевиден для *ли*-интеррогатива: выбирается некоторая удобная дизъюнкция прямых ответов на I, которая по необходимости должна быть истинной, если и только если I имеет хоть один истинный прямой ответ. Осуществить выбор формулы для *какой*-вопросов не так легко, и делать этого мы не будем, а позволим себе продемонстрировать идею выбора неформально на примере, которым мы вполне можем ограничиться. Пусть I есть *какой*-интеррогатив $?\rho(Cx//Fx)$. Тогда пресуппозиция этого интеррогатива будет содержать от одного до трех конъюнктов $P_1\&P_2\&P_3$, причем P_1 всегда присутствует и выражает тот факт, что по крайней мере одно C есть F. P_2 присутствует в составе пресуппозиции только в том случае, когда 1) ρ имеет вид $(^{v}_{u}\forall\ \mathbf{d})$, а не $(^{v}_{u}\text{—}\mathbf{d})$ и 2) v есть целое число, а не «—». И когда P_2 присутствует в пресуппозиции, оно говорит о том, что самое большее число C, которое суть A,— это v. P_3 входит в пресуппозицию только в том случае, если ρ имеет вид $(^{v}_{u}\,\mathrm{c}{\neq})$, а не $(^{v}_{u}\,\mathrm{c}\text{—})$, и когда P_3 присутствует в записи пресуппозиции, то передает, что по крайней мере u C суть F. (Естественно, что наличие в пресуппозиции P_3 делает P_1 избыточным.)

Поскольку формальные детали в данном случае ничего не объясняют, мы их опускаем, предполагая, что формальное описание закончено и что для каждого элементарного интеррогатива I эффективно определена формула pres (I) — «the»-*пресуппозиция интеррогатива* I, которая выражает пресуппозицию I.

Заметим попутно, что, как правило, невозможно для каждого *какой*-интеррогатива I отыскать формулу, выражающую одну *номинальную* пресуппозицию I. В разд. 7.5 работы Белнапа [1963] содержится подробный анализ причин, по которым это не удается сделать, а невозможность найти такую формулу есть одна из причин, по которой мы отождествляли «пресуппозицию» с реальной, а не с номинальной пресуппозицией.

В разд. 1.0 мы перечислили различные стандартные семантические понятия, поддающиеся определению в терминах истины. Здесь мы повторим эти определения, так как они будут играть важную роль в последующем изложении. Нужно отметить, что, поскольку мы приписали (и, на наш взгляд, удачно) значения «истины» и «лжи» интеррогативам, имеет смысл распространить на интеррогативы, как это было сделано для формул, и другие семантические понятия. В самом деле, отчасти именно для того, чтобы это было легко сделать, мы выбрали для пары «истинно — ложно» среди других кандидатов пару «имеющий ответ — не имеющий ответа» и точно в таком же духе теперь объединим общим названием *квазиформулы* как формулы, так и соответствующие им интеррогативы, и будем употреблять буквы X и H соответственно для обозначения квазиформулы и множества квазиформул. Может показаться, что тем самым мы отдаем предпочтение поэту перед философом в диспуте об именах, возникшем в результате сопоставления названия работы К. Хэмблина [1963] «Вопросы не являются утверждениями» с названием поэмы У. Стивенса «Вопрос это утверждение». Однако наша точка зрения, разумеется, находится где-то посередине. Вопрос частично является утверждением, или, как мы будем говорить, интеррогатив имеет «пропозициональное содержание». Именно благодаря своему пропозициональному содержанию интеррогатив может вступать в семантические отношения, которые считают обычно привилегиями одних утверждений.

Все последующие определения вполне общеприняты, за исключением тех, которые распространяют семантические понятия на все квазиформулы, включая интеррогативы. Кроме того, новым оказывается употребление в ряде определений прилагательного *пропозициональный*, которое напоминает нам, что только пропозициональное содержание интеррогатива существенно для установления факта его вхождения в определяемое отношение. Буква M, как обычно, используется для обозначения интерпретаций.

M является H-интерпретацией, если и только если каждая квазиформула в H истинна в M.

X является логически H-истинной, *H-непротиворечивой* или *H-противоречивой* в зависимости от того, истинно ли X во всех, некоторых или не является истинной ни в какой H-интерпретации. Аналогично X и X' *являются H-противоречивыми*, если X и X' одновременно не являются истинными в одной и той же H-интерпретации, а X и X' являются *H-непротиворечивыми*, если X и X' одновременно истинны в некоторой H-интерпретации.

Также будут иметь силу и определения, полученные путем элиминирования во всех приведенных выше и следующих ниже определениях буквы «H».

Квазиформула X' (или множество квазиформул H') *пропозиционально H-влечет* квазиформулу X тогда и только тогда, когда X истинна в каждой H-интерпретации, в которой X' (или каждый элемент множества H') истинна. Если X и X' пропозиционально H-влекут друг друга и, следовательно, истинны в одних и тех же H-интерпретациях, то о них говорится, что они являются *пропозиционально H-эквивалентными.*

В ранних публикациях (например, Белнап [1963]) мы вместо термина «пропозиционально эквивалентные» использовали термин «логически эквивалентные» и то же самое для понятия «влечет», так как термины со словом *логический* почти повсеместно используются неэротетическими («ассерторическими») логиками. Однако такое употребление терминов вынудило нас произносить такие явно странные фразы, как «*Каждый интеррогатив логически эквивалентен своей собственной пресуппозиции*» — I и pres (I) очевидным образом истинны в одних и тех же интерпретациях,— и это приводило к ошибочному заключению, что интеррогатив и его пресуппозиция должны быть взаимозаменимы с точки зрения любой логики, в том числе эротетической. Если же помнить определения самих терминов, то независимо от их использования неправильного понимания не возникает. Но лучше всего по возможности использовать ту терминологию, которая меньше всего вводит в заблуждение. Поэтому мы решили оставить термин «логически эквивалентный» для некоторого понятия эквивалентности, свободного от ограничений, а для обозначения эквивалентности пропозиционального содержания интеррогативов использовать термин «пропозициональная эквивалентность». И совсем не странно звучит, что pres(I) пропозиционально влечет или на самом деле пропозиционально эквивалентна I.

Ввиду того что определитель *пропозиционально* полезен только в том случае, если один из элементов отношения является интеррогативом, будем иногда опускать этот определитель, когда речь идет о формулах, и говорить A *влечет* B или A *эквивалентно* B.

Несмотря на все вышесказанное, читатель может остаться неудовлетворенным самой идеей использования понятия квазиформулы. В этом случае можно во всех приведенных определениях заменить pres(I) — грамматически определенную пресуппозицию интеррогатива I — на сам интеррогатив I, поскольку, разумеется, они оба всегда имеют одну и ту же истинностную оценку, а pres(I) в точности выражает пропозициональное содержание интеррогатива I. Но читатель должен осознать, что, во-первых, такая замена допустима, только если пресуппозиция pres(I) определена так, как она определена для элементарных интеррогативов, во-вторых, что такая замена делает неявным тот факт, что формулируемые ниже понятия и утверждения совершенно независимы от того, обнаружена (или нет) для каждого интеррогатива I пресуппозиция pres(I) с помощью грамматического устройства или же она найдена (либо не найдена) по счастливой случайности, и, наконец, в-третьих, что в любом случае необходимо какое-то понятие, аналогичное понятию «пропозициональное содержание интеррогатива», чтобы семантически оправдать выбор пресуппозиции pres(I).

Множество квазиформул H, с которым мы связываем различные понятия, часто бывает полезно представлять себе как множество аксиом некоторой формальной теории. В приводимых ниже определениях удобнее иногда мыслить H как множество утверждений и интеррогативов, о которых спрашивающий или отвечающий знает, что они верны, или которые он полагает верными. Разумеется, сами определения абсолютно осмысленны независимо от эвристических предпосылок. Скорее всего, смысл самих предпосылок зависит от того, как истолковывается H.

Следует отметить, что, согласно ранее данным определениям, пресуппозиция не только сходна, но и тождественна пропозициональной импликации: I предполагает A, если и только если I пропозиционально влечет A, и, конечно, A выражает the-пресуппозицию I тогда и только тогда, когда A пропозиционально эквивалентна I. В дальнейшем мы позволим себе выражать эти отношения любыми словами, которые сочтем подходящими для данного случая.

Первое, и самое важное следствие из данных пока что определений таково: каждый интеррогатив I, если он имеет пропозициональное содержание, пропозиционально следует из каждого из своих прямых ответов. Действительно, если ответ истинен в M, то тем более истинен в M некоторый ответ $d(I)$; следовательно, некоторый реальный ответ истинен в M, так что I истинно в M. Равносильное утверждение: если $\text{pres}(I)$ определено, то каждый прямой ответ $d(I)$ влечет $\text{pres}(I)$.

Обратимся теперь к задаче применения этих определений для анализа понятий, полезных при оценке или классификации вопросов и ответов. Выражения, которые мы определим, будут полезны каждому, кто хочет выйти за пределы своего непосредственного участия в вопросно-ответной ситуации, для того чтобы осуществить метаязыковой комментарий относительно поведения этих или других выражений в рамках вопросно-ответной ситуации.

В самом деле, нам кажется очевидным, что всякое достаточно высокоразвитое устройство, будь то искусственное или нет, способное задавать вопросы или отвечать на них, должно почти наверняка иметь в своем распоряжении по меньшей мере следующие понятия, которые полезно использовать при формулировке и при анализе полученных замечаний о действии самого устройства. Сначала мы выработаем ряд понятий, применимых к ответам, затем ряд понятий, относящихся к вопросам, и, наконец, построим модель вопросно-ответных отношений.

3.2. Классификация ответов

Прежде всего ответы на интеррогатив можно классифицировать в соответствии с их грубыми семантическими отношениями к интеррогативу, точнее, к его пропозициональному содержанию. Будем говорить, что формула, рассматриваемая как ответ на I, является *H-неинформативной*, если она пропозиционально H-следует из I (или, если угодно, из $\mathrm{pres}(I)$); в противном случае формула называется *H-информативной*. Будем говорить, что такая формула является *H-глупой* (H-foolish), если она *H-противоречива*; в противном случае формула называется *H-возможной*. Мы будем также называть формулу *относительно H-глупой* (relatively H-foolish), если она H-противоречива I, в противном случае формула называется *относительно H-возможной*. (Это различение формул при отсутствии различия в прямых ответах.)

Пример

Пусть I имеет вид

$$(100) \qquad ?^1(A \vee B,\ C \& D),$$

где A, B, C и D не имеют особых свойств или отношений, и пусть F будет также банальной, а в других отношениях произвольной формулой. Тогда формула $(A \vee B) \vee (C \& D) \vee \vee F$ неинформативная и одновременно возможная и относительно возможная, в то время как ее отрицание является как информативной, так и относительно глупой формулой, но не глупой. Формула A сама по себе, как и F, является и возможной, и информативной. Для непротиворечивых интеррогативов верны следующие импликации: из «неинформативный» следует как «возможный», так и «относительно возможный», а из (одновременно) «глупый» и «относительно глупый» следует «информативный»; для противоречивых интеррогативов эти импликации, однако, неверны.

Чтобы достичь менее грубой и более четкой эротетической классификации, следует обратиться к понятию прямого ответа. Основная идея состоит в том, что имеется много утверждений, которые, не являясь прямыми ответами, тем не менее связаны с ними достаточно интересными семантическими отношениями, благодаря чему сами эти утверждения заслуживают того, чтобы их поместить под рубрикой «ответ». Хотя имеется большое число полезных и много проясняющих различий между ответами, здесь мы ограничимся рассмотрением небольшой их части.

Пусть I — интеррогатив, A — формула, а H — множество квазиформул. Будем говорить, что формула A есть

H-ложный ответ на I, если A H-влечет некоторый $d(I)$; *H-совсем полный ответ* (H-just-complete answer), если формула A H-эквивалентна некоторому $d(I)$; *H-частичный ответ*, если A H-следует из некоторого $d(I)$; *H-элиминирующий ответ*, если A H-влечет отрицание некоторого $d(I)$, и *H-квазиэлиминирующий ответ*, если A H-следует из отрицания некоторого $d(I)$.

Примеры

Пусть интеррогатив I снова будет (100). Тогда A и B — полные ответы, поскольку они имплицируют прямой ответ $A \vee B$. $B \vee A$ есть совсем полный ответ, так как он эквивалентен $A \vee B$. C и D — частичные ответы, так как оба следуют из прямого ответа $C \& D$. $\overline{C}$ и $\overline{D}$ — элиминирующие ответы, поскольку из них следует отрицание ответа $C \& D$. Наконец, $\overline{A}$ и $\overline{B}$ — квазиэлиминирующие ответы, так как они следуют из отрицания ответа $A \vee B$. Для искушенного логика достаточно получить полный ответ, хотя, конечно, такой ответ может содержать не имеющую отношения к вопросу информацию. Например, ответ «*Стекло является жидкостью при 70°F и Китай — густонаселенная страна*» является полным.

Для идеального логика (но не для всех прочих логиков) совсем полные ответы взаимозаменимы с прямыми ответами. Напомним читателю, что ему следует подавить соблазн определить понятие прямого ответа так, чтобы *каждый* совсем полный ответ был прямым ответом, поскольку пропозициональная эквивалентность не является эффективно разрешимым отношением; отношение «быть совсем полным ответом» также не является эффективно разрешимым, тогда как отношение «быть прямым ответом» должно быть эффективным (см. разд. 1.3.4). В соответствии с обычными арифметическими допущениями *Стекло есть жидкость при* $(2^6+6)°F$ является совсем полным ответом на (2). Частичные ответы имеют тенденцию обычно указывать на прямой ответ или на ответы, из которых они следуют. Семантическое информационное содержание частичных ответов есть «часть» соответствующего содержания прямого ответа. Предложение «*Ее величество носило изумруды*» — это частичный ответ на (56). Отрицание частичного ответа неизменно дает элиминирующий ответ. Такой ответ исключает возможность включения в актуальный выбор прямого ответа (или ответов), который следует из отрицания данного элиминирующего. Так, предложение «*Ее величество не носило изумрудов*» есть элиминирующий ответ на (56). Отрицанием полного ответа служит квазиэлиминирующий ответ. Точно так же, как частичный ответ имеет тенденцию косвенно указывать на истинность прямого ответа, из которого он следует, квазиэлиминирующий ответ склонен косвенно указывать на ложность прямого ответа, из отрицания которого он следует. *Он не был убит дворецким* — квазиэлиминирующий ответ на (57).

Если теперь обратиться к интеррогативу (100), то очевидно, что $(A \vee B) \& F$, где F — произвольная формула в том же смысле, в котором $T \supset (A \vee B)$ не является полным ответом, есть полный ответ; T здесь некоторая длинная и сложная формула с кванторами, являющаяся логически истинной. Если отвечающий предлагает спрашивающему в качестве ответа формулу $(A \vee B) \& F$, тот *легко* может вывести из нее прямой ответ $A \vee B$, но, для того чтобы получить его из ответа $T \supset (A \vee B)$, ему сначала надо установить, что T является логически истинной формулой, с чем он может и не справиться. Различие между этими случаями реальное, но его нельзя выразить семантически. Мы должны перейти к прагматике (или обратиться к теории доказательств), введя параметр K, обозначающий множество способов вывода. В этом случае, определив полноту относительно множества способов K, получится, что для интересных K формула $(A \vee B) \& F$ будет полным ответом на (100), а $T \supset (A \vee B)$ не будет. Такое решение, возможно, с теоретической точки зрения большого интереса не представляет, однако оно исключительно полезно для практических приложений к искусственным вопросно-ответным системам. Воспользуемся случаем, чтобы сделать замечание о том, что соотнесение со способами вывода применимо и к понятиям, определяемым ниже, в особенности к понятиям «имеет ответ» и «коррекция».

Важной разновидностью одного из приведенных выше определений мы обязаны, по существу, Д. Харро [1961]. Будем говорить, что A есть *H-полный ответ на I в смысле Харро* (Harrah-H-complete answer), если A есть $(H \cup \{I\})$ — полный ответ на I. Смысл этого определения заключается в том, что в обычной ситуации спрашивающий полагает, что его вопрос истинен, и, следовательно, хочет трактовать пропозициональное содержание своего вопроса как часть фонового знания, относительно которого определена полнота ответов. Если интеррогатив I есть (100), то $\bar{C}$ и $\bar{D}$, хотя и не являются полными ответами, будут таковыми в смысле Харро, поскольку вместе с (пропозициональным содержанием) I каждый из них влечет $A \vee B$, т. е. каждый из ответов $\{I\}$ влечет $A \vee B$. (Если по крайней мере один ответ истинен и это не второй, то таковым должен быть первый.) Аналогично *11 — простое число, лежащее между 10 и 20*, есть полный ответ в смысле Харро на вопрос (26), так как вместе с (пропозициональным содержанием) вопроса (26) он пропозиционально влечет необходимое требование полноты. Вообще, если I есть уникально-альтернативный интеррогатив, то каждая альтернатива, предоставляемая его субъектом, есть полный ответ на I в смысле Харро.

Среди частичных ответов те, которые следуют из некоторого H-непротиворечивого $d(I)$, называются *подходящими* (proper) *H-частичными ответами*. Допустим, что кто-то захотел задать «проверочный вопрос» [Харро, 1963, 37], один из ответов на который является противоречивым ответом (ср., например, интеррогатив $?^1 (A \& \bar{A}, B)$). Тогда, поскольку $A \& \bar{A}$ влечет любое утверждение, то частичным ответом на этот интеррогатив можно считать всякое утверждение. Однако лишь следствия из B будут подходящими частичными ответами на данный интеррогатив.

Некоторые частичные ответы малополезны, так как они не H-информативны. Такие ответы не могут свидетельствовать о предпочтении одного прямого ответа другому ввиду того, что они равным образом следуют из всех. Например, С$\vee$У вряд ли полезен при ответе на $?^1$(С, У): *Это было самоубийство или убийство?* М-м, *это было либо то, либо другое*. (Харро предложил называть такой неинформативный частичный ответ *безопасным* (safe).) Очевидно, что полезные частичные ответы должны быть как подходящими, так и информативными. Поэтому будем говорить, что ответ A есть *абсолютно подходящий* (highly proper) *H-частичный ответ*, если A одновременно H-информативный и подходящий H-частичный ответ. Если A — абсолютно подходящий частичный ответ на I, то знать одновременно pres(I) и A — значит знать больше, чем pres(I), но не больше, чем некоторый непротиворечивый ответ $d(I)$: конъюнкция pres(I) и A имеет информационное содержание, в которое, собственно, вкладывается информационное содержание интеррогатива I, а само информационное содержание конъюнкции pres(I) с A вкладывается в информационное содержание некоторого непротиворечивого ответа $d(I)$. По схеме Харро [1963] оплачиваться должны, по сути дела, именно абсолютно подходящие частичные ответы.

Среди элиминирующих ответов на интеррогатив I есть ответы, представляющие особый интерес для эротетической логики, а именно те, которые элиминируют каждый прямой ответ на I. Очевидно, что если такой ответ истинен, то интеррогатив I должен быть номинально ложным, так что ответить с помощью такой истинной формулы означает обвинить спрашивающего в попытке скрыть ложную номинальную пресуппозицию. Если мы так отвечаем, это означает, следовательно, что мы *исправляем* спрашивающего. Тем самым мы приходим к следующему определению: формула A есть *номинальный H-корректирующий ответ на I*, если A имплицирует отрицание каждого $d(I)$. И, проходя знакомый путь от номинальных ответов к реальным, мы также определяем понятие H-корректирующего ответа: формула A есть *H-корректирующий ответ на I*, если I (реально) ложен в каждой интерпретации M, в которой A истинна.

Корректирующий ответ, который исправляет интеррогатив I и этим ограничивается, называется «полностью корректирующим ответом»: формула A есть *полностью H-корректирующий ответ на I*, если A истинна в точности в таких H, в которых I ложен. Иногда грамматика избирает одного представителя полностью корректирующих ответов, который можно считать *стандартной коррекцией I*. Стандартная коррекция интеррогатива (8) — это что-то вроде *Джон никогда не бил свою жену*. В нашем формальном языке мы вслед за Оквистом будем обозначать стандартную коррекцию символом «corr(I)», который для элементарных интеррогативов, по определению, совпадает с $\overline{\text{pres}(I)}$. Corr$(I)$ есть полностью корректирующий ответ на I, поэтому наше определение семантически оправданно.

Обо всех формулах, не являющихся интеррогативами, которые находятся в определенных выше отношениях с интеррогативом I и соотнесены с множеством квазиформул H, будет говориться, что они являются *эротетически H-релевантными относительно* к I. Есть формулы, которые являются эротетически релевантными по отношению к данному интеррогативу, но не являются информативными, и наоборот, имеются другие формулы, которые информативны, но не эротетически релевантны. Попутно заметим, что, по нашим определениям, как противоречивые, так и логически истинные формулы оказываются эротетически релевантными по отношению ко всякому интеррогативу. Эту аналогию следует отнести на счет ортодоксального понятия пропозициональной импликации, которой можно было бы избежать, введя вместо этого понятия понятие «следствие» из работы А. Андерсона, Н. Белнапа [1975]. Во всяком случае, ощущение странности понятия пропозициональной импликации, возможно, в какой-то степени исчезнет, если мы скажем, что, хотя противоречивые и логически истинные формулы эротетически релевантны по отношению ко всякому интеррогативу, первые из них все же глупые, а последние неинформативны (прим. 12).

3.3. Классификация интеррогативов

Теперь перейдем к определению набора семантических понятий для интеррогативов. Первые четыре понятия находятся друг к другу в естественной оппозиции: интеррогатив I называется *H-безопасным* (H-safe), если I (как квазиформула или pres(I), если та определена) является логически H-истинным, т. е. пропозиционально следует из H. В противном случае I называется *H-рискованным* (H-risky). Интеррогатив I называется *H-глупым*, если он H-противоречивый; в противном случае I называется *H-возможным*.

Понятие безопасного интеррогатива было впервые введено Харро. Смысл безопасного интеррогатива состоит в том, что независимо от природы универсума на него можно дать истинный ответ. Собственно *да-нет*-интеррогатив типа (2), имеющий вид $?^1(A, \overline{A})$, всегда безопасен, так как в каждой интерпретации M один из ответов на него должен быть истинным. А несобственный *да-нет*-интеррогатив, имеющий форму $?^1(B\&S, B\&\overline{S})$, хотя и является рискованным, будет H-безопасным, если H содержит B. Уникально-альтернативный интеррогатив $?^1 \forall(Nx//7+5=x)$ — H-безопасный, если H представляет собой набор обычных допущений арифметики, что гарантирует уникально истинный ответ на данный интеррогатив.

Однако задать вопрос $?^1 \forall(Nx//(y)(x>y))$, т. е. «Ка-

ково самое большое число»?, небезопасно. Действительно, хотя данный вопрос возможен в абсолютном смысле, он является H-глупым, если H обозначает арифметику. Интеррогатив (8) одновременно рискованный и возможный, но он был бы H-безопасным, если бы H содержало *Джон бил свою жену*, и H-глупым, если бы H содержало *Джон не бил свою жену*. Вообще интеррогатив I является H-безопасным, если H содержит или пропозиционально влечет pres (I), и является H-глупым, если H содержит или пропозиционально влечет стандартную коррекцию I, т. е. corr (I).

Заметим, что рискованный интеррогатив может оказаться истинным (в главной интерпретации), а возможный — ложным.

Все эти понятия, классифицирующие интеррогативы, имеют важные номинальные варианты, а также варианты для вопросов. Если рассмотреть последние, то обнаружится, что глупо задавать глупый вопрос, поскольку каждый прямой ответ на него ложен. Фактически это наблюдение можно высказать в более сильной форме, принимая во внимание то обстоятельство, что из наших определений следует

Теорема

Задай глупый вопрос, и ты получишь глупый ответ.

Друзья настаивали на том, чтобы мы приписали себе честь обнаружения и доказательства искомой теоремы, видимо *центральной* во всей эротетической семантике. Однако, несмотря на то, что мы чувствительны к комплиментам, научная честность заставляет нас обратить внимание читателя на предвидение одним индийским логиком этого результата.

Во время одного из своих походов Александр Великий захватил в плен десять индийских философов... Так как эти люди ходят абсолютно нагие, их называют гимнософистами. Гимнософисты известны своим умением остроумно и лаконично отвечать на поставленные вопросы. Александр решил испытать пленных, предложив им трудные вопросы, но не сказал о том, что в случае, если ответы на них будут неудачными, пленные будут приговорены к смертной казни... Пятого по счету гимнософиста Александр спросил: «Что раньше — ночь или день?» Философ ответил: «День раньше по крайней мере на день», но, увидев, что Александр не очень удовлетворен таким объяснением, добавил, что не следует удивляться тому, что мудреные вопросы имеют столь же мудреные ответы (см.: П л у т а р х. Сравнительные жизнеописания, т. II. М., 1963, с. 441—442).

Обычно в математической практике теорему называют именем человека, первым высказавшего предположение о ее истинности, в то время как человека, который позже в результате исключительно тяжелого труда получил строгое доказательство этой теоремы, как правило, забывают. Поэтому не очень охотно, но с бодрым настроением мы называем теорему, доказательство которой впервые приводится ниже, «теоремой пятого гимнософиста».

Доказательство

Мы приводим здесь доказательство для интеррогативов. Предположим противное, т. е. что есть глупый интеррогатив I, такой, что некоторый прямой ответ на него, скажем A, не глупый. Тогда ответ A не является противоречивым, так что он истинен в некоторой интерпретации M. Но тогда I имеет истинный ответ, а именно A, в этой интерпретации. Следовательно, I истинен в M, т. е. истинен в некоторой интерпретации, поэтому он не является противоречивым, а тем самым не *глупым*, что противоречит первоначальному предположению. Таким образом, мы должны отбросить предположение о существовании глупого интеррогатива, имеющего хотя бы один неглупый ответ, и т. д.

Конечно, иногда бывает глупо задавать даже истинный вопрос. Следующий пример принадлежит Н. Решеру: хотя (если задана конечность естественного языка во времени) и существует истинный ответ на вопрос «*Каков пример целого числа, имя которому не было, нет и не будет никем дано?*», привести его тем не менее нельзя.

Один выделенный тип глупых интеррогативов называется «тупым»: *интеррогатив I-тупой* (dumb), если он вообще не имеет прямых ответов. Если просмотреть наши определения, то можно обнаружить, что интеррогатив вида ? ($\bar{}_3$ ——) (A, B) тупой в указанном смысле: вопрос *Каковы по крайней мере три истинные формулы среди следующих*: A, B ? не имеет ответов. Тот факт, что наша эротетическая логика допускает такие интеррогативы, может быть истолкован как ее недостаток, однако, как и в случае с формальными неприятностями, возникающими из-за наличия бессодержательной квантификации, легче допустить их, чем заняться столь неприятным делом, как эксплицитное исключение их из логики.

Возможны и другие полезные семантические характеристики интеррогативов и среди них понятие исключающего интеррогатива — исключающего в том смысле, что истинность какого-нибудь одного из его ответов не допускает истинности всех остальных. Будем говорить, что интеррогатив I является *H-исключающим*, если в каждой H-интерпретации существует самое большее один истинный реальный (для *какой*-интеррогативов) или абстрактный (для *ли*-интеррогативов) ответ на I. Тогда уникально-альтернативные *ли-* и *какой*-интеррогативы оказываются, как и следовало ожидать, исключающими; также исключающими являются и задающие полный список альтернатив *ли*-интеррогативы. Никакие другие интеррогативы из тех, что особо упомянуты в разд. 1.3.4, не гарантируют свойство «быть исключающими» лишь одной эротетической формой. Будем, однако, говорить, что два реальных ответа *перестановочно эквивалентны* (permutation equivalent), если последовательностный выбор одного является перестановкой последовательностного выбора другого, а также что *какой*-интеррогатив I является *H-перестановочно-исключающим*, если ни в одной H-интерпретации нет более двух неперестановочно эквивалентных реальных ответов. Тогда различающие исчерпывающие список *какой*-интеррогативы являются перестановочно исключающими, а исчерпывающие список *какой*-интеррогативы необязательно таковы. Тем не менее будем говорить, что два реальных ответа *множественно эквивалентны* (set-equivalent), если у них совпадают множества альтернатив, входящих в их последовательностный выбор, и что *какой*-интеррогатив I является *H-множественно исключающим*, если ни в одной H-интерпретации нет более двух немножественно эквивалентных реальных ответов. В этом случае исчерпывающие список *какой*-вопросы являются множественно исключающими. Далее будем говорить, что интеррогатив I является *номинально H-исключающим*, если в каждой H-интерпретации самое большее один ответ $d(I)$ истинен. Тогда из шести названных форм только уникально-альтернативный *ли*-интеррогатив будет номинально исключающим. Но коль скоро мы будем говорить, что I есть *слабо номинально H-исключающий*, если отдельные

$d(I)$ либо H-логически эквивалентны, либо H-противоречивы (так что если несколько ответов $d(I)$ на слабо номинально H-исключающий интеррогатив истинны, то все они H-логически эквивалентны), то исчерпывающие список *ли*-вопросы оказываются слабо номинально исключающими. Теорема 7.16 из работы Харро [1963] представляет результат, относящийся к слабой исключаемости.

Будем далее говорить, что интеррогатив I является *H-отвечаемым* (answerable by H), где H—множество квазиформул, если H пропозиционально влечет некоторый $d(I)$; в противном случае интеррогатив I называется *H-неотвечаемым* (H-unaswerable). Для этих понятий существуют парные понятия в смысле Харро: I является *H-отвечаемым в смысле Харро*, если $H \cup \{I\}$ пропозиционально влечет некоторый $d(I)$. Но когда мы рассматриваем H как описывающее знание или мнение спрашивающего, а не отвечающего, мы вместо того, чтобы говорить, что I является H-отвечаемым в смысле Харро, можем говорить, что I является *H-риторическим* в том смысле, что он сам на себя отвечает. А вместо того, чтобы говорить об H-неотвечаемости интеррогатива I в смысле Харро, мы можем говорить об I как об *H-неопределенном* (H-moot), или *H-открытом*. В типичной эротетической ситуации можно ожидать, что спрашивающий считает свой интеррогатив неопределенным относительно информации, которой он располагает, но имеющим ответ относительно информации, находящейся в распоряжении у отвечающего. Если спрашивающий ошибается, считая отвечающего способным дать содержательный ответ на его вопрос, тот может ответить *Я не знаю*. Последний ответ, по-видимому, правильнее всего истолковывать как сокращение металингвистического замечания «*Ваш интеррогатив не является отвечаемым посредством набора формул, представляющих имеющуюся в моем распоряжении информацию*».

Хотя обычно нельзя эффективно распознать, является данный интеррогатив риторическим или нет, имеется некоторая разновидность интеррогатива, по одной форме которой можно судить о том, является ли он риторическим. Эта разновидность есть *выбор Хобсона*, т. е. интеррогатив с единственным прямым ответом. Примером такого интеррогатива служит $?\,{}^1(A)$, а также $?\,{}^1(Cx//Fx)$ при условии, что есть только одно имя в номинальной категории, определяемой категорным условием Cx. Не будем доказывать полезность этого вида интеррогатива, заметим только, что он придал строгость понятию, восходящему еще к 1712 г. (см., однако, разд. 2.4).

На противоположном от такого интеррогатива конце шкалы стоит интеррогатив I, на который H не даст ни полного ответа в смысле Харро, ни элиминирующего ответа. В этом случае I мог бы быть вполне назван *гипер-H-неопределенным* (hyper-H-moot) или *H-широко-открытым*, поскольку для такого интеррогатива каждый ответ $d(I)$ представляет собой «актуальный выбор» в том смысле, что ни его истинность, ни его ложность не являются пропозициональными следствиями множества $H \cup \{I\}$. Когда H обозначает мнения спрашивающего, то бывает несколько странной ситуация, если спрашивающий использует для постановки вопроса интеррогатив, не являющийся гипер-H-неопределенным, хотя у него, безусловно, могут быть свои причины совершать столь странные поступки.

Л. Оквист [1965, 56] предлагает называть интеррогатив «нормальным», если ни один из ответов на него не следует из другого. Мы не пользуемся этим понятием, поскольку, по Оквисту, «ненормально» задавать несколькопримерный вопрос типа $? \bar{}_1 (A, B, C)$, уместность которого мы защищаем на том основании, что спрашивающий даст более высокую оценку таким ответам, как $A\&B$, потому, что они содержат больше информации, чем отдельно A или B (см. разд. 1.3.1). Однако идея введения самого понятия представляется интересной. Будем говорить про интеррогатив I, что он *H-независимый*, если ни один $d(I)$ не H-влечет произвольный отличный от него $d(I)$. Более сильным является понятие H-минимальности: интеррогатив I *H-минимальный*, если опущение даже одного его прямого ответа усиливает его пресуппозицию.

Это понятие можно было бы точно определить в терминах понятия различения интеррогативов (см. разд. 2.3.1) или, что эквивалентно, следующим образом: I является H-минимальным, если для каждого ответа A, который есть $d(I)$, существует H-интерпретация M, в которой A — единственный истинный ответ на I, т. е. в которой ответ A истинен, тогда как каждый другой $d(I)$ ложен. Очевидно, что из минимальности следует независимость, но не наоборот. Например, интеррогатив $?^1 (A, \overline{A}, B)$

независимый, но не минимальный, так как нет такой интерпретации M, в которой B был бы единственным истинным ответом.

3.4. Отношения между интеррогативами

Самое важное семантическое отношение между интеррогативами — это, по-видимому, «вложимость», т. е. отношение, которое имеет место между двумя интеррогативами, когда всякий ответ на первый интеррогатив предоставляет — искушенному логику — ответ на второй. Самое простое определение для абсолютных интеррогативов звучит таким образом: I_1 *H-содержит* I_2, если каждый ответ на I_1, т. е. $d(I_1)$, является H-полным ответом на I_2. Поскольку глупые интеррогативы содержат тупые, мы вместо приведенного понятия употребляем выражение *каждый H-непротиворечивый* $d(I_1)$... Заметим, что если множество $d(I_1)$ содержит в теоретико-множественном смысле множество $d(I_2)$, то эротетическое отношение включения направлено в противоположную сторону: I_2 содержит I_1. Например, как бы мы ни ответили на вопрос $?^1\ (A,\ B)$, мы вынужденно имеем ответ и на вопрос $?^1\ (A,\ B,\ C)$, но не наоборот. Если I_2 является H-безопасным, а I_1 нет, то иногда бывает лучше задать интеррогатив I_2 даже в том случае, когда интеррогатив I_1 H-содержит I_2. Но если интеррогатив I H-безопасный, то для идеального логика, знающего H, видимо, разумно считать, что I имитирует вопрос по меньшей мере так же хорошо, как и любой другой интеррогатив, который он H-содержит, при этом должно соблюдаться условие, чтобы единственным мотивом его использования являлось получение того или иного ответа и чтобы ответы на интеррогатив, вложенный в I, не оценивались по-разному. Мы еще вернемся к этому положению через некоторое время.

Имеется важная разновидность «вложимости» в смысле Харро, а именно: I_1 *H-содержит* I_2 *в смысле Харро*, если для формулы A, являющейся $d(I_1)$, A есть H-полный ответ на I_2 в смысле Харро. Идеальный логик, который принимает пресуппозиции интеррогатива I_2, может получить желаемый ответ, задав I_1 вместо I_2, если I_1 содержит I_2 по Харро. Например, интеррогатив $?^1\ (A,\ B)$ содержит интеррогатив $?^1\ \forall(A,\ B)$ в смысле Харро; поэтому если кто-либо принимает ровно одну истинную пресуппозицию последнего интеррогатива, то он может задать вместо него первый из интеррогативов.

Взаимную вложимость можно было бы считать наилучшим кандидатом на понятие «эротетическая эквивалентность» — эквивалентность без всяких ограничений, но взаимной вложимости недостаточно, если считать полезными неноминальные интеррогативы. Так, интеррогативы $?(^{1}_{1}\text{— —})$ (A, B) и $?(^{-}_{1}\text{——})(A, B)$ содержат друг друга, но даже идеальный логик предпочтет последний интеррогатив, если он оценивает информацию в $A \& B$ более высоко, чем в A или чем в B. С другой стороны, если два интеррогатива имеют в точности эквивалентные ответы, то для всех эротетических целей идеального логика они будут взаимозаменимы. Поэтому мы определяем I_1 как *эротетически H-эквивалентный* I_2, если для всякого $d(I_1)$ существует H-эквивалентный $d(I_2)$, а для каждого $d(I_2)$ существует H-эквивалентный $d(I_1)$. Таким образом, если интеррогативы I_1 и I_2 эротетически эквивалентны, ответы на каждый из них могут быть разделены по отношению пропозициональной эквивалентности в точности на те классы эквивалентности, которые интересуют нашего модельного логика.

Версия Харро учитывает пресуппозиции обоих интеррогативов: интеррогатив I_1 *эротетически H-эквивалентен I_2 в смысле Харро*, если и только если I_1 эротетически $(\{I_1, I_2\} \cup H)$-эквивалентен I_2. Можно довольно просто показать, что интеррогативы $?^1(A, B)$ и $?^1\forall(A, B)$ эротетически эквивалентны в смысле Харро.

Полезность понятий вложимости и эквивалентности очевидна, в особенности когда мы рассматриваем, к примеру, операции над вопросами и т. п. Дополним список уже рассмотренных понятий еще тремя, имеющими ту же сферу применения. Во-первых, о последовательности интеррогативов $(I_1, \ldots, I_n)$ говорится, что она является *прямым разбиением интеррогатива* I, если конъюнктивный интеррогатив $I_1 \& \ldots \& I_n$ (см. разд. 2.3.2) эротетически эквивалентен I, и *подпрямым разбиением* (subdirect partition), если конъюнктивный интеррогатив $I_1 \& \ldots \& I_n$ эротетически эквивалентен $\underbrace{I \& \ldots \& I}_{n \text{ раз}}$. Заметим, что последовательность (I, I) является лишь подпрямым разбиением и, вообще говоря, не является прямым разбиением.

Во-вторых, определив в разд. 3.2 смысл выражения «*A эротетически релевантна по отношению к I*», где A — формула, мы можем теперь определить смысл выражения «*I_1 эротетически релевантен по отношению к I_2*», где I_2 — интеррогатив, потребовав для этого, чтобы некоторый ответ $d(I_1)$ был эротетически релевантен по отношению к I_2. Примеры пар интеррогативов типа $?^1(A, \overline{A})$ и $?^1(B, \overline{B})$ показывают, что пропозиционально эквивалентные интеррогативы могут тем не менее не быть эротетически релевантными.

И наконец, мы говорим, что интеррогатив I_1 *H-устраняет* I_2, если каждый ответ $d(I_1)$ является либо H-корректирующим, либо H-полным ответом на интеррогатив I_2. В данном случае получение ответа на I_1 делает ненужным интеррогатив I_2, так как каждый ответ на I_1 либо обеспечивает нас ответом на I_2, либо говорит нам о том, что таковых нет.

Пример

Имеющий два ответа интеррогатив *Это конец данного очерка или будет еще один раздел?* устраняет относительно некоторых очевидных предпосылок интеррогатив *Сколько еще разделов должно быть?*.

ГЛАВА 4

ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Три различные области наших интересов — интеллектуальная, технологическая и социальная — побудили нас вплотную заняться исследованием принципов эротетической логики.

Как можно было ожидать, основным стимулом явилась интеллектуальная область. Интерес к этой области свойствен развивающемуся субъекту, которого долгое время резко осуждали за приверженность к анализу языковых механизмов и к ассерторической логике и которому ставили в пример эротетического логика. Вторым мотивом, побудившим нас заняться эротетической логикой, является насущная необходимость понять природу вопросно-ответного отношения и тем самым обеспечить построение теоретического фундамента для создания новой технологии, существенной для актуальных практических приложений в области обработки информации. Эти приложения, известные под названием «системы управления базой данных», в настоящее время вызывают значительный общественный интерес в связи со своими потенциальными способностями, к примеру, допустить к власти негодное правительство, а также тайно, полуявно и явно вторгаться в личную жизнь человека. Это обстоятельство послужило для нас еще одним, третьим, стимулом к занятиям эротетической логикой, продолжающимся по сей день. Как мы покажем ниже, эта логика может дать нам единственный метод, допускающий полное и законное пользование системами баз данных в социальной среде и дающий некоторую гарантию защиты от незаконного использования таких систем.

Внутренняя интеллектуальная мотивировка не нуждается в дальнейшем уточнении, если читатель готов принять данное выше объяснение. В настоящее время имеется дополнительный стимул для изучения эротетической логики, заключающийся в том, что среди большинства логиков старой школы бытует мнение, что она в своих существенных чертах неинтересна. Мы убеждены в том, что такая точка зрения ошибочна. Наша убежденность в значительной степени покоится на вере, что «презумпция бесплодности» эротетической логики является следствием чрезмерного внимания классиков этой логики к *да-нет*-вопросам. Хотя *да-нет*-вопросы имеют, бесспорно, важное значение, все же они, как мы показали, являются лишь частным случаем гораздо более богатого репертуара возможных интеррогативных форм.

Помимо чисто интеллектуального интереса к эротетической логике как к логике, существует неотложная необходимость понять, как проявляет себя вопросно-ответное отношение в приложениях, связанных с обработкой информации. За последние три десятилетия произошел разительный скачок в развитии промышленных систем обработки информации. Объем капиталовложений в эту отрасль индустрии возрос с 0 до 50 биллионов долларов в год. Недавно проведенные исследования [Долотта и др., 1976] убедительно показывают, что рост капиталовложений будет продолжаться в ближайшем будущем примерно с той же скоростью, и общий объем капиталовложений к 1985 г. достигнет 200 биллионов долларов в год. Приведенная цифра на 15% превышает предполагаемый рост валовой продукции США к этому времени, причем весьма вероятно, что создание промышленных систем обработки информации будет самой крупной отраслью индустрии в течение десятилетия. Рост капиталовложений сопровождается внедрением систем обработки информации, по существу, во все сферы человеческой деятельности — процесс, который тоже не проявляет никаких признаков замедления. Социальные и экономические последствия отмеченных явлений, несомненно, значительные. И разумеется, что глубокое изучение основных принципов построения таких систем весьма желательно. Дело, однако, обстоит таким образом, что понимания этих принципов не достигнуто. Вся обработка информации в некотором смысле представляет собой здание, построенное на песке.

Самая современная технология имеет прочный теоретический фундамент, даже если какие-то периферийные приложения опираются на плохо понятые явления. Вообще говоря, стыковка основной науки с практическими ее приложениями является непосредственной и обоснованной; примерами этому служат физика — прикладная физика, биохимия — медицина. Далее, математика, которая лежит в основании этих фундаментальных, сложных наук, обычно высоко развита и глубоко понята. Большинство этих наук, включая математику, существует уже более ста лет вопреки быстрому развитию в последние годы физических дисциплин. В особенности это касается той части математики, которую используют инженеры. И совершенно противоположная ситуация имеет место в области обработки информации.

Сказанное выше явно не относится к тем аспектам обработки информации, которые связаны с созданием самих технических устройств. Конструирование и создание вычислительных устройств протекает в соответствии с принятой технической программой, несомненно весьма разработанной, но по существу мало чем отличающейся от других современных технических программ. Трудности возникают при создании обеспечения систем, при составлении машинных программ, предназначенных для того, чтобы заставить вычислительное устройство решать определенные задачи. В наши дни программирование на вычислительной машине — это искусство, а не техническая дисциплина, и из-за того, что оно не является наукой, проистекают все беды. Это является следствием отсутствия основной науки, на которой базировалось бы программирование.

Верно, что во многих университетах читаются курсы дисциплин под общим названием «Вычислительная техника и алгоритмы» (Computer science) и расширяются теоретические исследования в областях, на которых эти курсы основаны (прим. 7). Нам нисколько не хотелось бы преуменьшить значение такого рода деятельности, однако мы вынуждены признать, что она все же не удовлетворяет современным требованиям. Существуют три проблемы. Во-первых, слияние имеющихся основных теорий и практики в лучшем случае непрочное, а чаще всего оно вообще не происходит. Такое положение свидетельствует о недостаточной зрелости самой науки и порождает ситуацию, аналогичную той, в которой оказался физик, обученный исчислению предикатов и избранным местам из теории множеств, в то время как все, что ему требуется,— это научиться справляться с нелинейными уравнениями в частных производных.

Вторая проблема состоит в отсутствии общепринятого соглашения относительно принципов подхода к основным задачам. И снова ответственность за это несет незрелое состояние науки. В качестве примера можно привести тот факт, что существует множество способов описания семантики языков программирования, большинство которых было сформулировано за последнее десятилетие [Стил, 1966]. Однако многое еще предстоит сделать в столь важной области, как установление эквивалентности или отсутствия таковой различных методов описания. Эта ситуация подобна той, которая сложилась в 30-е гг. в математике. Существующие научные проблемы открывают новые волнующие перспективы, но едва ли обеспечивают нас прочной платформой, которую можно было бы использовать как основу для построения курса лекций для студентов последнего года обучения и при этом иметь в виду возможные практические приложения данной науки.

Третья проблема заключается в том, что теоретическая база построена лишь частично. В ряде областей нет даже противоборствующих теорий. Очевидно, что до тех пор, пока такое положение не изменится, нельзя построить некоторый синтез теорий, необходимый для установления прочного фундамента для технических исследований в области обработки данных. Мы утверждаем и ниже попытаемся это доказать, что эротетическая логика является важнейшим компонентом отсутствующего теоретического основания.

Основная, и растущая сфера применения обработки информации — это системы управления базами данных [Жардин, 1974]. Больше половины практических исследований в области обработки информации возникает в процессе установки таких систем. Интегральная система управления базой данных — это комплекс вычислительных машин и программ, предназначенных для накопления и хранения постоянной и переменной информации, а также для обеспечения управляемого поиска и модификации запрашиваемых сведений. Эти системы большие и сложные. Следует соблюдать огромную осторожность при проектировании и внедрении таких систем, чтобы можно было дать гарантию, что они будут вести себя так, как запланировано.

Среди основных приложений с использованием интегральной системы управления базой данных находятся вопросно-ответные системы. Вопросно-ответная система позволяет одному или более потребителям задавать вопросы к ее базе данных, в которой хранимая информация представляет собой модель самых разных фрагментов действительности. Предполагается, что система отвечает на эти вопросы. Отсюда очевидна важность ясного понимания вопросно-ответного отношения при конструировании таких систем. Необходимыми компонентами вопросно-ответных систем являются очень сложные машинные программы, дорогостоящие при создании и эксплуатации, и каждое исследование, которое дает возможность проникнуть в суть процесса проектирования таких систем и их управления и в результате которого удается улучшить функционирование и снизить стоимость систем, крайне желательно.

Кроме того, во многих системах вопросно-ответный узел физически отделен от главного вычислительного устройства и, следовательно, требует электронных линий связи с ним, что, как знает каждый пользующийся телефоном, может стоить очень дорого. Эротетическая логика обладает способностью прояснять вопросно-ответное отношение таким образом, чтобы задаваемые вопросы были более эффективными, т. е. чтобы спрашивающий мог получить действительно необходимую ему информацию за меньшее число запросов. Минимизация числа запросов и необходимых ответов на них приводит к более эффективной и тем самым менее дорогой коммуникации.

Мы особо выделяем здесь то обстоятельство, что функционирование вопросно-ответных систем не зависит от решения проблемы перевода естественно-языковых вопросов на некоторый формальный язык. Это чрезвычайно сложная проблема, особенно если иметь в виду, что такой перевод должен выполняться автоматически. Ни одна из существующих в настоящее время вопросно-ответных систем вне стен лабораторий, на практике, не имеет подсистемы перевода. Есть много стилизованных формальных языков, которые в противовес базам данных используются для записи запросов, и часть из них претендует на то, чтобы называться естественными языками, поскольку они используют очень ограниченные словари и усеченный синтаксис естественных языков. Тем не менее эти языки являются, или по крайней мере должны являться по замыслу, строго формальными и имеют точно определенные и недвусмысленные синтаксис и семантику. В такой ситуации эротетическая логика, построенная не на строго формальном языке, адекватно отражает действительность. Мы не отрицаем, что развитие исследований в области перевода с естественного языка на формальный весьма желательно, однако мы не считаем, что оно является существенным звеном в применении эротетической логики в той степени, как мы разрабатываем ее для практических задач анализа вопросно-ответных систем.

Имеющиеся в настоящее время вопросно-ответные информационные языки обычно неудовлетворительны в том отношении, что сложность формулируемых запросов на этих языках, как правило, крайне ограниченна. Обычно увеличение допустимой сложности достигается за счет композиции связок пропозиционального исчисления и соответствующих им операций в алгебре множеств. Использование кванторов в вопросно-ответных системах в лучшем случае спорадическое, а обычно неполное и непоследовательное. Адекватное усовершенствование эротетической логики, как мы полагаем, позволит создать и внедрить информационные вопросно-ответные языки и системы, значительно более мощные и полезные, чем те, что имеются в нашем распоряжении на сегодняшний день.

В результате недавно проведенного исследования было разработано обобщенное архитектоническое описание систем баз данных в области управления, которое дает возможность с вполне приемлемой точностью отметить точки соприкосновения вопросов и других аспектов таких систем [Стил, 1975]. Эта работа раскрывает также природу глубинной ассерторической логики и ряд важных свойств релевантной эротетической логики. Положения, которые были выдвинуты нами в настоящей работе, совместимы с результатами, полученными в области обработки информации. Тот факт, что пропасть, лежащая между формальными теоретическими разработками и практикой ad hoc, как нам кажется, довольно быстро уменьшается, вселяет в нас надежду.

Трудно оценить, какие из вышеуказанных механизмов могут быть потенциально улучшены. Неформальные беседы с экспертами в области проектирования и внедрения систем баз данных и языков запросов дают основание считать, что вполне возможно усилить действие языков запросов и что за счет улучшения действия одного, а весьма вероятно и более, факторов удастся поднять эффективность анализа, обработки и выдачи запросов. Оба указанных действия соединяются мультипликативно, и поэтому мы делаем вывод, что можно потенциально улучшить вопросно-ответные системы за счет одного из четырех факторов. Увеличение эффективности системы непосредственно отражается на экономии денежных средств. Так как сфера использования вопросно-ответных систем обширна, сэкономленные средства могут быть измерены в биллионах долларов.

Прежде чем этот вывод настроит читателя на чересчур оптимистичный лад, отметим, что рост эффективности системы по большей части мог бы произойти благодаря обычной, значительно менее формальной ее настройки и отладки, что характерно для развития большинства систем обработки информации. Дело в том, что, хотя и верно, что программирование на вычислительных машинах скорее искусство, чем наука, высококвалифицированных и знающих программистов очень много. Тем не менее развитие эротетической логики сулит существенно бóльшую выгоду.

Из сведений, относящихся к истории вопроса, мы должны сообщить, что в то время, когда эти исследования только начинались (1961 г.), едва ли можно было предвидеть, сколь широкую сферу возможных приложений будут иметь системы управления базами данных и вместе с ними вопросно-ответные системы. Мы тогда знали просто о некоторых новых интересных экспериментах, которые проводились в различных лабораториях и которые были связаны с использованием компьютеров в качестве вопросно-ответных устройств. В то время никто не представлял себе, какое большое распространение получат в наши дни огромные интегральные системы управления базами данных. Дело, однако, обстояло таким образом, что главным стимулом в развитии таких систем был интерес к проблеме взаимодействия человека и машины, соотношения вопроса и ответа.

Количественный рост и широкое распространение систем баз данных, в особенности тех, которые имеют большое число разбросанных в разных местах и доступных многим пользователям терминалов, породили новую, чудовищно сложную проблему — проблему конфиденциальности (privacy) информации. До сих пор конфиденциальность собранных сведений о человеке обеспечивалась (пусть не столь совершенно, но достаточно эффективно) самим объемом задачи поиска информации, хранящейся в отдаленных и несовместимых друг с другом массивах. С развитием интегральных систем управления базами данных, в которых используются высокоскоростные автоматические вычислительные устройства, становится возможным, а для некоторых целей желательным создавать массивы, содержащие досье на граждан. При этом открывается простор для использования таких массивов во вред людям. Данная проблема сейчас широко дискутируется, хотя обычно плохо освещается. Ее обсуждают на различных общественных форумах, в том числе на собраниях законодательных органов, а сравнительно недавно она была на повестке дня заседания Комитета по охране граждан от посягательств на их личную жизнь (Privacy Protection Study Commission), учрежденного на основании Закона (Public Law) 93-579 от 31 декабря 1974 г. Возможность незаконного использования массивов досье и опасные последствия, которые может повлечь за собой такое использование, были не так давно обоснованы в докладе группы проектировщиков автоматизированных систем баз данных (Project of Computer data-banks) при Национальной академии наук [Вестин, Бэйкер, 1972]. Как мы ниже покажем, развитие эротетической логики может в значительной степени способствовать поиску приемлемых решений указанной проблемы. И снова, если говорить откровенно, этого важного социального мотива не было в числе тех, которые с самого начала побудили нас заняться исследованием эротетической логики. Одно несомненно: в настоящее время он является сильным фактором, поддерживающим наше ощущение необходимости постоянного совершенствования эротетической логики.

Важнейшая проблема, как сохранить в тайне записанные о людях сведения, едва ли является новой. Как мы отметили, именно применение новой техники привело к тому, что решение данной проблемы стало насущной задачей. Развитие технических средств сейчас почти достигло такой стадии, когда собрать и ввести в систему информацию о гражданах становится настолько просто, что при отсутствии необходимых мер предосторожности чуть ли не каждый сможет получить от системы фактически всю записанную в ней информацию о каком-либо человеке. На самом деле последнее утверждение является некоторым преувеличением, поскольку определенные ограничения уже введены и могут быть сохранены; в частности, не обязательно объединять существующие массивы. Тем не менее имеющиеся средства защиты, часть которых вот-вот будет узаконена, обычно неудовлетворительны, потому что имеют тенденцию ограничивать выдачу информации в большей степени, чем это желает потребитель. Например, установленное в соответствии с законом отделение документов, относящихся к общественной безопасности, от документов, относящихся к доходам лиц внутри страны, имеет своей целью воспрепятствовать сотрудникам органов безопасности в получении сведений о подоходном налоге граждан, на что у этих сотрудников нет никаких прав, но при этом налагается также запрет на определенного рода демографические исследования, которые были бы полезны для разнообразных задач, связанных с планированием, и которые бы никак не затрагивали личные права граждан. Все это напоминает ситуацию использования слесарной ножовки там, где больше годился бы скальпель.

Подчеркнем, что конфиденциальность per se — это этическая и юридическая проблема. Определение того, что входит в сферу личной жизни человека, вовсе не есть прерогатива логика или специалиста в области обработки информации, если не учитывать того, что он тоже является заинтересованным гражданином. Что входит в компетенцию такого специалиста — так это совершенствование и объяснение принципов работы технических устройств, которые необходимы для обеспечения неприкосновенности сферы личной жизни человека и доступа к сфере общественной. Мы видим, какую важную роль играет эротетическая логика в развитии таких технических устройств.

Комплекс технических средств обеспечения неприкосновенности сферы личной жизни человека весьма разнообразен [Мартин, 1973]. Он включает в себя криптографическую технику, обеспечивающую безопасность коммуникации человека с системой, средства прикладной психологии, позволяющие выявлять и не допускать к системе ненадежных пользователей, металлургические процессы при конструировании сейфов, защищенных от воровства или неумелого обращения, и т. д. Многие из этих средств имеют прямое отношение к проблеме предупреждения нежелательного доступа к базе данных. Самой сложной здесь, видимо, является задача предотвращения преднамеренного или случайного получения лицом, имеющим для каких-то конкретных целей законный доступ к базе данных, информации, к которой у него допуска нет. Формальная эротетическая логика допускает такой анализ запросов, при котором строго формально устанавливается, что выводимо и что не выводимо из ответов на некоторое множество вопросов. Таким образом, возможно построить алгоритмы, обеспечивающие нас разрешенной законом информацией, которую имеющимися сейчас в нашем распоряжении методами нельзя получить именно по той причине, что эта информация повлекла бы за собой утрату конфиденциальности. Хотя в настоящее время еще точно не ясно, насколько близко усовершенствованная эротетическая логика позволит конструктору системы подойти к идеалу сохранения в полной неприкосновенности сведений, относящихся к сфере личной жизни человека, при отсутствии каких бы то ни было ограничений, касающихся сферы общественной, очевидно, что совершенствование логики необходимо вплоть до максимально возможного.

Мы исследовали практические приложения эротетической логики несколько более глубоко, чем это обычно принято в работах типа нашей, по двум причинам. Во-первых, в ряде случаев выбор методики и системы обозначений, произвольный с чисто логической точки зрения, был сделан с учетом возможных приложений строящейся логики. По всей вероятности, выбор, который, как нам казалось, производился произвольно, был часто подсознательно мотивирован. Во-вторых, в то время как формальный аппарат строится по возможности для бесконечного универсума, каждое конкретное приложение этого аппарата к решению задач, связанных с обработкой информации, основано по необходимости на конечном универсуме (базе данных). В конечном случае многие сложные и нерешенные вопросы, естественно, отпадают, и мы настоятельно рекомендуем читателю, интересующемуся указанными выше практическими приложениями, иметь это в виду. В своем изложении мы в явном виде не решали задачу применения построенного формального аппарата к процессу обработки информации.

СВОДНЫЙ СПИСОК ПРЕДЛОЖЕНИЙ И ФОРМУЛ

(1) *Какова температура замерзания воды по Фаренгейту при нормальных условиях?*
(2) *Является ли стекло жидкостью при температуре 70°F?*
(3) *Стекло является жидкостью при температуре 70°F.*
(4) *Курение табака — это порок, добродетель, причуда, сумасбродство или панацея от всех невзгод?*
(5) $\{A_1, \ldots, A_n\}$.
(6) $(A_1, \ldots, A_n)$.
(7) $?\rho\ (A_1, \ldots, A_n)$.
(8) *Перестал Джон бить свою жену?*
(9) *Какое натуральное число является наименьшим простым, большим чем 45?*
(10) *x является наименьшим простым числом, большим чем 45.*
(11) *x — натуральное число.*
(12) *Какие из мальчиков являются братьями каких девочек?*
(13) *x является братом y.*
(14) *x является мальчиком, а y является девочкой.*
(15) *Каково решение уравнения* $a+x=b$?
(16) $\langle X, g, Ax_1 \ldots x_n\rangle$.
(17) $(C_1x_1, \ldots, C_rx_r, x_{r+1}, \ldots, x_n \mathbin{//} Ax_1 \ldots x_n)$.
(18) $?\rho(C_1x_1, \ldots, C_rx_r, x_{r+1}, \ldots, x_n \mathbin{//} Ax_1 \ldots x_n)$.
(19) $?\rho(x_1, \ldots, x_n \mathbin{//} Ax_1 \ldots x_n)$.
(20) *Каково значение положительного квадратного корня из* π?
(21) $x>0 \& \exists y$ (y — *целое число* $\& x=y\times 10^{-5}) \mathbin{//} x^2\leqslant\pi<(x+$ $+10^{-5})^2$.
(22) *Какие простые числа лежат между 10 и 20?*
(23) (*x — целое число*//*x — простое число между 10 и 20*)

(24) *13 — единственное простое число, лежащее между 10 и 20.*

(25) *13 и 17 — единственные простые числа, лежащие между 10 и 20.*

(26) *Какое простое число лежит между 10 и 20?*

(27) *Каков пример простого числа, лежащего между 10 и 20?*

(28) *Каковы некоторые из простых чисел, лежащие между 10 и 20?*

(29) *Какие простые числа лежат между 10 и 20 или таких чисел нет?*

(29′) *Каковы температуры замерзания воды по Фаренгейту при нормальных условиях?*

(30) $S \& C \& D$, $S \& C$, $S \& D$, S.

(31) $S_1 \& \ldots \& S_p$.

(32) $\{S_1, \ldots, S_p\}$.

(33) $(S_1 \& \ldots \& S_p) \& C \& D$.

(34) $(\boldsymbol{s}\ \boldsymbol{c}\ \boldsymbol{d})$.

(35) $?\ (\boldsymbol{s}\ \boldsymbol{c}\ \boldsymbol{d})\sigma$.

(36) $({}^{u}_{\vee}\boldsymbol{c}\boldsymbol{d})$.

(37) $?({}^{u}_{\vee}\boldsymbol{c}\boldsymbol{d})\sigma$.

(38) *Вы сказали «доблесть» или «ценность»?*

(39) *Я сказал «доблесть».*

(40) *Я сказал «ценность».*

(41) *Я сказал «доблесть», и я не сказал «ценность».*

(42) *11, 13 и 17.*

(43) *(11 — простое число между 10 и 20) & (13 — простое число между 10 и 20) & (17 — простое число между 10 и 20).*

(44) $S \& f(\sigma, S) \& D$ или $S \& f(\sigma, S)$.

(45) $S \& \max(\sigma, S) \& D$ или $S \& \max(\sigma, S)$.

(46) $\overline{B_1} \& \ldots \& \overline{B_r}$.

(47) *Баранина, говядина, телятина или свинина сегодня в продаже?*

(48) (Б, Г, Т, С).

(49) $Aa_{1_1} \ldots a_{1_n} \& \ldots \& Aa_{p_1} \ldots a_{p_n}$.

(50) $\forall x_1 \ldots \forall x_n [C_1 x_1 \& \ldots \& C_r x_r \supset [Ax_1 \ldots x_n \supset$ $\supset [(x_{1,n} = a_{1_{1,n}}) \vee \ldots \vee (x_{1,n} = a_{p_{1,n}})]]]$.

(51) $(x$ — *целое число*$//P(x))$.

(52) $\forall x\ [x$ — *целое число* $\supset [P(x) \supset [(x=11) \vee (x=13) \vee (x= =17)]]]$.

(53) $?(\boldsymbol{s} - \boldsymbol{d})\sigma$.

(54) $?(\boldsymbol{s} \forall \boldsymbol{d})\sigma$.

(55) *Как вы полагаете, с какого места лучше всего начать поиски пропавшей шляпной булавки — с кухни, кладовой или с винного погреба?*

(56) *Ваше превосходительство носило изумрудное ожерелье, бриллиантовый браслет или и то, и другое?*

(57) *Это было самоубийство или убийство?*

(58) *Каков по крайней мере один пример истинного утверждения среди следующих: дворецкий что-то скрывает; служанка наверху знает больше, чем говорит; стоит еще раз расспросить садовника?*

(59) *Кто были обвинители Катилины?*

(60) $?(^{-}_{1}\forall \boldsymbol{d})$ (*x — человек // x — обвинитель Катилины*).

(61) *Цицерон и Туллий.*

(62) *2, 3, 5, 7 и VII.*

(63) *Каковы по крайней мере пять примеров простых чисел?*

(64) $?(^{-}_{5}\text{—}\boldsymbol{d})$ (*x — целое число//x — простое число*).

(65) $\&_{(1 \leqslant i < j \leqslant p)} \bigvee_{(1 \leqslant k \leqslant n)} (a_{i_k} \neq a_{j_k})$.

(66) *Цицерон — обвинитель Катилины & Туллий — обвинитель Катилины.*

(67) $?(\boldsymbol{sc}\text{—})\sigma$.

(68) $?(\boldsymbol{sc}\neq)\sigma$.

(69) $?(^{-}_{1}\forall\neq)$ (*x — человек//x — обвинитель Катилины*).

(70) *Каковы квадратные корни из 1/4?*

(71) $?(^{-}_{1}\forall\neq)$ (*x — рациональное число*//$x^2 = {}^1/_4$).

(72) $((+{}^1/_2)^2 = +{}^1/_4)\ \&\ ((+{}^2/_4)^2 = +{}^1/_4)\ \&\ ((-{}^1/_2)^2 = +{}^1/_4)$.

(73) $?(^{1}_{1}\text{— —})$ $(x//Fx)$.

(74) $?$ $(^{1}_{1}\text{— —})$ $(Cx//Fx)$.

(75) $?$ $(^{-}_{1}\text{— —})$ $(x//Fx)$.

(76) *Какие числа являются простыми?*

(77) *Какого цвета Том?*

(78) $\mathrm{des}\,(Hx//b)$.

(79) $\forall x\,(Ax \supset (Bx \equiv (Cx \vee Dx)))$.

(80) x (*Ни одно Ax не есть Bx, за исключением* C_1x *или ... или* C_nx).

(81) $?^1$ Why $(x//Bx,\ c)$.

(82) *Я никогда не был (а) женат (замужем);*
Я первый раз женился (вышла замуж) x-го числа.

(83) *Если имеется не более пяти пар простых чисел-близнецов, то каковы они, или если их больше, чем пять, то каковы по крайней мере шесть пар таких чисел?*

(84) *Если бы вам надо было уйти, взяли бы вы с собой зонт?*

(85) *Если вы уходите, вы берете с собой зонт?*

(86) *Если бы у вас был миллион долларов, на что бы вы его потратили?*

(87) *Если у вас есть миллион долларов, на что вы его тратите?*

(88) *Если вы получите миллион долларов, на что вы его потратите?*

(89) *Если известно, что вы уходите, вы берете зонт?*

(90) *Если известно, что Джон привык бить свою теперешнюю жену, имеет ли он жену, которую он привык бить, а теперь прекратил?*

(91) $((\text{С} \,\&\, \overline{\text{У}}) \vee (\overline{\text{С}} \,\&\, \text{У})/?^1\, \forall(\text{С},\ \text{У}))$.

(92) $(A/?^1(A)) \cup (B/?^1(B))$.

(93) $?^1(A,\ B)$.

(94) $(A/?^1(A))\ \&\ (B/?^1(B))$.

(95) $?\ \forall(A,\ B)$.

(96) *Нынешний король Франции лысый?*

(97) *Какова ширина этого письменного стола?*

(98) *Как быстро Джоунз проехал вчера ночью по Мэйн-стрит?*

(99) *Сколько костей у льва?*

(100) $?^1(A \vee B,\ C \,\&\, D)$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ РАБОТ ПО ТЕОРИИ ВОПРОСОВ И ОТВЕТОВ (СОСТАВИТЕЛИ У. ЭГЛИ И Х. ШЛЕЙХЕРТ)*

Вводные замечания. Настоящая библиография состоит из четырех разделов: А. Логика и философия языка. Б. Лингвистика. В. Автоматизированные системы типа «вопрос — ответ». Г. Психология и педагогика. Почти все ссылки в тексте книги относятся к работам из разд. А, за исключением тех, что содержатся в гл. 4,— они относятся к разд. В.

Подготовка библиографического указателя логических, лингвистических и других работ по вопросам и ответам была начата каждым из нас независимо от другого несколько лет назад. Позднее, летом 1975 г., мы решили объединить свои усилия, в результате чего появился данный указатель. Мы стремились как можно полнее представить работы по интересующим нас проблемам, в особенности относящиеся к философской и логической трактовке проблемы вопросов и ответов, однако мы отдаем себе отчет в том, что в указатель попали далеко не все имеющиеся публикации по данной теме. Поскольку мы намерены и в дальнейшем пополнять библиографию за счет новых публикаций, мы готовы каждому, кто пришлет нам оттиски статей по данной тематике или поможет каким-либо иным способом, выслать самый последний вариант указателя. Предварительный вариант этого библиографического указателя был напечатан в журнале «Linguistische Berichte» (1976, № 41, р. 105—128).

---

* Звездочками отмечены некоторые работы зарубежных и советских авторов, добавленные при подготовке перевода.— *Прим. ред.*

Ряд книг и статей сопровождается краткой аннотацией или рефератом. Выбор наименований работ, подвергшихся аннотированию, ни в малейшей степени не отражает каких-либо теоретических взглядов составителей. Аннотации приводятся в тех случаях, когда они имелись в работе самого автора или когда у нас было достаточно времени, чтобы написать их. Поэтому наличие или отсутствие аннотаций при наименовании публикации ровным счетом ничего не говорит о ее качестве; по большей части это факт случайный.

Список сокращений

ACM Association for Computing Machinery
AFIPS American Federation of Information Processing Societies
Comm. Communications of the
J. Journal of (the)
JSL Journal of symbolic logic
Phil. Philosophy
Proc. Proceedings of the

А. Логика и философия языка

A j d u k i e w i c z K. Analiza semantyczna zdania pytainego. *Ruch filozoficzny*, 1926, **10**, 194—195.

— Logiczne podstawy nauczania, Warszawa, 1934.

— Pragmatic logic. Reidel, Dordrecht, Netherlands, 1974.

Гл. 6. Вопросы и интеррогативные предложения.

*— Interrogative Sentences. In: A j d u k i e w i c z K. The Scientific World-perspective and other essays 1931—1963, Dordrecht, 1978, 155—164.

A n d e r s o n A. R., B e l n a p N. D. Entailment: the logic of relevance and necessity, vol. 1, Princeton, 1975, 542 p.

Этот отрывок приведен в книге, но прямого отношения к вопросам он не имеет.

A p o s t e l L. A proposal in the analysis of questions. *Logique et analyse*, 1969, **12**, 376—381.

Если X спрашивает у Y, верно ли p, то предполагается следующее: 1) X не знает, верно p или верно *не-p*; 2) X полагает, что Y должен знать, верно ли p; 3) X полагает, что адресат Y должен утверждать p (соответственно *не-p*); 4) X думает, что Y может это сделать. С помощью этих модальных выражений автор строит понятие пресуппозиции вопроса.

Аристотель. Об истолковании. 20 в. М. Соч., т. 2, 1978.

— Топика. 103 b, 104a, 155b — 158a, там же.

Åquist L. A new approach to the logical theory of interrogatives. Almqvist & Wiksell, Uppsala, 1965, 174 p. См. также новая публикация: A new approach to the logical theory of interrogatives: analysis and formalization. Tübinger Beiträge zur Linguistik, 65. Verlag Günter Narr, Tübingen, 1975.

Содержание: Введение. Логическая структура. Вопросы и их классификация. Вопросы, формализуемые в рамках PIE. Вопросы, формализуемые в рамках QIE. Пресуппозиция интеррогатива и истинность. Проблема прямых ответов (PIE — пропозициональная императивно-эпистемическая логика. QIE — кванторная императивно-эпистемическая логика).

Рецензии: 1) Hamblin C. L. *Australasian j. phil*, **44**, 1966, 385—390; 2) Harrah D. *JSL*., 1967, **32**, 403—404.

— Semantic and pragmatic characterizability of linguistic usage. *Synthese*, 1967, **17**, 281—291.

— Scattered topics in interrogative logic. In: Davis, Hockney, Wilson (eds.), Philosophical logic, 2-nd ed., Reidel. Dordrecht, Netherlands 1969, 114—121.

— Revised foundations for imperative epistemic and interrogative logic. *Theoria*, 1971, **37**, 33—73.

— On the analysis and logic of questions. In: Olson R. E., Paul A. M. (eds.). Contemporary philosophy in Scandinavia. J. Hopkins University Press, Baltimore and London, 1972, 27—39.

Bastian H. Theologie der Frage. Munich, 1969.

Bell M. Questioning. *Philosophical Quarterly*, 1975, **25**, 193—212.

B e l n a p N. D., Jr. An analysis of questions; preliminary report. Technical memorandum 7 1287 1000/00, System Development Corp., Santa Monica, Calif., 1963, 160 p.

Рецензии: 1) H a m b l i n C. L. *Australasian j. phil*, **42**, 1964, 146—151; 2) H a r r a h D. *JSL*, 1972, **37**, 420—421.

— Questions, answers, and presuppositions. *J. phil.*, 1966, **63**, 609—611.

Обсуждение статьи С. Бромберджера [1966a]. Предлагается синтаксическая формулировка данного Бромберджером толкования ответа на вопрос «*Почему t есть B?*». Ответ должен состоять из следующих четырех частей: 1) «аномального закона» типа *Ни одно A не является B, за исключением* C_1 *и* C_2; 2) эксплицитной формулировки требуемых экстрасинтаксических условий, накладываемых на аномальные законы; 3) предложения *t есть A*; 4) объяснения, почему *t* есть C_1 (соответственно *t* есть C_2).

Рецензия: C r e s s w e l l M. J. *JSL*, 1968, **33**, 310.

— Åqvist's corrections-accumulating question sequences. In: D a v i s, H o c k n e y, W i l s o n (eds.). Philosophical logic, 2-d ed. Reidel. Dordrecht, Netherlands, 1969a, 122—134.

— Questions, their presuppositions and how they can fail to arise. In: L a m b e r t K. (ed.). The logical way of doing things, Yale University Press, New Haven, 1969b, 23—37.

Вопрос *Q* предполагает предложение *B*, если и только если истинность предложения *B* является логически необходимым условием для существования некоторого истинного ответа на вопрос *Q*, т. е. если и только если каждый истинный ответ на вопрос *Q* логически влечет предложение *B*. Вопрос «*Перестал бить Джон свою жену?*» предполагает, что Джон бил свою жену. Вопрос «*Нынешний король Франции лысый?*» предполагает, что сейчас существует король Франции. Большинство вопросов имеет несколько пресуппозиций, но многие вопросы не имеют сколько-нибудь интересных пресуппозиций; ср.: «*Существуют ли единороги?*» Такие вопросы называются «безопасными», все остальные — «рискованными». Обычно задающий вопрос отвечает за истинность пресуппозиции. Поэтому вопросы часто служат для передачи информации, например: «*Вы знаете, кого целовала ваша жена?*» Определение пресуппозиции во второй из вышеуказанных формулировок не зависит от того, как интерпретируются примеры — по Расселу или по Стросону. Вопрос Q релевантен относительно множества вопросов P, относящихся к множеству предложений S, если и только если ответ (положительный или отрицательный) имплицирует (вместе с S) некоторый ответ на некоторый элемент множества P.

— S-P interrogatives. *J. philosophical logic*, 1972, **1**, 331—346.

Bolzano B. Wissenschaftslehre. Scientia Verlag, Aalen, W. Germany, 1970 (1-st ed. 1837).

Вопросы рассматриваются в § 145 и 163.

Bromberger S. Questions. *J. phil.*, 1966a, **63**, 597—606.

Рецензия: Cresswell M. J. *JSL*, 1968, 33, 310.

— Why-questions. In: Colodny R. (ed.). Mind and cosmos. Pittsburg University Press, Pittsburg. 1966b, 86—111. См. также: Brody B. A. (ed.). Readings in the philosophy of science. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1966 b, 66—87.

Обсуждение этой работы см. в: Теллер П. [1974].

Bunge M. Scientific research I. Springer, Berlin, 1967.

Гл. 4.2 (с. 170—183) посвящена вопросам.

Cackowski Z. Problemy i pseudoproblemy. Warszawa, 1966.

Carnap R. Scheinprobleme in der Philosophie, Suhrkamp, Frankfurt, 1966 (1-st ed. 1928).

— Die logische Syntax der Sprache. Springer, Vienna, 1934. Английское издание: The logical syntax of language. R. and K. Paul, London, 1967.

Замечания по поводу вопросов содержатся в § 76, последние два раздела.

Castelli E. (ed.). Il problema della domanda. Archivio di Filosofia, CEDAM, Padua, Italy, 1968.

Содержание: Э. Кастелли. Предпосылка; Э. Пачи. Вопрос, ответ и значение; Дж. Семерари. О построении вопроса; В. Соменци. Абсурдный вопрос — может ли мозг мыслить; Дж. Калоджеро. Вокруг проблемы «вопроса»; Э. Агацци. Логика и вопрос; М. Ленг. Умение задавать вопросы; Дж. Деросси. Структура вопроса; М. Оливетти. Критическая настойчивость в онтологическом вопросе; С. Пиро. Вопрос шизофреника; М. Оливетти. Вопрос о будущем христианства; А. Кортезе. Вопрос о Кьеркегоре.

Church A. Introduction to mathematical logic, vol. 1. Princeton University Press, Princeton, 1956, 378 p. (русский перевод: Черч А. Введение в математическую логику, т. 1. М., 1960).

Cohen F. S. What is a question. *The monist*, 1929, **39**, 350—364.

Collingwood R. G. An autobiography. Oxford University Press, Oxford,)3).

Имеется глава о вопросах и ответах.

— An essay on metaphysics. Oxford University Press, Oxford, 1940.

Cresswell M. J. On the logic of incomplete answers. *JSL*, 1965a, **30**, 65—68.

Пусть **Si** $p\,(Qb)\,A\,(b)$ означает «p — неполный ответ на вопрос «Какие b являются A?». Пусть f — переменная для функций от пропозициональных аргументов типа «неверно что..., логически возможно, что ...» и т. п. Тогда понятие неполного ответа можно определить как **Si**$p\,(Qb)A\,(b) =$ (по определению) $p \,\&\, (f)(((b)fA\,(b) \,\&\, (q)\,(r)((fq \,\&\, fr) \supset f\,(q \,\&\, r))) \supset$ $\supset fp)$. Опираясь на данное определение, можно доказать, что 1) каждое истинное утверждение $A\,(b)$ является неполным ответом; 2) конъюнкция любых двух ответов на вопрос сама является ответом на этот вопрос. Однако **Si**-

ответ иногда может быть полным. См. также: Крессвел М. [1965b] и Кубиньский Т. [1967].

Рецензия: Stahl G. *JSL*, 1966, **31**, 498.

— The logic of interrogatives. In: Crossley J., Dummett M. (eds.). Formal systems and recursive functions. North-Holland, Amsterdam, 1965b, 8—11.

Описан способ определения в некоторой модальной системе понятия «Spd», означающего «p — ответ на d?» Для S верны следующие соотношения: 1) $(Spd \& Sqd) \supset \supset (p=q)$; 2) $(\exists p)Spd$ (каждый вопрос имеет ответ); 3) $Spd \supset p$; 4) $\Box(p \equiv q) \& Spd \supset Sqd$ (здесь «$\Box$» — модальный оператор необходимости). Тождество двух вопросов d и e определяется как $(p)\Box(Spd \equiv Spe)$. Пусть «(*Q*b) A(b)?» означает «Для каких b имеет место A?»; ответом на этот вопрос является истинная конъюнкция всех $A(b_i)$ или $\sim A(b_i)$ для каждого b_i. Построено формальное уточнение этого понятия.

Рецензия: Stahl G. *JSL*, 1966, **31**, 668.

Fair F. K. The logic of some *which-* and *whether*-questions. Ph. D. diss., University of Georgia. University Microfilms, Ann Arbor, Mich., 1972 (1-st ed. 1971).

— The fallacy of many questions; or, how to stop beating your wife. *Southwestern J. phil.*, 1973, **4**, 89—92.

Finkeldei H.-J. Grund und Wesen der Fragens. Diss. phil., Heidelberg, 1954.

Frege G. Die Verneinung: eine logische Untersuchung. In: Patzig G. (ed.). G. Frege: Logische Untersuchungen, 1919, 54—71. Vandenhöck und Ruprecht, Göttingen, W. Germany, 1966.

Freudenthal H. LINCOS: design of a language for cosmic intercourse, part 1. North-Holland, Amsterdam, 1960.

Формальный анализ вопросов содержится в гл. 3.

Gasking D. A. T. Types of questions. Melbourne University Magazine, 1946, 4—6.

G i e d y m i n J. Problemy, Założenia, Rozstrzygnięcia. Studia nad logicznymi podstawami nauk społecznych, Poznań, Poland, 1964.

*G u p t a A. The logic of common nouns: an investigation in quantified modal logic. Yale University Press, forthcoming.

H a m b l i n C. L. Questions. *Australian j. phil.*, 1958, **36**, 159—168.

Вопрос «Смит дома?» приравнивается к «Я не знаю, дома ли Смит, и хотел бы это знать». При этом сам вопрос не редуцируется, а описываются условия его функционирования. Утверждение *p* не эквивалентно утверждению «Я думаю, что *p*». Хэмблин выдвигает следующие положения: 1) ответ на вопрос есть предложение; 2) когда вы знаете, что считается допустимым ответом на вопрос, вы поняли вопрос; 3) возможные ответы представляют собой множество взаимоисключающих возможностей. Можно было бы построить исчисление вопросов, аналогичное обычному логическому исчислению.

Рецензия: H a r r a h D. *JSL*, 1963, **28**, 258.

— Questions aren't statements. *Phil. of science*, **30**, 1963, 62—63.

Краткое обсуждение работ Д. Харро [1961] и Г. Леонарда [1959], [1961]. Вопросы не эквивалентны своим ответам. Леонард утверждает, что дизъюнктивный вопрос является истинным предложением вида «A или B» («или» исключающее). Выражение «дизъюнкция» здесь омонимично. Будучи употребленной в вопросе, дизъюнкция означает возможность выбора определенного ответа, а в утверждении с ее помощью описывается действительность. Приравнивание вопросов к ответам ведет к абсурдным следствиям.

Рецензия: S t a h l G. *JSL*, 1966, **31**, 666—668.

— Questions. In: E d w a r d s P. (ed.). The encyclopedia of philosophy. Macmillan and Free Press, New York, 1967, 49—53.

— Mathematical models of dialogue. *Theoria*, 1971, **37**, 130—155.

— Questions in Montague English. *Foundations of language*, 1973, **10**, 41—53.

Об этой работе см.: Эгли У. [1976].

Harrah D. A logic of questions and answers. *Phil. of science*, 1961, **28**, 40—46.

Логика вопросов и ответов уже существует как часть логики утверждений, если мы отождествим *ли*-вопросы с истинными исключающими дизъюнкциями, а *какой*-вопросы — с истинными экзистенциальными утверждениями. Будучи истинными утверждениями, вопросы не могут иметь в качестве пресуппозиций ложные допущения и не могут быть бессмысленными. Вопросно-ответный процесс интерпретируется как разновидность игры с полной информацией. Можно различать полные и частичные ответы и определить разнообразные отношения релевантности, независимости и разрешения.

Рецензия: Belnap N. D., Jr. *JSL*, 1964, **29**, 136—138.

— Communication: a logical model. MIT Press, Cambridge, Mass., 1963, 105 p.

Содержание: Цель данной книги. Используемый аппарат. Эффект сообщения. Язык получателя сообщения. Логика получателя сообщения. Теория вопросов. Логика вопросов. Множества вопросов. Адекватность нашей теории. Информация. Коммуникативные события. Обработка сообщения. Оценка сообщения. Смысл. Адекватность сообщения.

Рецензии: 1) Belnap N. D., Jr. *JSL*, 1964, **29**, 136—138; 2) Hamblin C. L. *Australasian j. phil.*, 1964, **42**, 146—151; 3) Giedymin J. *Studia logica*, 1964, **15**, 304—308.

— Question generators. *J. phil.*, 1966, **63**, 606—608.

Рецензия: Cresswell M. J. *JSL*, 1968, **33**, 310.

— Erotetic logics. In: L a m b e r t K. (ed.). The logical way of doing things, Yale University Press, New Haven, 1969a, 3—21.

Центральными являются понятия интереса (interest), системы выражения интереса (interest-expression system) и интереса по контракту (interest-contract). Интерес представляет собой множество, состоящее из области интереса, элементов, удовлетворяющих интересу, и элементов, частично удовлетворяющих интересу. Основной компонент системы выражения интереса — это множество функций выражения интереса; каждая функция ставит в соответствие интересам последовательности выражений (данного языка). О таких последовательностях говорится, что они выражают интересы. Интерес по контракту состоит из интереса, множества обязательств спрашивающего и отвечающего и функции, приписывающей ответам платежи. При справедливом контракте множество обязательств включает в себя все пресуппозиции вопроса.

— On completeness in the logic of questions. *American philosophical quarterly*, 1969b, **6**, 158—164.

Д. Харро рассматривает пять объектов возможных исследований в логике вопросов: соединение вопросов, непротиворечивость, эффективность, полнота и согласованность. Он предлагает одно понятие полноты и, применяя диагональный метод, показывает, что если прямой ответ предполагается конструктивным, то следует выбирать между конструктивностью вопросов и полнотой в том смысле, что для каждого множества предложений существует вопрос, такой, что данное множество является множеством прямых ответов на данный вопрос. Автор разрабатывает теорию интереса, очень похожую на ту, что изложена в работе Д. Харро [1969a].

— A system for erotetic sentences. In: A n d e r s o n, M a r c u s, M a r t i n (eds.). The logical enterprise. Yale University Press, New Haven, 1975, 235—245.

— Formal message theory and non-formal discourse. In: Van D i j k T. A. (ed.). Pragmatics of language and literature, North-Holland, Amsterdam, 1976, 59—76.

*H a u s s e r R. R. The logic of questions and answers, preprint, 1976.

H e i n r i c h K. Versuch über das Fragen und die Frage. Diss. phil., Freie Universität, Berlin, 1953.

Х и н т и к к а Я. Вопрос о вопросах. В: Философия и логика, «Наука», М., 1974.

— Answers to questions. In: H i n t i k k a J. The intentions of intentionality and other new models for modalities. Reidel, Dordrecht, Netherlands, 1975, 137—158.

— The semantics of questions and the questions of semantics. *Acta Philosophica Fennica*, 1976a, **28**, 4. Helsinki, Finnland.

— The question of?: a comment on Urs Egli. *Dialectica*, 1976b, **3**.

— (forthcoming). Multiple questions and the presuppositions of linguistic semantics.

*H i n t i k k a J., S a a r i n e n F. Information-Seeking Dialogues: Some of their logical property. Studia logica, vol. 38, **4**, 1979, 355—363 (прим. 8).

H i ż H. Questions and answers. *J. phil.*, 1962, **59**, 253—265.

Вопрос можно получить из утверждения заменой на переменную некоторой группы слов в его составе и вынесением «спрашиваемой части» в начало предложения. Таким образом, вопрос состоит из двух частей — спрашиваемой части и данного. Из данного ответ на заданный вопрос может быть получен подстановкой вместо свободных переменных групп соответствующей синтаксической категории. Отдельные (но не все) категории можно легко подвергнуть вопросу. Так, «Для какого x Джон читал x Питеру?» преобразуется в вопрос «Что читал Джон Питеру?». «Для какого x Джон x книгу Питеру?» трансформируется в «Что сделал Джон с книгой для Питера?». Если за исходное предложение принять «Под шумом Джон имеет в виду музыку», то получим «Для какого x под шумом Джон x музыку?» — вопрос, который лишь сложным способом можно выразить на естественном языке. Обычно легко построить вопрос, применимый к существительному, например: «Кто читает эту книгу?» Вопросы к прилагательным формулируются более сложным образом, и для этого нужно использовать «вопросительные проадъективные группы»; ср.: «Какого рода музыку вы любите?», «Какого рода

книги...?» На вопрос «Было это до или после концерта, на котором вы спали?» можно ответить «Во время концерта». Следовательно, группа «до или после» является показателем синтаксической категории ответа, которая нам требуется (т. е. предлога). Сложное предложение типа «Если государство справедливое, то люди несчастны» переводится в вопрос с помощью дополнительных языковых средств; ср.: «Верно ли, что если государство...?» Если говорится о связях между предложениями, то номинализации встречаются еще чаще: «Для какого x государство справедливое x люди несчастны?» дает «Какая связь существует между справедливостью государства и несчастьем людей?». «Концептуальный» вопрос «Что такое палимпсест?» имеет сложную внутреннюю форму, которую грубо можно представить в виде «Для какого p, p есть истинное предложение и каждое истинное предложение со словом «палимпсест» выводимо из p...?» Форма ответов на концептуальные вопросы может быть произвольной, однако ответы никогда не могут быть полными.

Рецензия: Harrah D. *JSL*, 1967, **32**, 547—548.

*— (ed.) Questions, Dordrecht, 1978.

Hurrell P. Interrogatives, testability and truth-value. *Phil. of science*, 1964, **31**, 173—182.

Обсуждение работ Г. Леонарда [1959] и [1961] и Дж. Уитли [1961], и в частности вопроса о приписывании интеррогативам истинностных значений.

Ingarden R. Essentiale Fragen, ein Beitrag zu dem Wesensproblem. *Jahrbuch für Philosophie und pänomenologische Forschung*, vol. 7, 1925, 125—304, Halle, E. Germany.

Содержание: Собственно вопрос и его свойства. Разделение близких значений существенных вопросов. Однозначные определения, познание сущности и классификация предметов. Онтологический базис определительного суждения. Основное суждение и его онтологический базис. Реальная дефиниция. Зависит ли и в какой степени предмет познания от познающего субъекта и от процесса познания?

Jungius J. Logica Hamburgensis. Latin-German, Hamburg, 1957, (1-st ed. 1638).

Вопросы рассматриваются в кн. 5.

Kleiner S. A. Erotetic logic and the structure of scientific revolution. *British journal for the phil. of science*, 1970, **21**, 149—165.

Knight T. S. Questions and universals. *Phil. and phenomenological research*, 1966, **27**, 564—576.

Каждый косвенный (= *какой*) вопрос задает класс, к которому принадлежит спрашиваемый элемент, и устанавливает свойства этого элемента. Вопрос «Кто убил В?» задает класс людей и устанавливает свойство «быть убийцей В». Детализация вопроса может быть не столь определенной; например, вопрос «Почему стал хуже работать телевизор?» требует указать в ответе причину. Если в вопросе никакого класса не задается, то вопрос больше не принадлежит к разряду «исследовательских»; ср.: «Что существует?», «Что такое красота?» Вопросы возникают под действием определенного раздражителя, раздражающей ситуации. Это предполагает некоторое знакомство спрашивающего с контекстом, поскольку без знания контекста вы не можете быть возбуждены и, следовательно, не можете задать никаких вопросов.

Рецензия: Stahl G. *JSL*, 1968. **33**, 612—613.

Kubinski T. An essay in the logic of questions. *Atti del XII Congr. Intern. di Filosofia*, Firenze, 1960, vol. 5, 315.

Строится предварительный вариант логического исчисления для вопросов. Пусть «J» есть множество выражений, замкнутых относительно логических связок и кванторов. Множество $J \cup P_1 \cup P_2$ называется «интеррогативным расширением» J. P_1 есть множество «основных вопросов»; это минимальное множество, такое, что 1) если R принадлежит J, то $?R$ принадлежит P_1; 2) если X, Y принадлежат P_1, то $X \vee^* Y$ и $X \&^* Y$ также принадлежат P_1 («$\vee^*$» и «$\&^*$» читаются соответственно как «или» и «и»). P_2 — наименьшее множество, такое, что 1) если $R(x_1 \ldots x_n)$ принадлежит J, то $\langle x_1 \rangle \ldots \langle x_n \rangle R(x_1 \ldots x_n)$ принадлежит P_2. («$\langle x_2 \rangle$» и т. д. могут быть как угодно переставлены), и 2) то же самое, что и в пункте 2) определения множества P_1. P_2 называется множеством «дополнительных вопросов» (supplement questions). Выражение $\langle x_1\rangle R(x_1)$ следует читать как «для какого $x_1 R(x_1)$?» Идя назад от некоторого элемента Z множества P_1 к соответствующему элементу множества J, получаем «основу» вопроса Z, обозначаемую «QZ». Например, $(P\&Q)\vee R$ есть основа вопроса $?(P\&Q)\vee{}^*?R$. Пусть X и Y являются подмножествами множества J и пусть CnY есть класс всех выражений, выводимых из Y, а K — множество всех противоречивых подмножеств множества J. Понятие CY («C-выводимость из Y») в этом случае определяется следующим образом: X является подмножеством CY, если и только если X является подмножеством CnY, причем если Y лежит в K, то и X лежит в K. Выражение «$!+AXB$» означает «A является утвердительным ответом на вопрос B, основанный на X»: $!+AXB=$ (по определению) QB есть элемент $C(\{A\}\cup X)$, B — элемент из P_1, X — подмножество множества J, A — элемент из J. Если C-выводимость заменить на Cn, то всякий противоречивый элемент из множества J будет утвердительным (а также отрицательным) ответом на все основные вопросы. Аналогичные определения приводятся и для дополнительных вопросов. В конце работы формулируются понятия эквивалентности и зависимости вопросов, а также правило перестановки для интеррогативных кванторов $\langle x_1 x_2 \ldots\rangle$.

Рецензия: Harrah D. *JSL*, 1963, **28**, 258—259.

— Przegląd niektórych zagadnień logiki pytań. *Studia logica*, 1966, **18**, 105—137 (текст написан по-польски, имеются краткие рефераты на английском и русском языках).

Рецензия: Materna P. *JSL*, 1967, **32**, 548—549.

— Some observations about a notion of incomplete answer. *Studia logica*, 1967, **21**, 39—42.

Определение неполного ответа, данное в работе М. Крессвела [1965b], содержит квантор общности (f), связывающий функтурную переменную f. Крессвел полностью не уточняет значение данного квантора. В настоящее время правильно построенная формула вида $(f)\Psi(f)$ часто трактуется как сокращенный вариант конечной конъюнкции

$\Psi(K_1)$ & ... & $\Psi(K_m)$, где $K_1, \ldots, K_m$ — последовательность одноаргументных сентенциональных связок. Однако можно показать, что при такой интерпретации квантора общности (f) данное Крессвелом определение неполного ответа является неадекватным.

— The logic of questions. In: Klibansky R. (ed.). Contemporary philosophy — La philosophie contemporaine I. La Nuova Italia Editrice, Florence, 1968, 185—189.

— Analiza logiczna pojęcia założenia pytania. Rozprawy filozoficzne. Towarzystwo naukowe w Toruniu. *Prace wydziału filologiczno-filozoficznego*, 1969, **21**, 189—200.

Определяются, разбираются и сравниваются между собой две различные категории пресуппозиций вопросов.

— Pewne klasy relacji między pytaniami. *Ruch filosoficzny*, 1970a, **28**, 186—191.

Рассматривается ряд конечных классов бинарных отношений между вопросами. Два разных отношения из одного и того же класса взаимоисключают друг друга, а логическая сумма всех отношений из одного класса является универсальным бинарным отношением. Отношение связывает два вопроса P и Q, если либо отдельные особые отношения связывают классы всех прямых ответов на P и Q, либо некоторые отношения связывают некоторые классы определенного типа пресуппозиций вопросов P и Q.

— Wstęp do logicznej teorii pytań. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1970b, 118 p.

Гл. 1 посвящена различным операторам и разным видам вопросов. Гл. 2 содержит анализ некоторых классов бинарных отношений между вопросами и некоторых понятий теории вывода, полезных для логики вопросов. В гл. 3 рассматривается ряд типов пресуппозиций вопросов, а также исследуются некоторые другие отношения между вопросами. В гл. 4 анализируются и сопоставляются друг с другом различные подходы к логике вопросов, главным образом Л. Оквиста, Н. Белнапа, Г. Стахла.

— Woonaczanie klass pytań przez systemy algebraiczne. *Ruch filozoficzny*, 1973a, **31**, 37—42.

Вводится довольно сложное семантическое определение класса вопросов через понятие алгебраической системы. Многие теоремы данной работы отвечают на следующий вопрос: «Какие классы вопросов какими алгебраическими системами задаются?» В качестве систем рассматриваются конечно свободные булевы алгебры.

— Twierdzenia o relacjach sprowadzalności operatorów pytajnych. *Ruch filozoficzny*, 1973b, **31**, 213—220.

Определяется ряд понятий сводимости одного интеррогативного оператора к другому, причем выводимость рассматривается как особого рода определимость логики вопросов. Приводится большое количество теорем, характеризующих эти понятия и решающих проблему сводимости разных типов интеррогативных операторов.

Leonard H. Interrogatives, imperatives, truth, falsity and lies. *Phil. of science*, 1959, **26**, 172—186.

Рецензия: Stahl G. *JSL*, 1966, **31**, 666—668.

— A reply to Professor Wheatley. *Phil. of science*, 1961, **28**, 55—64.

— Principles of reasoning. Dover Publications, New York, 1967, 620 p.

Разд. 3 и 4 относятся к проблеме вопросов

Llewelyn J. What is a question. *Australasian j. phil.*, 1964a, **42**, 67—85.

Разбор взглядов Дж. Уитли, Б. Майо, А. Прайора, Ф. Коэна. Вопросы не являются ни императивами, ни утверждениями.

Рецензия: Harrah D. *JSL*, 1969, **34**, 644—645.

— Propositions as answers. *American philosophical quarterly*, 1964b, **2**, 305—311.

Loeser F. Interrogativlogik. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin, 1968, 106 p.

Mackay D. M. What makes a question? *The listener*, 1960, **63**, 789—790.

*Materna P. An Intensional Approach to Questions. In: Kybernetika, vol. 15, 1979, **3**, 161—192.

*— Theory of types and data description. In: Kybernetika, vol. 14, 1978, **5**, 313—327.

Mayo B. Deliberative questions: A criticism. *Analysis*, 1956, **16**, 58—63.

Комментарий по поводу работы Дж. Уитли [1955].

Minkowski E. Question, interrogation, problème. *Revue de métaphysique et morale*, 1970, **75**, 257—261.

Moritz M. Zur Logik der Frage. *Theoria*, 1940, **6**, 123—149.

Рецензия: Nagel E. *JSL*, 1940, **5**, 159—160.

Mostowski A. On a generalization of quantifiers. *Fundamenta mathematicae*, 1957, **44**, 12—36.

Тема вопросов затронута в тексте работы, однако непосредственно вопросам эта работа не посвящена.

Moutafakis N. J. A new look at erotetic communication. *Notre Dame j. formal logic*, 1975, **16**, 217—228.

Orgass R. J. Logic and question answering. IBM RC 3122, 1970.

Работа главным образом представляет собой краткое изложение концепции Н. Белнапа.

Petrov Ju. A. Version of erotetic logic. Proc. 14th International Congress of Phil., III, Vienna, 1969, 17—23.

Post J. F. A defense of Collingwood's theory of presupposition. *Inguiry*, 1965, **8**, 332—354.

Presley C. F. A note on questions. *Australasian j. phil.*, 1959, **37**, 64—66.

Замечания по поводу работы К. Хэмблина [1958].

Рецензия: Harrah D. *JSL*, 1963, **28**, 258.

Prior A., Prior M. Erotetic logic. *Philosophical review*, 1955, **64**, 43—59.

А. и М. Прайоры обсуждают работы Р. Уотли «Logic» [1826] и «Rhetoric» [1828] и высказываются в поддержку двух содержащихся в них идей: перенести на вопросы выдвинутое Кантом в «Пролегоменах» деление суждений и свести все вопросы к (чистым) *что*-вопросам (what-questions). Эта последняя редукция осуществляется путем переформулировки *да-нет*-вопроса «*B*?» в вопрос «Каково истинностное значение *B*?» и (характеризующего) вопроса типа «Какого цвета трава»? в вопрос «Каким является цвет травы?». Что касается кантовского деления суждений, то в основном обсуждается аспект отношения. Категорические вопросы — это *да-нет*-вопросы. Гипотетические (условные) вопросы — это вопросы вида «Если вы выходите на улицу, куда вы идете?», на которые ответ можно ожидать лишь в том случае, если истинно придаточное предложение, вводимое союзом «если». Вопрос называется дизъюнктивным, если он требует, чтобы в ответе содержалась одна из нескольких предоставляемых им альтернатив, причем предполагается истинность ровно одной альтернативы. Различия в суждениях, относящиеся к разряду качественных (утвердительные, отрицательные, неопределенные), к вопросам неприменимы: эти различия определяют отношения между вопросами и ответами. То же относится и к количественному аспекту классификации суждений (универсальные, частные, единичные), от которого зависит бóльшая или меньшая определенность ответа на заданный вопрос, а также к модальностям (проблематическая, ассерторическая и аподиктическая), которые определяют допустимость ответов «Возможно», «Я не решил» и т. п.

Reichenbach H. Elements of symbolic logic. Free Press., New York, 1947.

Параграф 57 содержит замечания, относящиеся к теме вопросов.

Rescher N. Avicenna on the logic of questions. *Archiv für Geschichte der Philosophie*, 1967, **49**, 1—6.

Ritchie A. D. The logic of question and answer. *Mind*, 1943, **52**, 24—38.

Обсуждается ряд аспектов работы Р. Колингвуда «Очерки по метафизике» [1940]. Статья А. Ритчи теории вопросов не касается.

R o m b a c h H. Über Ursprung und Wesen der Frage. In: Symposion (Jahrbuch für Philosophie), vol. 3, 1952, 135—236.

Работа написана в традициях школы Хейдеггера. *Содержание*: Место и роль вопросов в коммуникации. Отношение поискового вопроса к исследовательскому «Я». Альтернативный вопрос о целостности бытия. Заключение.

С а б и л и н В. Проблема вопроса и ответа. *Философские науки*.

S c h l i c k M. Unanswerable questions? *The philosopher*, vol. 13 1935. См. также: S c h l i c k M. Gesammelte Aufsätze 1926—1936, 369—375, Gerold, Vienna, 1938.

— Meaning and verification. *Philosophical review*, **45**, 1936, 339—369. См. также: S c h l i c k M. Gesammelte Aufsätze 1926—1936, 336—367, Gerold, Vienna, 1938.

S e g e t h W. Erkenntnistheoretische Bemerkungen zum Begriff der Frage. In: P a r t h e y, V o g e l and W a e c h t e r (eds.). Problemstruktur und Problemverhalten in der wissenschaftlichen Forschung, 1966, 39—44. Rostocker philosophische Manuskripte, vol. 3, Rostock, E. Germany.

S p e r a n t i a E. Remarques sur la proposition interrogative; Project d'une logique du problème. Actes du congrès internationale de philosophie scientifique, Paris, 1935, vol. 7, 1936, 18—28.

Рецензия: C a s t a ñ e d a H. N. *JSL*, 1957, **22**, 93—94.

S t a d l e r A. Die Frage als Prinzip des Erkennens und die Einleitung der Kritik der reinen Vernunft. *Kantstudien*, 1908, **13**, 238—248.

S t a h l G. La logica de las preguntas. *Anales de la Universidad de Chile*, **102**, 1956, 71—75.

Рецензия: C a s t a ñ e d a H. N. *JSL*, **22**, 1957, 93—94.

— Preguntas y premisas. *Revista di filosofia*, 1961, **1**, 3—9.

Рецензия: C a s t a ñ e d a H. N., *JSL*, **28**, 1963, 257—258.

— Fragenfolgen. In: K a e s b a n e r M., K u t s c h e r a F. (eds.). Logik und Logikkalkuel. Alber, Freiburg i. Br., W. Germany, 1962, 149, 157.

Вопросы интерпретируются как классы достаточных ответов. Исходя из этого, можно определить следующие понятия: «тождество вопросов», «подвопрос», «объединение вопросов» и т. д. Последовательность вопросов (Fragenfolge) — это, например, «*Смит знает Австралию?*», «*Если он не знает ее, то кто знает?*». На второй вопрос ответ должен быть получен только в том случае, если на первый ответить нельзя. Последовательности вопросов часто имеют вид дизъюнкции; ср.: «*Смит знает Австралию или кто еще ее знает?*»

Рецензия: H a r r a h D. *JSL*, 1963, **28**, 259.

— Un développement de la logique des questions. *Revue philosophique de la France et de l'ètranger* 153, 1963, **3**, 293—301.

Рецензия: H a r r a h D. *JSL*, 1967, **32**, 548.

— The effectivity of questions. *Noûs*, 1969, **3**, 211—218.

Вопросы интерпретируются как классы достаточных ответов. Пусть [Hx?] есть «индивидуальный вопрос», тогда Ha, Hb, . . .— «простые ответы» на него. Простые ответы, не являющиеся отрицаниями теорем рассматриваемой системы, называются «прямыми ответами». «Совершенные ответы» определяются как прямые ответы, их отрицания или конъюнкции, за исключением отрицаний теорем. «Достаточный ответ» — это выражение, которое либо имплицирует по крайней мере один совершенный ответ, не являющийся теоремой, либо само есть теорема, причем по крайней мере один совершенный ответ является теоремой. Так, членами класса [Hx?] являются следующие выражения: Ha, Ha & Hb, $(x){\sim}Hx$, Q & Ha, . . . Это определение можно изменить, если вместо «теоремы» говорить о «выводе из множества посылок S». В этом случае отрицания выводов из множества S следует исключить. Указанные определения применяются также к «функциональным вопросам» типа ($f?A$) («Какие пропозициональные функции выполнимы на A?»). Истинностные вопросы типа ($Af?B$) или ($g?A$) требуют соответственно двухместной и одноместной функций истинности, первая из которых связывает A и B, а вторая применяется к A. (Так, *да-нет*-вопросы считаются вопросами с одноместной функцией истинности.) «Эффективность» вопросов означает разрешимость, является ли данное выражение ответом на данный вопрос. «Эффективная перечислимость» вопросов означает разрешимость того, является ли корректным предполагаемое формальное оправдание для включения выражения в вопрос (т. е. в класс ответов). Доказываются теоремы: в разрешимой системе 1) класс совершенных ответов на индивидуальные, функциональные и истинностные вопросы является эффективным; 2) каждый истинностный вопрос эффективен; 3) каждый индивидуальный и каждый функциональный вопрос является эффективно перечислимым. В неразрешимой системе, однако, не существует общего метода исключения отрицаний теорем; следовательно, в такой системе вопросы даже не являются эффективно перечислимыми, так что может случиться, что вполне допустимый ответ в действительности представляет собой отрицание теоремы. Работа не содержит каких-либо приложений или примеров.

S t e i n m a n n M. Questions and answers. *The graduate review of phil.*, 1959, **1**, 17—28, University of Minnesota, Minn.

S t r a w s o n P. F. A reply to Mr. Sellars. *Philosophical review*, 1954, **63**, 216—231.

Хотя тема вопросов затронута в работе, непосредственно вопросам эта работа не посвящена.

T e l l e r P. On *why*-questions. *Noûs*, 1974, **8**, 371—380.

Обсуждаются трудности, связанные с анализом *почему*-вопросов С. Бромберджера [1966b].

*T i c h ý P. An approach to intensional analysis. Noûs, 1971, **3**, 273—297.

*— Indroduction to intensional logic. Manuscript, 1976.

*— Questions, answers and logic. *American Philosophical quarterly*, vol. 15, 275—284.

T o n d l L. Logical-semantical analysis of the question and the problem of scientific explanation. Proc. 14th International Congress of Phil., III, Vienna, 1969, 23—24.

— Semantics of the question in a problem-solving situation. Problems of the science of science. Special issue of the Polish quarterly *Zagadnienia naukoznawstwa*, 1970, 79—101.

Рецензия: D o m o t o r Z. *JSL*, 1970, **35**, 314.

— Scientific procedures. Reidel. Dordrecht, Netherlands, 1973.

Гл. 5, разд. 1 относится к проблеме вопросов.

W ä c h t e r W. Problemstruktur und Problemverhalten in der wissenschaftlichen Forschung. *Deutsche Zeitschrift für Philosophie* 15, 1967, **1**, 85—89.

W a i s m a n n F. The principles of linguistic philosophy. Macmillan, London /Melbourne/ Toronto, 1965, 422 p.

Последняя глава носит название «На пути к созданию логики вопросов».

W e i n b e r g e r O. Rechtslogik. Springer, Vienna and N. Y., 1970.

Гл. 12 называется «Логика вопросов».

W h a t e l y R. Elements of logic. 1-st ed. 1826, 9th ed., John W. Parker, London, 1948.

Кн. 3, гл. 9 называется «Ошибка вопросов». Другие замечания автора приведены в работе: Прайоры А. и М. [1955].

W h e a t l e y J. Deliberative questions. *Analysis*, 1955, **15**, 49—60

«Делиберативные вопросы» — это вопросы, требующие решений; например, *Что мне нарисовать?* или *Мне на следующих выборах голосовать за консерваторов?*. Согласно Б. Майс [1956] о делиберативных вопросах правильнее было бы говорить, что они требуют в ответе императив.

— Note on Professor Leonard's analysis of interrogatives, etc. *Phil. of science*, 1961, **28**, 52—54.

Рецензия: Stahl G. *JSL*, 1966, **31**, 666—668.

Wittgenstein L. Tractatus logico-philosophicus. (1 st ed. 1921), R. and K. Paul, London, 1961 (русский перевод: Л. Витгенштейн. Логико-философский трактат. М., 1958).

4.0031. Вся философия есть «критика языка» (правда, не в смысле Маутнера). Заслуга Рассела как раз в том, что он сумел показать, что кажущаяся логическая форма предложения не должна быть его действительной формой. 6.5. Для ответа, который не может быть высказан, не может быть высказан вопрос. *Загадки* не существует. Если вопрос вообще можно поставить, то на него можно также и ответить. 6.51. Скептицизм не неопровержим, но, очевидно, бессмыслен, если он хочет сомневаться там, где нельзя спрашивать. Потому что сомнение может существовать только там, где существует вопрос, вопрос — только там, где существует ответ, а ответ — только там, где что-нибудь может быть сказано.

Более подробное обсуждение псевдовопросов см.: Карнап Р. [1928], М. Шлик [1935, 1936].

Б. Лингвистика

Arbini R. Tag-questions and tag-imperatives in English. *J. linguistics* 1969, **5**, 205, 214.

Bach E. Questions. *Linguistic inquiry*, 1971, **2**, 153—166.

Baker C. Indirect questions in English. Ph. D. diss., University of Illinois, Urbana, University Microfilms, Ann Arbor, Mich., 1968.

— Notes on the description of English questions: The role of an abstract question morpheme. *Foundations of language*, 1970, **6**, 197—217.

Бакх Е. А. К вопросу о структуре вопросительных предложений в современном русском языке (на материале драм А. П. Чехова).— *Вопросы русского языкознания*, Саратов, 1961, 95—108.

B a l i g a n d R., J a m e s E. The intonation of wh-question in Franco-Ontarian. *Canadian J. linguistics*, 1973, **18**, 89—101.

B e h n s t e d t P. *Viens-tu? Est-ce que tu viens? Tu viens?* Formen und Strukturen des direkten Fragesatzes im Französischen. Tübinger Beiträge zur Linguistik, **41**, Verlag Günter Narr, Tübingen, 1973, 325 p.

Содержание: Формы вопросов в «народном языке». Формы вопросов в языке среднего сословия. Формы вопросов в языке радио. Таблицы к «народному» и «разговорному языку». Анкета о словоупотреблениях (1972). Социолингвистический анализ. Статистический анализ.

Рецензия: S c h m i d t - R a d e f e l d t J. *Kritikon Litterarum*, 1974, **3**, 107—109.

* B e l n a p N. Questions and answers in Montague grammar, preprint.

* B e n n e t t M. A Response to Karttunen on Questions, Linguistics and Philosophy, vol. 1, 1977, 279—300.

* — Questions in Montague Grammar, Bloomington (Indiana Linguistics Club), preprint.

Б е р е н ш т е й н П. А., Ш р а м м А. Н. О логической форме вопроса и грамматических средствах его выражения. Ученые записки Калининградского пед. института, вып. 6, 1959, 189—227.

B e r e t t i n i P. Richerche sulla frase interrogativa in greco antico. *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa: Lettere, storia e filosofia*, 1969, **38**, 39—97.

B i e r i n g e r E. Der mittel- und neufranzösische Fragesatz. Diss. phil. Göttingen, 1910.

B o l i n g e r D. L. Interrogative structures of American English (the direct question). *Publication of the American Dialect Society*, no. 28. University of Alabama Press, University, 1957.

Рецензии: 1) L e e s R. B. *Word*, **16**, 119—125; 2) S c h a c h t e r P. *International j. American linguistics*, **25**, 259—265.

B o r k i n A. Polarity items in questions. In: Papers from the seventh regional meeting of the Chicago Linguistic Society, 1971.

Braun F. Die Ergänzungsfrage als lexikalisches Phänomen. Vortrag auf dem 1. Kolloquium über generative Grammatik in Hamburg. Mimeographed, 1966.

Braun M. Zur Intonation des Fragesatzes im Russischen. Ivsicev zbornik, Zagreb, Yugoslavia, 1963, 15—23.

Bray R. G. A. de. The pitch of Serbo-Chorvatian word accents in statements and questions. *The Slavonic review*, 1968, **38**, 380—393.

Bresnan J. On complementizers: Towards a syntactic theory of complement types. *Foundations of language*, **6**, 1970, 297—321.

— The theory of complementation in English syntax. Ph. D. diss., MIT, 1972.

Browne E. W. Conjoined question words and a limitation on English surface structures. *Linguistic inquiry*, 1972, **3**, 223—226.

Cattel R. Negative transportations and tag-questions. *Language*, 1973, **49**, 612—639.

*— On the sourse of interrogative adverbs. *Language*, 1978, **54**, 1, 61—77.

Chafe W. L. English questions. *Project on linguistic analysis reports*, Department of linguistics, Phonology laboratory, University of California at Berkley. 2-nd ser., 1968, **6**, 1—60.

— Meaning and the structure of language. University of Chicago Press, Chicago, 1970 (русский перевод: Чейф У. Л. Значение и структура языка. М., 1975).

Имеется глава о вопросах.

Chevalier J. Cl. Registres et niveaux de langue: Les problémes poses par l'enseignement des structures interrogatives. *Le français dans le monde*, 1969, **69**, 35—40.

Чистякова А. О специфике вопросительного предложения. *Русский язык в национальной школе*, 1962, **1**, с. 12—18.

Conrad R. Über die Struktur russischer Fragesätze. Zeitschrift für Slawistik, 1968, **13**, 201—208.

— Linguistische Probleme der Formalisierung von Frage und Antwort. *Linguistische Arbeitsberichte*, 1970, **3**, 22—30. Karl Marx-Universität, Leipzig, E. Germany.

Crisari M. Sugli usi non instituzionali delle domande. *Lingua e stile*, 1975, **10**, 29—56.

Резюме на английском и русском языках соответственно на с. 188 и 193.

Danielsen N. Die Frage: Eine sprachwissenschaftliche Untersuchung. Det konigelige danske videnskabernes selskab. *Historisk-filosofiske skripter*. Munksgaard, Copenhagen. 1972, **7**, 1.

Dubrawski S. Der slavische Interrogativsatz mit besonderer Berücksichtigung der kleinrussischen Sprache. Stry, 1881.

Egli U. Semantische Repräsentation der Frage. *Dialectica*, 1973, **27**, 363—370.

Статья является введением в раздел книги У. Эгли [1974], посвященный анализу вопросов. См. комментарии Я. Хинтикки [1976b].

— Ansätze zur Integration der Semantik in die Grammatik. *Linguistik und Kommunikationswissenschaft*, **3**. Scriptor, Kronberg, W. Germany, 1974, 139 p.

В разделе о вопросах (с. 103—125) У. Эгли утверждает, что вопросы можно записывать с помощью лямбда-выражений. Вопрос «Кто придет?» записывается как «λx.x придет». Эта идея переносится на представление вопросов в λ-контекстно-свободных языках. Такие языки являются расширениями языков П. Суппеса.

— Zur Semantik des Dialogs. Sonderforschungsbereich 99 Linguistik, Universität Konstanz, Konstanz, W. Germany, 1976.

Методы, используемые в данной работе, с небольшими изменениями заимствованы из работ Р. Монтегю, М. Крессвела, Д. Льюиса и У. Эгли [1974]. Работа содержит введение и изложение трех теорий вопросов и ответов. Первая представляет собой экспликацию карнаповского оператора «?», вторая является развитием теории вопросов, изложенной У. Эгли [1974], а третья теория представляет собой переложение теории К. Хэмблина [1973]. Однако вместо интенсиональной логики Монтегю используется интенсиональная логика Lμ Тичи.

F e r n a n d e x R. S. La interrogacion. *Boletin de la Real Academia Española*, Madrid, 1959.

F l y d a l L. L'intonation interrogative et l'unversion, membres d'un paradigme heterogène? Proc. 5th International Congress of Phonetic Sciences, Münster, W. Germany, 1964, 257—280. S. Katzer, Bazel, Switz. and New York, 1965.

F o u l e t L. Comment ont évolué les formes de l'interrogation? *Romania*, 1921, **47**, 243—348.

— L'interrogation et l'ordre des mots en anglais et en français. *Romania*, 1926, **52**, 445—459.

F r e i H. Réponse partielle et réponse totale. *Cahiers Ferdinand de Saussure*, 1968, **24**, 445—459.

— L'interrogation partielle et la distinction noyau-satellite. Studies in general and Oriental linguistics, presented to Shiroo Hattori on the occasion of his sixtieth birthday, Tokyo, 1970, 103—108.

F r e u n d F. Präpositionale und kasuelle Zeitangaben auf die Frage 'wann' im gegenwärtigen Deutsch. Acta Universitatis Upsaliensis, *Studia Germanistica*, 1971, **8**.

F r i e d m a n n L. Über die Modalität der deutschen Fragesätze. *Zeitschrift für Phonetik*, 1965, **18**, 288—299.

F r o m a i g e a t E. Les formes de l'interrogation en français moderne: Leur emploi, leurs significations et leur valeur stylistique. *Vox Romanica*, 1938, 2—47.

G r e i v e A. Neufranzösische Formen der Satzfrage im Kontext. Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz/Wiesbaden, W. Germany, 1974.

G r e p l M. O vetach tazacich. *Naše Reč*, **5**, 1965, 276—291.

G r ü n d s t r o m A. W., L e o n P. L'intonation interrogative en français standard et en français canadien. *Studia phonetica*, 9 Didier, Montreal/Paris/Brussels, 1974.

H ä f e l e J. Fragekompetenz. *Germanistische Linguistik*, 1974, **2**, 171—205.

H a r w e g R. Retardierte Fragen. *Linguistics*, 1974, **134**, 9—20.

H a s e g a w a K. An aspect of English question formation. Studies in general and Oriental linguistics, presented to Shiroo Hattori on the occasion of his sixtieth birthday, Tokyo. 1970, 198—206.

* H a u s s e r R. R., Z ä f f e r e r D. Questions and answers in a context — dependent Montague grammar. In: Formal semantics and pragmatics for natural languages,

Guenthner F., Schmidt S. J. (eds.). Dordrecht, 1978, 339—358.

Helbig G. Was sind indirekte Fragesätze? *Deutsch als Fremdsprache*, 1974, **11**, 193—202.

Hermann E. Probleme der Frage. Nachrichten der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Philologisch-Historische Klasse, 1942, 121—141.

— Herkunft unserer Fragewörter. In: Sitzungsberichte der Bayerischen Akademie der Wissenschaften phil.-hist. Abt., vol. 3, 1943.

* Hewer A. Interrogative sentences in Kasem. *Linguistics*, 1975, **171**, 5—18.

* Hintikka J. Questions about questions.— In: Semantics and Philosophy. Munitz M., Unger P. (eds.). New York, 1974.

Hirschbühler P. Traitement transformationnel de l'interrogation et de quelques problèmes connexes en français. Diss., Université Libre de Bruxelles, Belgium, 1970.

Huddleston R. D., Uren O. Declarative, interrogative and imperative in French. *Lingua*, 1969, **22**, 1—26.

Hudson R. A. The meaning of questions. *Language*, 1975, **51**, 1—31.

Hundsnurscher F. Semantik der Fragen. *Germanistische Linguistik*, 1975, **3**, 1—14.

Hull R. D. Towards a logical analysis of questions and answers. M. A. thesis. Jesus College, Cambridge University. 1972, 61 p.

Попытка построить «смысловое представление» вопросов. Используя систему обозначений, которую ввел для записи предложений Е. Кинан, *какой*-вопросы представляются с использованием *какой*-квантора, определяющего также область действия переменной в вопросе. Например, вопрос «Кто устал?» записывается как (wh, человек, *x*) (устал *x*), а вопрос «Кто живет один и устал?» — как ((wh, человек, *x*) (живет один *x*), *y*) (устал *y*). Анализ распространяется и на *да-нет*-вопросы. Условия истинности ответа формулируются в стандартных семантических терминах. В конце работы обсуждаются возможные расширения предлагаемого формального языка на случай вставленных (embedded) вопросов, омонимичных вопросов и вопросов относительно предиката.

— A semantics for superficial and embedded questions in natural language. In: K e e n a n E. (ed.). Formal semantics of natural language, Cambridge University Press, Cambridge, 1975, 35—45.

H u l l R. D., K e e n a n E. L. The logical presuppositions of questions and answers. In: F r a n c k D. and P e t ö f i J. (eds.). Präsuppositionen in Philosophie und Linguistik, Athenäum, Frankfurt, 1973, 441—466.

Вопросно-ответная пара (Q/A) определяется следующим образом: Q — вопрос, а A — именная группа. (Q/A)-пары трактуются как пропозиции. Они обладают истинностными значениями, и на них (как и на других пропозициях) определено отношение следствия (entailment). Пусть S и T — произвольные предложения или (Q/A)-пары. Тогда T является пресуппозицией S, если и только если T истинно всякий раз, когда S истинно или ложно (тем самым, если T ложно, то S не является ни истинным, ни ложным — оно бессмысленно). *Да-нет*-вопросы представлены (Q/A)-парами вида (S?/да) либо (S?/нет). В конце статьи доказываются некоторые простые теоремы о пресуппозициях.

I b a n e z R. Programmatische Skizze: Intonation und Frage. In: S e i l e r H. J. (ed.). *Linguistic workshop* 1. Fink, Münich, 1973.

I m m e T. Die Fragesätze nach psychologischen gesichtspunkten eingeteilt und erläutert. Programm des kaiserlichen Gymnasiums zu Cleve. Cleve, W. Germany, 1879, 1881.

J e s p e r s e n O. The philosophy of grammar. Allen & Unwin, London, 1924.

О вопросах см. с. 302—305.

— A modern English grammar on historical principles, part 5. Allen & Unwin/Ejnar Munksgaard, London/Copenhagen (1-st ed. 1940), 1965.

О вопросах см. с. 480—512.

K a l l i o i n e n V. Les fonctions de l'intonation et la phrase interrogative en finnois. *Etudes Finno-ougriennes*, 1965, **2**, 107—122.

K a r t t u n e n L. Syntax and semantics of questions. *Foundations of language*, 1976, **10**, 41—53.

* K a r t t u n e n L. What indirect questions conven-

tionally implicate. Papers from the 12th Regional Meeting of the Chicago Linguistic Society.

Katz J. J. The logic of questions. In: van Rootselar B., Staal J. F. (eds.). Logic, methodology and Philosophy of science III, North-Holland, Amsterdam, 1968, 463—493.

1. Дается краткий лингвистический анализ простых вопросов в терминах порождающей грамматики. 2. Вводятся понятия «пресуппозиции вопроса», «допустимого ответа», «отказа от вопроса», «уклонения». Предложение *S* является уклонением от вопроса *Q*, если *S* — пресуппозиция вопроса *Q*. Например, вопрос *Q* может быть таким: «Что ел Джон?», а *S* — «Джон что-то поел». Предложение *S* называется отторжением вопроса *Q*, если *S* противоречит пресуппозициям *Q*. Например, пусть вопрос *Q* снова будет «Что ел Джон?». Тогда отторжением *S* может быть предложение «Джон ничего не ел». 3. Определяется понятие «вопрос, содержащий в себе лингвистически выраженный ответ»; это вопросы типа «Кто убил человека, который был убит Джоном?» Или «Где находится шляпа, которая находится у меня на голове?». 4. Наконец, обсуждается отношение следствия между вопросами, которое сводится к отношениям между ответами.

— Semantic theory. Harper & Row, New York. 1972, 202—232.

Katz J., Postal M. An intergrated theory of linguistic description. MIT Press, Cambridge, Mass., 1964.

Рецензия: Staal J. F. *Foundations of language*, 1965, **1**, 133—154.

Kayne R. S. L'inversion du sujet en français dans les propositions interrogatives. *Le français moderne*, 1973, **41**, 10—42 and 13—15.

Холодилова Л. Е. Особенности значения вопросительных предложений с *не* перед сказуемым. *Русский язык в школе*, 1967, **2**, 79—82.

* Kiefer F. Yes-no-questions as wh-questions.— In: Speech act Theory and pragmatics. Searl J., Kiefer F., Bierwisch M. (eds.). Dordrecht, 1980, 97—120. Там же: Fauconnier G. Pragmatic entailment and questions, 77—79.

K l a m m e r T. P. Foundations for a theory of dialogue structure. *Poetics*, 1973, **9**, 27—64.

Клемер применяет к диалоговым структурам тагмемную теорию, разработанную Пайком и другими. Термин «диалог» употребляется в довольно широком смысле. Помимо последовательностей, состоящих из вопросов и ответов, изучаются и другие типы диалога.

K o h l e r K. Phonetische und semantische Aspekte der 'tag questions' im Englischen. *Linguistische Berichte*, 1973, **24**, 35—42.

К о н ж у к и н а Е. В. Местоименные вопросительные предложения, направленные на выяснение обстоятельственных значений (по памятникам XI—XVII вв.). Вопросы истории русского языка, 1959, 250—275.

K o u t s o u d a s A. On wh-words in English. *J. Linguistics*, 1968, **4**, 267—273.

K r e t s c h m e r P. Der Ursprung des Fragetons und Fragesatzes. Scritti in onore di Alfredo Trombetti, Milan, 1938, 27—50.

K r i z k o v a H. Tazaci veta a nektere problemy tzv. aktualniho (kontextoveho) členeni. *Naše reč*, 1968, **4**, 200—210.

К у б а р е в Е. М. Интонационно-отрицательные предложения в русском языке в сопоставлении с немецким и другими языками (с более подробной характеристикой одной из таких конструкций — предложений с частицами *разве*, *неужели*). Ученые записки Куйбышевского пед. института, 1961, вып. 31, 231—265.

K u n o S., R o b i n s o n J. J. Multiple wh-questions. *Linguistic inquiry*, 1972, **3**, 463—487.

L a d a n y i P. Zur logischen Analyse der Fragesätze (Abriss einer interrogativen Logik). Acta linguistica academice scientiarum Hungaricae, 1965, **15**, 1—2, 37—66.

L a f a r g e A. La phrase interrogative. In: Documents et recherches-lettres, Hâtier, Paris, 1974, **4**, 3—4.

L a g a n e R. Eléments explétifs dans les phrases interrogatives et imperatives. *Le français dans le monde*, 1965, **35**, 27—28.

L a k o f f R. Questionable answers and answerable questions. In: K a c h r u, L e e s, M a l k i e l, P i e t r a n g e l i, S a p o r t a (eds.). Issues in linguistics: Papers in honor of Henry and Renée Kahane. University of Illinois Press, Urbana, 1973, 453—467.

Lang R. Enga questions: structural and semantic studies. Ph. D. diss., Australian National University, Canberra, 1970.

Langacker R. W. French interrogatives: A transformational description. *Language*, 1965, **41**, 587—600.

— English question intonation. In: Sadock and Vanek (eds.) Studies presented to Robert B. Lees by his students, Edmonton, Alberta, Canada, 1970, 139—161.

— French interrogatives revisited. In: Casagrande J., Saciuk B. (eds.). Generative studies in romance languages. Newbury House, Rowley, Mass., 1972, 36—69.

— The question of q. *Foundations of language*, 1974, **11**, 1—38.

Lawler J. Any questions? In: Papers from the seventh regional meeting of the Chicago Linguistic Society, 1971.

Lehmann Ch. Wortstellung in Fragesätzen. In: Seiler H. J. (ed.). *Linguistic workshop*. Fink, Münich, 1973, **1**, 20—53.

Лойфман. Переспрос как одна из разновидностей вопросительных предложений в современном русском языке. Чкаловский пед. институт. Итоговая научная конференция. Тезисы доклада, 1957, 31.

— О некоторых вопросах изучения вопросительных предложений. Ученые записки Оренбургского пед. института, 1958, вып. 13.

Maas U. Ein Problem der Fragelogik: Sind zurückgewiesene Präsuppositionen Antworten? *Linguistische Berichte*, 1972, **19**, 69—73.

Malone J. L. A transformational reexamination of English questions. *Language*, 1967, **43**, 686—702.

Мальтцев М. Д. Заметки о вопросах и вопросительных предложениях, причины и цели в языке А. С. Пушкина. Ученые записки Ленинградского пед. института, 1949, **76**, 211—220.

* Martin L. A language for questions and answers. *Theoretical linguistics*, 1979, **8**.

Матвеева М. Л. Функции вопросительных слов в предложениях риторического вопроса (на материале публицистики А. И. Герцена). Вопросы теории и методики русского языка Чувашского пед. института, Чебоксары, 1957, вып. 2, 244—265.

Maury N. Observations sur les formes syntaxiques et melodiques de l'interrogation dite totale. *The French review*, 1973, **47**.

Meisel J. M. A possible constraint on wh-questions in French. In: Rohrer Ch. and Ruwet N. (eds.). Actes du colloque franco-allemand de grammaire transformationelle, Tübingen, 1974, **1**, 122—138.

Meunier F. Sur le passage du sens interrogatif au sens affirmatif. Mèmoires de la Societé Linguistique de Paris, 1875, **2**, 246—260.

Михлина М. Л. Явление неполноты в вопросно-ответных конструкциях диалогической речи. Ученые записки Душанбинского пед. института, 19, Сталинабад, 1957, вып. 9, 85—122.

Milner J. Analyse ed la relation question-response en allemand. *Semiotica*, 1973, **9**, 219—240.

Moignet G. Esquisse d'une theorie psycho-mechanique de la phrase interrogative. *Language*, 1966, **3**.

Moravcsik E. Some cross-linguistic generalisations about yes-no-questions and their answers. In: Working papers on language universals. Stanford University, Stanford, Calif., 1971.

Morin Y. Ch. Tag-questions in French. *Linguistic inquiry*, 1973, **4**, 97—100.

Мороз В. Н. О вопросительном предложении. Научные труды Ташкентского университета, 1963, вып. 211, фил. науки, кн. 24, 137—147.

Musić A. Pitanja u hrvatskom ili srpskom jeziku. Rad jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, 1908, 1910, knjiga 172, 101—219; Zagreb, Yugoslavia, 1908. Kn. 184, 96—235; Zagreb, 1910.

— Dodatak «pitanjima u hrvatskom ili srpskom jeziku». Rad jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, 1914, knjiga 203, 150—156.

— Interrogations dans la langue croate ou serbe. Bulletin international de l'académie yougoslave des sciences et des beaux arts. Zagreb, Yugoslavia, 1934, book 1, fasc. 3, 51—52.

— Nehring A. Das Wesen der Fragesätze. *Indogermanische Forschungen*, 1954, **61**, 40—54.

Нишниадзе Л. К. Вопросительные предложения в современном русском и грузинском языках. Труды Тбилисского университета, 1964, вып. 98, серия фил. наук, 197—216.

Noreen A. Tva olika slags fragesatser. *Språk och stil*, 1901, **1**, 1—9.

Oomen U. Kommunikative Funktion und grammatische Strukturen englischer Fragesätze. *Folia linguistica*, 1975, **7**, 43—59.

Ословская А. Д. Структура простого вопросительного предложения с местоименными словами в современном русском языке. Ученые записки Ульяновского пед. института, 1958, **12**, вып. 2, 299—338.

— Вопросительные конструкции внутри сложного предложения в современном русском языке. Ученые записки Ульяновского пед. института, 1959, **15**, вып. 1, 33—52.

Patterson G. French interrogatives: a diachronic problem. In: Casagrande J., Saciuk B. (eds.). Generative studies in romance languages. Newbury House, Rowley, Mass., 1972.

Paul H. Prinzipien der Sprachgeschichte. 8th ed. Niemeyer, Tübingen (1-st ed. 1880), 1968.

О вопросах см. с. 135—138.

Панфилов В. М. О местоименном вопросе. Ученые записки Красноярского пед. института, 1963, **25**, вып. 1, 83—89.

Пешковский А. М. Вопрос о вопросах. В: Пешковский А. М. Избранные труды. М., 1956, 33—49.

Петерсон М. Н. О вопросах. *Русский язык в школе*, 1940, **2**, 38—40.

Пилипенко О. Ф. Интонация неместоименного вопроса и связанного с ним ответа в английском языке (в сопоставлении с украинским языком). Научные записки Киевского пед. института иностранных языков, 1962, **5**, 78—102.

Pinchon J. Les procédés interrogatifs. *Le français dans le monde*, 1967, **17**, 47—49.

Pohl J. Observation sur les formes d'interrogation dans la langue parlée et dans la langue écrite non litteraire. In: Straká G. (ed.). Actes et colloques du dixième congrès de linguistique et de philologie romane 1962, vol. 2, 501—513. Klincksieck, Paris, 1965.

Polikarow A. Elemente der Heuristik. *Probleme* *des Aufbaus einer Problemetheorie*. Rostocker Philosophische Manuskripte, Rostock, E. Germany. 1956, 3.

— Pope E. Answers to *yes-no*-questions. *Linguistic inquiry*, 1971, 2, 69—82.

— Questions and answers in English. Indiana University Linguistics Club, Bloomington, 1975.

В своей работе Поуп предпринимает попытку усовершенствовать и обобщить трансформационный анализ вопросительных предложений английского языка, содержащийся в книге Дж. Катца и М. Постала [1964]. Мотивом для ревизии многих положений этой книги послужило более тщательное исследование взаимодействия между вопросами и ответами. Для риторических вопросов Поуп предлагает глубинную структуру, иную, чем для нериторических. Эта структура призвана отразить тот факт, что риторические вопросы заранее предполагают (presuppose) ответы. Автор показывает, что нериторические вопросы (основное внимание уделяется *да-нет*-вопросам) не предполагают, а скорее находятся под более или менее сильным давлением со стороны одного из возможных ответов. Поуп приводит ряд аргументов, базирующихся на анализе восходящей и нисходящей интонации, в пользу того, что *да-нет*-вопросы синтаксически и семантически родственны дизъюнкциям. Приемлемость прямого ответа варьируется в зависимости от формы вопроса и функции ответа.

Попов А. Оборот «что за...» и сродные с ним. Фил. записки. Воронеж, 1879, вып. 2, 1—12.

Прибылова В. К методике образования русского вопроса. *Русский язык* 7, 1957, 6, 264—269.

Ру В. La interrogación en el español hablado de Madrid. Brussels, 1971.

Рецензия: Schmidt-Radefeldt J. *Kritikon litterarum*, 1974, 3, 9—10.

Распопов И. П. О вопросительных частицах в современном русском языке. Труды Благовещенского пед. института, 1955a, 6, 28—61.

— К вопросу о частицах в современном русском языке (частица «ли»). *Русский язык в школе*, 1955b, 6, 17—19.

— Вопросительные предложения. *Русский язык в школе*, 1958, 1, 34—37.

Regula M. Die Rolle der Frage im Sprachleben. *Zeitschrift Sprachforum*, Münster, 1956, **1**, 11—19.

Renchon H. Etudes de syntaxe descriptive, II: La syntaxe ed l'interrogation, Palais des Academies, Brussels, 1967.

Рецензия: Wunderli P. *Vox Romanica*, 1971, **30**, 190—198.

Рестан П. А. Наблюдения над вопросительными предложениями в русском литературном языке. *Scando-Slavica*, 1963, **9**, 186—207.

— Вопросительное предложение, его формы и функции (на материале русского языка). *Scando-Slavica*, 1966, **12**, 132—148.

— Синтаксис вопросительного предложения. Universitetsforlaget, Oslo, 1972, 880 p.

Richters O. Zur historischen Syntax von interrogativem quel. Diss. Phil., Göttingen, 1910.

Rodtwitt E. Ordstillingen i sporsmal hos Jean Anouilh (Word order in questions in Jean Anouilh). Hovedoppgave, Universitet i Oslo, Norway, 1953.

Rohrer C. Zur Theorie der Fragesätze, In: Wunderlich D. (ed.). Probleme und Fortschritte der Transformationsgrammatik. Hüber, Münich, 1971, 109—126.

Romportl M. Zum Problem der Fragemelodie. *Lingua*, 1955—1956, **5**, 88—108.

Ross J. R. Guess Who? In: Papers from the fifth regional meeting of the Chicago Linguistic Society, 1969.

— Whether-deletion. *Linguistic inquiry*, 1970a, **1**, 146.

— Conjunctive and disjunctive questions. Presented at the first meeting of the New England Linguistic Society. Cambridge Mass., 1970b.

Sadock J. M. Whimperatives. In: Sadock and Vanek (eds.). Studies presented to Robert B. Lees by his students. Edmonton, Alberta, Canada, 1970, 223—238.

— Queclaratives. Papers from the seventh regional meeting of the Chicago Linguistic Society. 1971, 223—232.

— Toward a linguistic theory of speech acts. Academie Press, New York, 1974.

Содержание: Введение. Основания для перформативного анализа. Вставленные (embedded) перформативы. Косвенные речевые акты. Отличие употребления от значения.

Некоторые скрытые иллокуционные акты в английском языке. Выводы.

S a r l e s H. B. An examination of the question-response system in language. *Semiotica*, 1970, **2**, 79—101.

S c h a c h t e r, M e n z e l, P e t e r s o n. Interrogative. In: S t o c k w e l l, S c h a c h t e r, P a r t e e B. (eds.). Integration of transformational theories of English syntax, University of California, 1968, **2**, 625—657.

Это предварительный, но не сокращенный вариант работы Стоквела, Шахтера, Парти [1973].

S c h e r e r P. The Gothic interrogative -u. Proc. 10th International Congress of Linguists, Bucharest, 1967, vol. 4, 461—464.

S c h l y t e r B. Les types interrogatifs en français moderne. *Moderna språk*, Stockholm, 1957, **51**, 99—115.

S c h m i d t - R a d e f e l d t J. Zum metasprachlichen Fragesatz und seiner Integration in die generative Semantik. *Linguistische Berichte*, 1973, **24**, 43—53.

— (forthcoming). Aspekte einer Dialog-Theorie von Frage-Antwort-Sequenzen (anhand des Deutschen, Französischen und Portugiesischen). Kiel, W. Germany.

S c h r e i n e c k e W. Die Entwickelung des Modus im indirekten Fragesatze des Französischen. Diss. phil., Göttingen, 1910.

S h e v e l a J. Skladba tazacich vet v evangelnich textech slovanskych. Diplomni ukol, Brno, Czechoslovakia, 1956.

Ш и г а р е в с к а я Н. А. О структуре вопросительного предложения в современном французском языке. *Вестник Ленинградского университета*, 1963, **2**, 113—122.

Ш и л ь д е р о в а В. Замкнутые вопросы в русском языке. Дипломная работа. Brno, Czechoslovakia, 1959.

Ш м е л е в Д. Н. О некоторых особенностях употребления вопросительных местоимений и наречий в разговорной речи. *Русский язык в национальной школе*, 1959, **66**, 14—18.

S i v e r s F. de L'unité intonationnelle de l'interrogation en hongrois. *Linguistique*, 1965, **1**, 75—112.

S m a c k e y T., B e y m R. Tag-questions — dangerous psycholinguistic territory for TESOL. *International review of applied linguistics*, 1969, **7**, 107—115.

Soell L. Der neufranzösische direkte Fragesatz in einem Corpus der Kindersprache. In: Sprache und Geschichte: Festschrift für Harri Meier, Münich, 1971, 493—506.

Staal J. F. Some semantic relations between sentoids. *Foundations of language*, 1967, **3**, 66—88.

Рецензия: Harman G. H., *JSL*, 1970, 35, 132—133.

Sten H. Wiederholung des Verbums als Antwort. *Archiv für das Studium der Neuren Sprachen*, 1936, **170**, 229—234.

Stockwell, Schachter, Partee B. The major syntactic structures of English. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1973.

Глава «Интеррогативы», с. 600—632. Библиография, с. 601.

Stourdzé C. L'inversion du sujet dans la phrase interrogative. *Le français dans le monde*, 1962, **12**.

Sunden K. F. Betydelseskillnaden mellan fragesatsens bada huvudarter. (The difference in meaning between questions of the two main types.) *Språk och stil*, 1919, **10**, 197—210.

Szmidt Y. Etude de la phrase interrogative en français canadien et en français standard. In: Leon P. (ed.). Recherches sur la structure phonique du canadien français. Didier, Paris, 1969, 192—209.

Terry R. M. The frequency of use of the interrogative formula 'est-ce que'. *French review*, 1966—1967, **40**, 814—816.

— Contemporary French interrogative structures. Edition Cosmos, Quebec, 1970.

Turubull P. La frase interrogativa en la poesia contemporanea. Boletin de la Real Academia Española. Madrid, 1963, 473—605.

Uldall E. T. Ambiguity: question or statement? or 'Are you asking me or telling me?' Proc. 4th International Congress of Phonetic Sciences, Janua Linguarum, Series Maior 10. The Hague, 1962, 779—783.

Ultan R. Some general characteristics of interrogative systems. Working papers on language universals. Fink, Münich, 1969, **1**, 41—63a.

Urbancok M. Prispevok k triedeniu opytovacich viet. *Jazykovedne studie*, 1956, **1**, 213—227. Bratislava, Czechoslovakia,

Valdman A. Norme pédagogique: Les structures interrogatives en français. *International review of applied linguistics*, 1967, **5**, 3—10.

Валимова Г. В. Функциональные типы предложений в современном русском языке. Издание Ростовского университета, 1967.

Van Holk A. G. F. Semiotic aspects of the interrogative. In: Abraham W. (ed.). Ut videam: Contributions to an understanding of linguistics. Festschrift für Pieter Verburg. Peter de Ridder Press, Lisse, Netherlands, 1975, 273—289.

Ванников Ю. В. Классификация вопросительных предложений. Саратовский пединститут, тезисы докладов научной конференции, посвященной итогам научно-исследовательской работы за 1956 г., 1957, вып. 4, 146—149.

Водовозов В. О вопросительных предложениях.— «*Учитель*», 8, Спб., 1869, **15**, 482—485.

Wachowicz K. Against the universality of a single wh-question movement. *Foundations of language*, 1974, **11**, 155—166.

Walther J. Zur Logik von Frage und Antwort. In: Weber H. and Weydt H. (eds.). Akten des 10. linguistischen Kolloquiums Tübingen, 1975, 1976.

Wandruszka M. Réflexions sur la polymorphie de l'interrogation français. *Revue de linguistique romane*, 1970, **34**, 65—77.

Weiser A. How not to answer a question: Purposive devices in conversational strategy. Papers from the 11th regional meeting of the Chicago Linguistic Society, 1975, 649—660.

Wurm A. Odpovedi na dotazy. *Rusky jazyk*, 1953, **3**, 131—132.

Wunderlich D. Fragesätze und Fragen. Düsseldorf, Mimeographed, 1975.

Zacharias C. Die Intonation des Fragesatzes als Ausdruck seiner kommunikativen Funktion, Diss., Erfurt, E. Germany, 1966.

Жинкин Н. И. Вопросы и вопросительное предложение. *Вопросы языкознания*, 1955, **3**, 22—34.

Z i m m e r m a n n G. Aspekte der «question disloquée». *Die neueren Sprachen*, 1970, **19**, 486—491.

Z u b a t y J. Nali, nali-t. *Listy filologicke*, 1910, **37**, 217—228.

Название заимствовано из древних чешских текстов XVI века.

Z u b e r R. A propos de la question dite générale. *Dialectica*, 1972, **26**, 13—137.

B. Автоматизированные системы типа «вопрос — ответ»

B a r t e r C. J. Data structures and question answering. In: K a n e f f S. (ed.). Picture language machines. Academic Press, London, 1970, 341—374.

B i l l A. A question-answering program for simple kernel sentences (QUE 2). Microfiche. University of Texas, Austin, 1971.

B i s s K., C h i e n R., S t a h l F. R2-a natural language question-answering system. Proc. AFIPS Spring Joint Computer Conference. Atlantic City, New Jersey, 1971, vol. 38, 303—308.

B l a c k F. A deductive question-answering system. In: M i n s k y M. (ed.). Semantic information processing. MIT Press, Cambridge, Mass., 1968, 354—402.

B r u c e B. C. A model for temporal references and its application in a question answering program. *Artificial intelligence*, 1972, **3**, 1—26.

C h a n g C., L e e R. C. Symbolic logic and mechanical theorem proving. Academic Press, London, 1973.

Содержание: Введение. Пропозициональная логика. Логика первого порядка. Теорема Эрбранда. Принцип резолюции. Семантическая и замкнутая резолюция. Линейная резолюция. Отношение тождества. Некоторые процедуры нахождения доказательства, опирающиеся на теорему Эрбрана. Программный анализ. Дедуктивный ответ на вопросы; решение задач и программный синтез. Заключительные замечания.

D o l o t t a T. A. et al. Data processing in 1980—1985. Wiley-Interscience, New York, 1976.

Хотя тема вопросов затронута в работе, непосредственно вопросам эта работа не посвящена.

*Финн В. К. К формальному определению понятия информационно-поисковой системы. Научно-техническая информация, сер. 2, 1981, № 5.

*Финн В. К. Логические проблемы информационного поиска. М., «Наука», 1976.

Greene C. C. The application of theorem proving to question-answering systems. Technical report no. CS138. Artificial Intelligence Group, Stanford Research Institute. June, 1969.

Howe W. G. A logic of English questions with emphasis on automated query systems. Ph. D. diss. Northwestern University, Evanston, Ill., 1969.

Jardine D. A. (ed.). Data base management systems. North-Holland, Amsterdam, 1974, 279 p.

Хотя тема вопросов затронута в работе, непосредственно вопросам эта работа не посвящена.

Krägeloh K., Lockemann P. Struktur eines FrageAntwort-Systems auf mengentheoretischer Grundlage. Berichte der Ges. für Mathematik und Datenverarbeitung. Bonn, W. Germany. 1972, no. 55.

Kuhns J. L. Answering questions by computer: A logical study. Memorandum RM-5428-PR. RAND Corporation, Santa Monica, Calif., 1967.

Основная цель работы — исследование процесса ответа на вопросы. По существу, формальное представление вопросов заимствуется из работы Ф. Коэна [1929], а именно в формальной записи вопросов на местах вопросительных слов стоят свободные переменные. Определяется отношение между формально представленными вопросами и множествами значений свободной переменной данной формулы вопроса. Изучается ключевая проблема «неразумных» вопросов типа «Кто не написал «Веверлея»?». В качестве экспликаций понятия разумных вопросов предлагаются понятия определенных (definite), правильных (proper) и допустимых (admissible) формул.

— Logical aspects of question answering by computer.

P-4251. RAND Corporation, Santa Monica, Calif., 1969.

Работа содержит введение и некоторое дополнение к работе Дж. Кунца [1967].

*Ланкастер Ф. Информационно-поисковые системы. «Мир», 1972.

*Lipski W. Information storage and retrieval system— mathematical foundations. Prace CO PAN. CC PAS Reports, № 153, Warszawa, 1974.

*Lipski W., Marek W. On information storage and retrieval systems mathematical foundations. Prace CO PAN. CC PAS Reports, № 200, Warszawa, 1975.

*Lipski W. On Semantic Issues Connected with Incomplete Information Data bases. ACM Transactions on Database Systems, vol. 4, 3, 1979, 262—296.

*Marek W., Pawlak Z. Information storage and retrieval system — mathematical foundations. Prace CO PAN. CCPAS Reports, № 149, Warszawa, 1974.

Martin J. Security, accuracy and privacy in computer systems. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1973.

Хотя тема вопросов затронута в работе, непосредственно вопросам эта работа не посвящена.

Nevins A. J. A human oriented logic for automatic theorem-proving. *J. ACM*, 1974, **21**, 606—621.

Описана дедуктивная система, в которой аспекты резолюции (в частности, унификация и использование функций Сколема) соединены с аспектами натурального вывода. Действие системы удачно сравнивается с наилучшими программами доказательств теорем исчисления предикатов.

Newell A., Shaw J. C., Simon H. A. Report on a general problem-solving program. Proc. International Conference on Information Processing 1959, 1960, UNESCO, Paris, 256 -264.

Работа представляет собой сообщение о машинной программе, носящей название «Общий решатель задач I» (GPS-1). Создание и разработка такой программы отражают научные попытки группы авторов понять природу информационных процессов, лежащих в основе интеллек-

туальных, адаптивных и творческих способностей человека. Применяемый авторами подход является синтетическим — сначала строятся программы, способные решать задачи, требующие интеллекта и адаптации, а затем выявляются те различия в программах, которые можно сопоставить с данными, относящимися к процессу решения задач человеком. GPS-I — это усовершенствованный вариант ранее построенной программы «Логик-теоретик», призванной смоделировать действия студентов колледжа, доказывающих теоремы исчисления высказываний. Настоящая работа ставит своей целью не сопоставление программы с поведением человека, а описание основных параметров программы и определение ее возможностей как устройства, решающего разнообразные задачи. Программу надо рассматривать как попытку расширить имеющиеся представления об интеллектуальной деятельности, но не следует при этом считать, что она представляет собой экономически эффективное устройство, способное решать важного класса задачи. Основные характеристики программы, достойные подробного обсуждения, таковы: 1) рекурсивная процедура решения задач; 2) принципиальное отделение собственно содержания задачи от техники ее решения, что позволяет увеличить общность программы; 3) два общих метода решения задач, применяемых в GPS-I,— анализ целей и средств и планирование; 4) память и организация программы, используемые при ее отладке и реализации.

N i l s s o n N. J. Problem-solving methods in artificial intelligence. McGraw-Hill, New York, 1971, 255 p.

Содержание: Введение. Представления в виде пространства состояний. Методы поиска решения задач в пространстве состояний. Представление задачи в виде совокупности подзадач. Метод сведения задачи к подзадачам. Доказательство теорем в исчислении предикатов. Применение исчисления предикатов к решению задач. Методы обнаружения доказательств теорем исчисления предикатов.

N o r t o n I. M., S t a g l e J. R. Experiments with an automatic theorem-prover having partial ordering inference rules. *Comm. ACM*, 1973, **16**, 682—688.

O v e r b e e k R. A. A new class of automated theorem-proving algorithms. *J. ACM*, 1974, **21**, 191—200.

Определяется процедура вывода из произвольного утверждения S бесконечной последовательности утверждений S_0, S_1, S_2, S_3, . . ., такой, что: а) если существует натуральное число i, при котором S_i невыполнимо, то и S также невыполнимо; б) если S невыполнимо, то найдется такое i, что S_i невыполнимо; в) для всех i эрбрандовский универсум S_i конечен; следовательно, для каждого i выполнимость S_i разрешима. Таким образом, новые алгоритмы основаны на идее порождения последовательности утверждений S_i и проверке каждого из них на выполнимость. Каждый элемент в классе новых алгоритмов полон.

Palme J. Making computers understand natural language programming. Edinburgh University Press. Edinburgh, Scotland, 1971.

Rosenbaum P. A. A grammar base question-answering procedure. *Comm. ACM*, 1967, **10**, 630—635.

Содержанием данной работы является описание процедуры для автоматического поиска определенных сегментов информации, представленной в явном или неявном виде и хранимой в банке данных через вопросы, задаваемые на естественном языке. Процедура предусматривает использование распознающего устройства, которое относительно определенного класса грамматик правильно разрешает грамматичные и неграмматичные продолжения естественного языка. Такого рода устройство можно использовать по следующей причине: значительная часть информации полностью выразима в виде множества предложений естественного языка — множества, которое может быть исчерпывающе порождено грамматикой и притом такой, которая порождает только это множество. Опираясь на правила этой грамматики, распознаватель будет давать оценку утвердительным и вопросительным предложениям в нормальной ситуации. Поскольку распознавание достигает успеха лишь в том случае, если заданный вопрос взят из множества предложений, выражающих информацию, или, говоря более точно, является грамматически правильным относительно грамматики, порождающей данное множество предложений, сам процесс распознавания является процедурой поиска информации. Когда распознавание приводит к успеху, значение функции распознавания есть запрашиваемая информация.

Schank R. C. Finding the conceptual content and intention in an utterance in natural language conversation. Proc. 2nd International Joint Conference on Artificial Intelligence, London, 1971, 444—454.

Впервые описанный в IJCAI концептуальный зависимостный анализатор изменен таким образом, чтобы он стал еще более концептуальным и меньше опирался на синтаксические правила. Для этого система, ориентируемая на концептуальный анализ, должна знать, что искать. Иначе говоря, система должна делать предсказания о том, что может произойти в каждой последующей точке цепочки анализа. В статье обсуждается вопрос о расширении сферы деятельности концептуального предсказателя, в результате которого система могла бы делать предсказания, опираясь на контекст и на структуру оперативной памяти модели, действующей вместе с анализатором. Такие предсказания используют отношения между концептуальными действиями и выводами из этих действий. Последнее дает возможность анализатору не ограничиваться только раскрытием концептуального содержания высказывания в контексте. Нас интересует выделение как эксплицитного, так и имплицитного содержания высказывания с целью обеспечить эффективный анализ в режиме диалога.

Schleichert H. Studien zur Interrogativlogik und automatischen Fragebeantwortung. LB-Papier no. 16. Vieweg, Brunswick, W. Germany, 1971.

Описана программа Фортран, которая делает примерно то же, что и программа, изложенная в работе Ф. Блэка [1968].

— Studien zur Interrogativlogik und automatischen Fragebeantwortung: II. Das Programm BOOLETTE. LB-Papier no. 27. Vieweg, Brunswick, W. Germany, 1972.

Программа Фортран для дедуктивной вопросно-ответной системы, использующей пропозициональное исчисление.

Schwarcz R., Burger J., Simmons R. A deductive question-answerer for natural language inference. *Comm. ACM*, 1970, **13**, 167—183.

Simmons R. F. Answering English questions by

computer: A survey. *Comm. ACM*, 1965, **8**, 53—70. См. также: B o r k o H. (ed.). Automated language processing. Wiley & Sons, New York, 1967, 253—289.

— Natural language question-answering systems: 1969. *Comm. ACM*, 1970, **13**, 15—30.

Работа содержит обзор недавних экспериментов по программированию естественно-языковых вопросно-ответных систем. Цель обзора — проанализировать имеющиеся методы синтаксического, семантического и логического анализа цепочек английского языка. Делается вывод, что для экспериментальных малых систем разработаны по крайней мере минимально эффективные технические приемы для ответов на вопросы, взятые из определенных подмножеств естественного языка, и проводятся полезные научные изыскания в этой области. Современные подходы к семантическому анализу и логическому выводу оцениваются как важные начинания, однако высказывается сомнение в возможности обобщить их на случай более тонких аспектов значения или применить их к большим массивам предложений английского языка. Переход от экспериментов с малыми системами к созданию крупных систем обработки языковой информации, использующих словари объемом в несколько тысяч слов и соответственно большие грамматики и семантические подсистемы, может повлечь за собой качественное возрастание сложности и потребовать совершенно иных подходов к семантическому анализу и моделированию вопросно-ответной деятельности.

S l a g l e J. R. Experiments with a deductive question-answering program. *Comm. ACM*, 1965, **8**, 792—798.

Рецензия: C o o p e r D. C. *JSL*, 1970, **35**, 596.

S t e e l T. B., Jr. (ed.). Formal language description language for computer programming. North-Holland, Amsterdam, 1966, 330 p.

Хотя тема вопросов затронута в работе, непосредственно вопросам эта работа не посвящена.

— Data base standardization—a status report. In: D o u g u e B., N i j s s e n G. H. (eds.). Data base descriptions. North-Holland, Amsterdam, 1975, 183—198.

Хотя тема вопросов затронута в работе, непосредственно вопросам эта работа не посвящена.

Thompson, Lockemann, Dostert, Deverill. REL: a rapidly extensible language system. Proc. 24th National ACM Conference, 1969, 399—417.

Travis L., Kellog C., Klahr P. Inferencial question answering: Extending Converse. System Development Corp., Santa Monica, Calif., 1973.

В работе описана подсистема логического вывода, которую можно применить в любой существующей вопросно-ответной системе. Основной акцент делается на дедукции в контексте вопросно-ответной ситуации, а не на математической системе вывода. Подсистема логического вывода была изобретена для того, чтобы для данного вопроса на входе вопросно-ответной системы находить релевантные общие посылки, из которых впоследствии путем вывода можно было бы получать очень большое число допустимых посылок. Большинство этих посылок не имеет отношения к поставленной конкретной задаче. Сначала система вывода строит предварительные, скелетные деривационные предложения, с помощью которых осуществляется поиск возможных выводов, прежде чем будет предпринята какая-либо попытка верифицировать предложения. Таким образом, верификация откладывается до того момента, пока не будут определены все возможные планы доказательств. На более поздних стадиях работы системы исследуется переменный поток внутри вывода с целью обнаружения возможных коллизий, а также изучается массив фактов для построения совместимых множеств оценок распределения. Чтобы облегчить вывод, в системе вывода предусмотрено использование семантической информации.

Westin A. F., Baker M. A. Data banks in a free society. Quadrangle Books, New York, 1972, 522 p.

Winograd T. Understanding natural language. Academic Press, New York and London, 1972.

В книге описывается вычислительная система понимания английского языка, способная отвечать на вопросы, выполнять приказания, а также воспринимать и анализировать информацию в процессе диалога на естественном языке. Система основывается на допущении, согласно которому в моделировании процесса понимания языка необходимо применить интегральный подход к исследованию всех аспектов языка — синтаксиса, семантики и логического вывода. Рассматриваемая система содержит подсистему грамматического разбора, распознающую (системную) грамматику английского языка, программы для семантического анализа и общую подсистему поиска решения задач. Предполагается, что компьютер не может разумно обращаться с языком, пока не будет понят предмет обсуждения. Поэтому системе задается подробная модель некоторой предметной области. Кроме того, система имеет простую модель собственного внутреннего мира. Она способна запоминать, анализировать свои планы и действия и выполнять их. В ходе диалога с человеком система, отвечая на входные фразы английского языка действиями или предложениями того же языка, обращается за разъяснениями, если ее эвристические программы не могут понять предложение, опираясь на знания синтаксиса, семантики, контекста и предметной области. Знания в системе представлены в виде процедур, рассчитанных на представление синтаксиса, семантики и логического вывода. Гибкость и большая сила системы достигаются за счет того, что каждый фрагмент знания может быть процедурой. Процедура может обращаться непосредственно к любому другому знанию в системе.

W o o d s W. A. Procedural semantics of a question-answering machine. Proc. AFIPS Fall Joint Computer Conference, 1968, vol. 33, 457—471.

Г. Психология и педагогика

B u e l o w E. Kommunikative Ethik. Schwann, Düsseldorf, 1972, 303 p.

G e o r g i i E. Die Kunst des Fragens. Verlag für Wirtschaft und Verkehr, Stuttgart, 1936, 47 p.

H a r r a h D. The logic of questions and its relevance to instructional science. *Instructional science*, 1973, **1**, 447—467.

В статье обсуждаются понятие логики вопросов, ее отношение к обучению и возникающие при построении логики вопросов проблемы, аналогичные тем, которые

встают на пути обучения. Дается характеристика нескольких систем логики вопросов, и в частности Белнапа и Оквиста. Разбирается понятие педагогического вопроса — «педагогического» в широком смысле слова. Адекватная система, которая может иметь дело с педагогическими вопросами, есть эротетическая логика в широком понимании слова «эротетическая», охватывающая не только отдельные интеррогативы, но и множества интеррогативов различных типов, а также множества соответствующих ответов разных типов. Именно такого рода эротетическая логика слегка затронута в работе и более полно изложена в приложении. Ставится вопрос относительно ее адекватности.

Kreibig J. H. Beiträge zur Psychologie und Logik der Frage. *Archiv für die gesamte Psychologie*, 1914, **33**, 152—212.

Loew F. Logik der Frage. *Archiv für die gesamte Psychologie*, 1928, **66**, 357—436.

Содержание: Сущность вопроса. Вопросительное предложение как языковое выражение. Интерпретация вопроса как психического процесса. К структуре знания. Знание как желанная цель. Необходимые и достаточные составные части вопроса. Вопрос и ответ. О классификации вопросов. Об отношении между вопросами. Процесс ответа на вопрос. Вопрос как составная часть духовно-психической реальности.

Meux M. O., Othanel Smith B. A study of the logic of teaching. University of Illinois Press, Urbana, 1970, 231 p.

Kochan B., Kochan D. Problemlösung durch Fragestrategien: Eine Lerneinheit zur Sprachförderung im 5. Schuljahr. *Die Deutsche Schule*, 1971, **63**, 246—258.

Martinak E. Das Wesen der Frage. Atti del V. congresso internazionale di psicologia, Rome, 1906, 333—336.

Pawlowski T. Theory of questions and its applications to social sciences. *Polish sociological bulletin*, 1969, **20**, 95—109.

Petzelt A. Von der Frage. Eine Untersuchung zum Begriff der Bildung. Lambertus, Freiburg i. Br., W. Germany, 1962, 190 p.

Robinson W. P., Rackstraw S. J. A question of answers (2 vols.). R. and K. Paul, London, 1972. Немецкое издание: Soziolinguistische Untersuchungen über Antworten. Schwann, Düss., 1973.

Содержание: Постановка задачи и план исследования. Обмен вопросами и ответами. Анализ ответов — система анализа в применении. Ограниченные и разработанные коды и процесс ответа на вопрос. Ответы пятилетних детей на вопросы с вопросительными словами (частные вопросы). Ответы матерей на вопросы детей. Ответы на частные вопросы и их отношение к теории Бернштейна. Приложение А — образцы транскрипций ответов матерей и детей; обоснованность содержания таксономической схемы — эмпирические данные; таксономическая схема — резюме и выводы. Приложение В — схема записи ответов на вопросы с вопросительными словами. Приложение С — вопросы семилетних детей.

Smith N. C. A question-answering system for elementary mathematics. Ph. D. diss., Stanford University, 1974.

Tumlirz O. Das Wesen der Frage. Beiträge zu ihrer Psychologie, Gegenstandstheorie und Pädagogik. Leipzig, 1919, 160 p.

Содержание: I. Вклад в психологию и предметная теория вопроса: проблемный характер вопроса; объект, объектив, дигнитатив, дезидератив; психологическое проявление эмоциональных переживаний; психологический эффект вопроса; неопределенный объект и интеррогатив, действие и содержание вопроса; существо ответа; типы вопросов; резюме. II. Вклад в педагогику вопроса: противоречие между старой и новой педагогикой — вопросы преподавателей и учеников; психологический эффект смущающих вопросов; психологический характер вопросов учеников; духовные ступени развития молодежи: а) ступени развития; б) интересы; пределы интеллектуальных интересов молодежи; объем программы школьного образования; можно ли жертвовать целями обучения в школе в пользу естественных интересов молодежи; область вопроса, заданного учителем; область вопроса, задаваемого учеником; резюме.

Wunderlich D. Unterrichten als Dialog. *Sprache im technischen Zeitalter*, 1969, 32, 263—287.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Н. БЕЛНАП

КАК НУЖНО РАССУЖДАТЬ КОМПЬЮТЕРУ *

Введение: компьютер. Я предполагаю, что иногда должна использоваться четырехзначная логика. Следует подчеркнуть, что я употребляю слово «логика» в узком, старом его смысле: логика как *органон*, средство, критерий вывода. Следует также учесть, что я употребляю слово «должен» в его прямом, нормативном значении.

Мое предположение о полезности четырехзначной логики имеет локальный характер. Оно не является «большим требованием», согласно которому все всегда должны пользоваться этой логикой (в статье такое требование не комментируется), но является «малым требованием», утверждающим, что существуют обстоятельства, при которых некто — не вы — должен отказаться от обычной двузначной логики и использовать вместо нее другую. Для дальнейшего эти обстоятельства являются существенными.

Ситуация, которую я имею в виду, может быть описана следующим образом. Во-первых, проводящим рассуждение интеллектуальным устройством, которое должно использовать четырехзначную логику, является искусственный информационный процессор, т. е. (программированный) компьютер. Уже это первое предположение влечет за собой важное следствие. Иногда в качестве аргумента для сохранения классической двузначной логики выдвигается такой довод: двузначная логика является испытанной и апробированной, а это значит, что она обладает преимуществом привычности. С последним (хотя и не решающим) аргументом готовы согласиться те, кто, как и я, заинтересован в практическом применении логики. Он аналогичен принципу «минимального искажения» Куайна, хотя очень хотелось

* Belnap N. D., Jr. How a Computer Should Think. Contemporary Aspects of Philosophy Proceedings of the Oxford International Symposium, 1976.

бы, чтобы эмоциональность тона, сопровождающая слово «привычность», прочно отложилась в памяти. При условии, что в данной ситуации в качестве рассуждающего устройства я рассматриваю компьютер, указанный аргумент не имеет силы. Понятие «привычное для компьютера» лишено смысла, и, разумеется, компьютеру безразлично, какая логика привычна для *нас*. В свою очередь для программиста введение в компьютер необычной логики не затрудняет его работу. Вот и все, что я хотел сказать по поводу эмоционального освобождения от двузначной логики.

Во-вторых, компьютер должен быть некоторой сложной вопросно-ответной системой определенного типа, причем под словом «сложная» я понимаю систему, которая, отвечая на вопросы, не ограничивается данными, содержащимися в ее памяти в явном виде, но может отвечать на вопросы, основываясь на *заключениях*, которые она составляет исходя из эксплицитно записанной информации. На сегодняшний день такие устройства как будто еще не созданы, но с ними связаны все наши надежды. Во всяком случае ясно, что коль скоро нет необходимости в рассуждении, вряд ли возникает потребность в логике.

В-третьих, имеется в виду, что компьютер получает информацию, на основе которой он делает заключения, из разных источников. Каждый из источников, возможно, вполне надежен, но ни один из них не может считаться эталоном из эталонов, универсально правдивым информатором. Легко представить себе по меньшей мере две картины. Одна описывает поведение компьютера в ситуации, когда множество людей, способных допускать ошибки, утверждают, что правильно, а что нет, или, что примерно одно и то же, когда один человек обеспечивает компьютер информацией в течение длительного времени. Другая картина изображает компьютер как часть сети искусственных интеллектуальных устройств, с которыми компьютер обменивается информацией. В любом случае существенно, что отсутствует единый, монолитный, безошибочный источник данных для компьютера — входные данные поступают в компьютер из нескольких независимых источников. В таких условиях проявляется типичная особенность информационной ситуации: *угроза противоречивости* информации. Элизабет, к примеру, сообщает компьютеру, что «Пираты» победили в Серии 1971 г., в то время как Сэм сообщает ему, что «Пираты» не победили. Что в таком случае должен делать компьютер?

Если компьютер является классическим двузначным логиком, он должен полностью отказаться сообщать что-либо о ком-либо или, что то же, должен сказать все обо всех. Плодовитость противоречий в двузначной логике хорошо известна: они никогда не проявляются изолированно, локализованно, а заражают всю систему. Конечно, компьютер мог бы отказаться принимать противоречивую информацию. Однако, во-первых, это было бы нечестно либо по отношению к Элизабет, либо по отношению к Сэму, репутации которых являются, по предположению, почти безупречными, и, во-вторых, не секрет, что противоречия могут быть не столь явными. В системе может оказаться *необнаруженное* противоречие, или, что еще хуже, противоречие, которое остается невыявленным еще долгое время после того, как введенная информация, породившая данное противоречие, перемешалась с общей информацией, содержащейся в компьютере, и потеряла свои индивидуальные признаки. При этом все же хотелось бы, чтобы компьютер выдавал только такие заключения, которые порождают разумные ответы на наши вопросы.

Желательно, конечно, чтобы компьютер сообщал обо всех противоречиях, которые он обнаруживает, и поэтому совершенно нежелательно, чтобы он их игнорировал. Именно в тех случаях, когда существует возможность противоречивости, мы хотим, чтобы компьютер был способен продолжать вести рассуждения разумным способом, даже если имеется скрытое или обнаруженное противоречие. Даже если компьютер обнаружил и сообщил о противоречивости имеющейся в нем информации, например, о том, что в бейсбольном матче «Пираты» одновременно выиграли и проиграли в Серии 1971 г., было бы нежелательно, чтобы эта противоречивость отразилась при ответах компьютера на вопросы о расписании авиарейсов. Однако если компьютер является двузначным логиком, противоречие в информации о состязаниях по бейсболу *заставит* его собщить, что невозможно добраться из Блумингтона в Чикаго, а также что ежедневно совершается ровно 3000 рейсов из города в город. Шапиро удачно назвал подобную ситуацию «загрязнением информации», так что я предлагаю *сохранить чистоту нашей информации.*

Таким образом, у нас есть *практический* довод в пользу рассмотрения ситуации, при которой компьютеру сообщается одновременно, что некое происшествие имело место в действительности и что оно — выдумка (в одно и то же время, в одном и том же месте, при одних и тех же обстоятельствах и т. д.).

В обсуждаемой нами ситуации можно выделить еще один, четвертый аспект, значение которого мне не до конца понятно, но о котором тем не менее следует упомянуть для правильной оценки последующих рассуждений. Мой компьютер *не является* совершенным мыслящим устройством, которое, столкнувшись с противоречием, было бы способно сделать нечто большее, чем просто сообщить о его существовании. Совершенное устройство, по-видимому, должно обладать некоторой стратегией, с тем чтобы, обнаружив противоречивость своих представлений, иметь возможность отказаться от них. Так как я никогда не слышал о практической, разумной и чисто механической стратегии для пересмотра представлений при наличии противоречия, то вряд ли я виноват в том, что не снабдил свой компьютер такой стратегией. В то же время пока другие разрабатывают эту чрезвычайно важную проблему, мой компьютер может только устанавливать и сообщать о противоречиях, не устраняя их.

Этот четвертый аспект связан с пятым: на заданные вопросы компьютер должен отвечать строго в терминах полученного сообщения, а *не* в терминах информации, которая могла быть запрограммирована в нем с целью обеспечить большую эффективность его работы. Например, если компьютеру было сообщено, что «Пираты» выиграли и не выиграли в 1971 г., то компьютер именно так и должен ответить, хотя мы могли бы запрограммировать его для распознавания ложности подобных сообщений. Затронутая проблема и проста и сложна одновременно: если бы компьютер не сообщал о противоречиях в ответ на наши вопросы, мы не имели бы способа узнать о том, что в его базе содержится противоречивая информация. (Мы могли бы, если бы пожелали, запросить компьютер о выдаче нам *дополнительного* сообщения, например такого: «Мне было сказано, и что «Пираты» выиграли и что они не выиграли; но это, разумеется, неправильно». Однако будет ли такое сообщение полезным?)

Аппроксимационные решетки. Основным понятием настоящей работы является понятие *аппроксимационной решетки*, предложенное Д. Скоттом [см., например, Скотт, 1970 — 1972]. Прежде чем продолжать, позвольте сказать о нем несколько слов. Вы будете разочарованы математическим определением аппроксимационной решетки: с математической точки зрения это не что иное, как полная решетка; иными словами, это множество A, на котором задан частичный порядок $\sqsubseteq$, и такое, что для произвольного подмножества X множества A всегда существует наименьшая верхняя грань $\sqcup X \varepsilon A$ и наибольшая нижняя грань $\sqcap X \varepsilon A$ (для двухэлементных подмножеств пишется $x \sqcup y$ и $x \sqcap y$). Однако я не называю полную решетку аппроксимационной, если она не отвечает следующему нематематическому требованию: для аппроксимационной решетки отношение $x \sqsubseteq y$ имеет смысл интерпретировать, как «x приближает y». Примеры, приведенные Скоттом, содержат решетку «приближенных и переопределенных действительных чисел», причем мы отождествляем приближенное действительное число с интервалом и считаем, что отношение $x \sqsubseteq y$ имеет место только в случае $y \subseteq x$. (Единственное) переопределенное действительное число является пустым множеством. В качестве другого примера Д. Скотт предлагает рассмотреть решетку «приближенных и переопределенных функций» из A в B, отождествляемых с подмножествами прямого произведения множеств $A \times B$. Здесь мы имеем $f \sqsubseteq g$ только в случае, когда $f \subseteq g$.

В таких решетках важными являются *направленные* (directed) множества, т. е. такие, у которых каждая пара элементов x и y имеет верхнюю грань z, также принадлежащую этому множеству. Каждое направленное множество можно представлять как приближенное посредством предельного перехода к своей сумме $\sqcup X$, т. е. если X — направленное множество, то удобно представлять себе сумму $\sqcup X$ как предел X. (Возрастающая последовательность $x_1 \sqsubseteq \ldots \sqsubseteq x_i \sqsubseteq \ldots$ является частным случаем направленного множества.) Теперь, если обратиться к семейству функций, являющихся отображениями из одной аппроксимационной решетки в другую (или, разумеется, в ту же самую), то, как показал Д. Скотт, важными будут *непрерывные* функции, т. е. функции, сохраняющие нетривиальные направленные суммы (т. е. $f(\sqcup X) = \sqcup \{fx : x \varepsilon X\}$ для всякого непустого направленного множества X). Это единственные функции, которые сохраняют решетки в качестве *аппроксимационных*. Предлагаемая идея столь фундаментальна, что я решил сформулировать ее в виде тезиса, подобно тезису Черча.

Тезис Скотта. При наличии полных решеток A и B, интуитивно воспринимаемых как аппроксимационные, обращайте внимание только на непрерывные функции из A в B, решительно пренебрегая всеми другими функциями, поскольку те нарушают структуру A и B как аппроксимационных решеток.

Хотя честность вынуждает меня приписать данный тезис Скотту, она же заставляет меня заметить, что формулировка тезиса — моя собственная и что в такой формулировке он может не понравиться Д. Скотту, который, возможно, сочтет более важным другой тезис, сформулированный в том же духе; например, тезис о том, что каждая аппроксимационная решетка (в интуитивном смысле) является непрерывной (в смысле Д. Скотта, [1972]).

В последующем изложении будет видно, в какой мере я опираюсь на тезис Скотта.

Программа. Дальнейший материал этой статьи делится на три части. В части I описывается ситуация, когда компьютер воспринимает только *атомарную* информацию. Это сильное ограничение, но оно порождает сравнительно простую ситуацию, в которой удобно развить некоторые ключевые идеи. В части II компьютеру разрешается воспринимать информацию, выраженную *функционально составными* предложениями. В этом случае я предлагаю в качестве нового типа значений некоторых формул отображения эпистемических состояний в эпистемические состояния. В части III компьютеру разрешено также воспринимать *импликации, рассматриваемые как правила* для улучшения базы данных.

Часть I. Атомарные входные данные

Атомарные предложения и аппроксимационная решетка **A4**. Здесь и далее мы должны хорошо помнить обстоятельства, в которых оказывается компьютер, и в особенности тот факт, что последний должен быть готов к восприятию и рассмотрению противоречивой информации. Я хочу предложить некоторую естественную технику, которой удобно пользоваться в таких случаях, а именно, когда какая-либо единица поступает на вход как подтверждаемое сообщение, отмечать ее символом «говорит Истину», а когда единица поступает как отвергаемая, отмечать ее символом «говорит Ложь», рассматривая оба высказывания как совершенно равноправные. Легко видеть, что это приводит к четырем возможностям. Каждую единицу информации в массиве базы данных компьютер стремится хранить отмеченной одним из следующих четырех способов: 1) только символом «говорит Истину», показывая тем самым, что сообщение было подтверждено и никогда не было отвергнуто; 2) только символом «говорит Ложь», показывая тем самым, что сообщение было отвергнуто и никогда не подтверждалось; 3) символа «говорит» вообще нет; это означает, что компьютер находится в неведении относительно истинностного значения сообщения, ему ничего не было сообщено; 4) интересный случай: сообщение может быть помечено одновременно и значком «говорит Истину», и значком «говорит Ложь». (Напомним, что допущение этого случая представляется *практически необходимым*, поскольку человек может ошибаться.)

Эти четыре возможности представляют собой в точности четыре значения многозначной логики, которую я предлагаю компьютеру в качестве практического руководства в рассуждениях. Дадим этим значениям имена:

T — «говорит только Истину»;

F — «говорит только Ложь»

None — «не говорит ни Истины, ни Лжи»;

Both — «говорит и Истину, и Ложь».

Итак, у нас имеется четыре значения, отмеченные как **4** $= \{$***T***, ***F***, ***None***, ***Both***$\}$. Разумеется, эти значения еще не составляют логики, но давайте посмотрим, что мы теперь имеем.

Наше предположение требует, чтобы система, использующая четырехзначную логику, кодировала каждое атомарное предложение, представленное в ее базе данных, вместе с указанием на то, какое из четырех значений это предложение имеет на данном этапе. Отсюда следует, что компьютер не может задать некоторый класс простым перечислением его элементов, предполагая, что неперечисленные элементы не принадлежат данному классу. Действительно, поскольку имеется четыре значения, то существует четыре функциональных состояния каждого элемента: компьютеру может быть не сообщено ни одного, а может быть сообщено одно или каждое из утверждений «в классе» и «не в классе». Сами собой возникают две процедуры. Первая должна помечать каждое из сообщений одним из значений ***T***, ***F*** или ***Both***, если про них компьютеру нечто сообщается, и отмечать отсутствующие сообщения в списке значением ***None***, если у компьютера отсутствует какая-либо информация о данном сообщении. Вторая процедура должна перечислять каждую единицу с одним *или двумя* значениями «говорит» — «говорит Истину» и «говорит Ложь» не перечисляя элементов, для которых отсутствуют оба значения «говорит». Очевидно, что указанные процедуры эквивалентны, и потому в нашем изложении мы не будем проводить различия между ними, а будем применять одну или другую, когда это окажется удобным.

Та же процедура используется для отношений, однако в последнем случае отмечаются упорядоченные пары. Например, фрагмент корректной таблицы, указывающей победителей Серий и понимаемой как запись отношения между командами и годами, может выглядеть так:

⟨«Пираты», 1971⟩ ***T*** или ⟨«Пираты», 1971⟩ Истина;

⟨«Ориолес», 1971⟩ ***F*** или ⟨«Ориолес», 1971⟩ Ложь

Однако если Сэм ошибся и дал неправильную информацию после того, как Элизабет уже записала верхнее сообщение, то первая строчка таблицы превратится в

⟨«Пираты», 1971⟩ ***Both*** или ⟨«Пираты», 1971⟩ Истина, Ложь.

Чтобы быть точными, будем считать (в этой части статьи), что эпистемическое состояние компьютера формулируется на языке таблицы, где каждому атомарному предложению (прим. 9) приписано одно из четырех значений. Назовем такую таблицу *сетап* (следуя аналогичному словоупотреблению Р. и В. Раутли [1972]). Говоря формально, сетап является отображением атомарных предложений в множество **4** = $\{$***T, F, None, Both***$\}$. Когда атомарная формула поступает в компьютер как подтверждаемая или отвергаемая, последний изменяет свой наличный сетап, добавляя соответственно символы «говорит Истину» или «говорит Ложь». Компьютер не уничтожает ничего из уже имеющейся информации, и в этом заключается основное достоинство нашего предложения. Другими словами, если сообщение p подтверждается, компьютер отмечает p посредством ***T*** в случае, когда p ранее было отмечено посредством ***None***, и посредством ***Both*** в случае, когда p ранее было отмечено посредством ***F***, и, конечно, он оставляет все без изменения, если p уже было отмечено посредством ***T***, либо посредством ***Both***. На этом мы закончим обсуждение входных сообщений.

Наш компьютер не только принимает информацию на входе, но и отвечает на вопросы. Рассмотрим лишь одно основное соотношение для p, а именно: компьютер отвечает на вопросы одним из следующих четырех способов — «Да», «Нет», «Да и Нет» или «Мне неизвестно», в соответствии со значением p в своем наличном сетапе — ***T, F Both*** или ***None***. (Неверно думать, что эти четыре ответа определяются лишь четырехзначной логикой и исключаются при двузначной логике; просто в четырехзначном случае они становятся более плодотворными [см.: Белнап, 1964; Белнап и Стил, 1975].)

Предупреждение или, как говорит Н. Бурбаки, *«опасный поворот»* (~): знак «говорит Истину» *не*эквивалентен ***T***. Отношения здесь, скорее, следующие. Во-первых, компьютеру говорят «Истина» о некотором предложении *A* только в случае, когда компьютер отметил *A либо* посредством ***T***, *либо* посредством ***Both***. Во-вторых, компьютер отмечает ***A*** посредством ***T*** только в случае, когда *A* было сообщено ему как «Истина» *и* не было сообщено как «Ложь». Аналогичное отношение имеет место между ***F*** и «говорит Ложь». Эти отношения вполне очевидны, но на практике приводят к путанице. Пожалуй, лучше всегда читать «говорит Истину» как *«по меньшей мере* говорит Истину», и ***T*** — как «говорит *только* Истину».

Теперь я хочу сделать очень важное для дальнейшего изложения замечание: введенные четыре значения образуют решетку с отношением порядка «приближает информацию», а в действительности аппроксимационную решетку в указанном выше смысле.

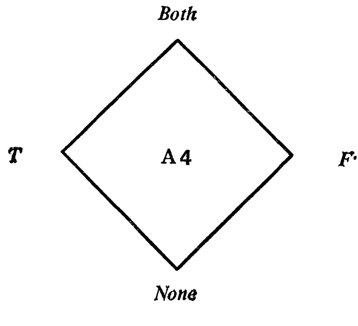


Рис. 1 Аппроксимационная решетка A4.

(В этой диаграмме Хассе объединениями ($\sqcup$) и пересечениями ($\sqcap$) являются наименьшие верхние и наибольшие нижние грани соответственно, а $\sqsubseteq$ повышает значение. ***None*** является нижней точкой, так как вообще не дает никакой информации. ***Both*** является вершиной, так как дает слишком противоречивую информацию, предлагая рассматривать отмеченное этим символом предложение и как «Истину, и как «Ложь».) Как уже отмечалось, Д. Скотт изучал аппроксимационные решетки детально и в более интересном случае, и все же эта небольшая четырехэлементная решетка очень существенна для большей части его работы. Отмечалось также, что в соответствии с тезисом Скотта важными для аппроксимационных решеток типа **A4** являются непрерывные функции. К счастью, мы пока не имеем дела с непрерывностью, поскольку в конечном случае для функции быть непрерывной — то же самое, что быть *монотонной*, т. е. сохранять структурный порядок: $a \sqsubseteq b$ влечет $fa \sqsubseteq fb$.

Предположим, к примеру, что функция g на **A4** принимает значение ***T*** в ***F*** и ***F*** в ***T***: g(***T***)=***F***, g(***F***)=***T***. Тогда, поскольку g — монотонна, а ***T***⊑***Both***, имеем ***T***⊑g (***Both***) и аналогично ***T***⊑g(***Both***). Отсюда g(***Both***)=***Both***. Подобным образом легко посчитать, что если g — монотонна (как все хорошие функции), то g (***None***)=***None***.

Составные предложения и логическая решетка **L4**. Теперь функция g не будет *просто* примером монотонной функции на решетке **A4** приближаемых и противоречивых истинностных значений. Фактически она представляет собой *отрицание*, которое порой называют «первородным грехом логики», но, если мы хотим иметь достаточно богатый язык, что необходимо нашему компьютеру, чтобы тот мог отвечать на простые *да-нет*-вопросы. Для того чтобы понять, почему g действительно является отрицанием, заметим, что значения ***T*** и ***F***, представляющие простой случай, должны быть подобны обычным истинностным значениям «Истина» и «Ложь», поскольку мы, разумеется, хотим, чтобы выполнялись соотношения ~ ***T***=***F*** и ~ ***F***=***T***. Теперь же тезис Скотта предоставляет нам *единственное* решение задачи продолжения отрицания до значений на другой паре элементов. Если отрицание есть хорошая монотонная функция на аппроксимационной решетке **A4**, то мы *должны* иметь ~ ***None***=***None*** и ~ ***Both***=***Both***.

Суммируем наши рассуждения об отрицании, представив результат в виде таблицы:

	None	*F*	*T*	*Both*
~	*None*$^{\mathrm{m}}$	*T*$^{\mathrm{tt}}$	*F*$^{\mathrm{tt}}$	*Both*$^{\mathrm{m}}$

Здесь «tt» в верхнем углу означает, что значение было получено в соответствии с обычной таблицей истинности, в то время как «m» указывает на то, что для получения данного значения пришлось привлечь монотонность.

Определив отрицание, перейдем к конъюнкции и дизъюнкции. Начнем построение истинностной таблицы для них с ее *T*—*F* части, а затем привлечем монотонность (по каждо-

&	*None*	*F*	*T*	*Both*
None	*None*$^{\mathrm{m}}$		*None*$^{\mathrm{m}}$	
F		*F*$^{\mathrm{tt}}$	*F*$^{\mathrm{tt}}$	
T	*None*$^{\mathrm{m}}$	*F*$^{\mathrm{tt}}$	*T*$^{\mathrm{tt}}$	*Both*$^{\mathrm{m}}$
Both			*Both*$^{\mathrm{m}}$	*Both*$^{\mathrm{m}}$

∨	*None*	*F*	*T*	*Both*
None	*None*$^{\mathrm{m}}$	*None*$^{\mathrm{m}}$		
F	*None*$^{\mathrm{m}}$	*F*$^{\mathrm{tt}}$	*T*$^{\mathrm{tt}}$	*Both*$^{\mathrm{m}}$
T		*T*$^{\mathrm{tt}}$	*T*$^{\mathrm{tt}}$	
Both		*Both*$^{\mathrm{m}}$		*Both*$^{\mathrm{m}}$

му аргументному месту) и, основываясь на некоторых простых соображениях, продолжим значения, как указано.

Пользуясь только обычными истинностными таблицами и монотонностью, нельзя однозначно, в отличие от отрицания, задать конъюнкцию и дизъюнкцию. Конечно, можно было бы применить некоторые ухищрения, опираясь на интуицию, но здесь нам не хотелось бы поступать таким образом. Лучше, по-видимому, попытаться понять, как далеко можно зайти, оставаясь в рамках чистой теории.

Оказывается, стоит только потребовать, чтобы конъюнкция и дизъюнкция были связаны друг с другом некоторым отношением минимальности, как каждая клетка будет определена однозначно. Здесь можно пойти несколькими возможными путями. Мы выберем путь, равноправный со всеми другими, согласно которому ограничения, стандартно устанавливаемые связками & и $\vee$, одни и те же.
Это означает, что верны следующие эквивалентности:

$a\&b=a$ тогда и только тогда, когда $a\vee b=b$;
$a\&b=b$ тогда и только тогда, когда $a\vee b=a$.

В самом деле, посмотрим на частично заполненную таблицу для конъюнкции. Мы видим, что ***T*** является единичным элементом: $a\&\boldsymbol{T}=a$ для всех a. Таким образом, если конъюнкция и дизъюнкция соответствуют друг другу (как это и должно быть), мы имеем $\boldsymbol{T}=a\vee\boldsymbol{T}$ для всех a, при этом заполняются две клетки в $\vee$-таблице. С помощью подобных рассуждений заполняется вся таблица, кроме угловых клеток.

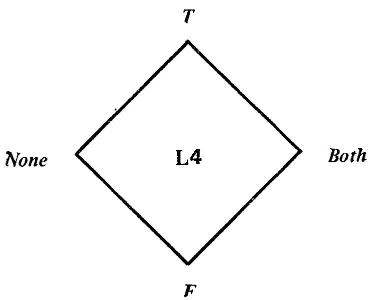
Для заполнения угловых клеток мы должны привлечь монотонность (но только *после* рассмотрения структуры

&	***None***	***F***	***T***	***Both***
None	***None***	***F*** [f]	***None***	***F*** [m]
F	***F*** [f]	***F***	***F***	***F*** [f]
T	***None***	***F***	***T***	***Both***
Both	***F*** [m]	***F*** [f]	***Both***	***Both***

решетки). Например, поскольку ***F***$\sqsubseteq$***Both***, по монотонности получаем ***(F&None)*** $\sqsubseteq$ ***(Both & None)***, так что ***F*** $\sqsubseteq$ ***(Both& None)***. Аналогично ***None*** $\sqsubseteq$ ***F*** приводит к ***(Both&None)*** $\sqsubseteq$ ***(Both&F)***, т. е. ***(Both&None)*** $\sqsubseteq$ ***F***. Таким образом, из антисимметрии в A4 получаем ***(Both&None)=F***. Эти дополнительные результаты в сочетании с предыдущими можно свести в следующие таблицы, где «f» указывает на использование приведенного выше соотношения между & и $\vee$, а «m» снова указывает на монотонность.

$\vee$	***None***	***F***	***T***	***Both***
None	***None***	***None***	***T*** f	***T*** m
T	***None***	***F***	***T***	***Both***
T	***T*** f	***T***	***T***	***T*** f
Both	***T*** m	***Both***	***T*** f	***Both***

Не знаю, удивительно это или нет, но обе таблицы определяют решетку с конъюнкцией в виде пересечения и дизъюнкцией в виде суммы. Эта решетка может быть изображена следующим образом:



Р и с. 2. Логическая решетка L 4.

Условимся называть эту *логическую* решетку **L4**, с тем чтобы отличать ее от *аппроксимационной* решетки **A4**. Порядок на **L4** запишем как $a \leqslant b$, пересечение в виде a&b, а сумму как $a \vee b$. Заметим, что в логической решетке оба значения ***F*** и ***T*** расположены между ***None*** и ***Both.*** Это естественно, ибо, как известно, самое худшее сказать о чем-либо, что это — выдумка. Вы предпочтете, по-видимому, совсем ничего не говорить или сказать, что сообщение истинно и в то же время ложно; тогда как лучше всего, разумеется, сказать, что оно — истинно, и не мутить воду. Несомненно, однако, что большинство из вас будет озадачено, если вы посмотрите на правила конъюнкции и дизъюнкции для ***None*** и ***Both*** : ***None***&***Both***=***F,*** а ***None***$\vee$***Both***=***T.*** Теперь прошу только обратить внимание на тот факт, что мы пришли к этим равенствам с помощью всего лишь трех соображений: таблиц истинности для двузначной логики, монотонности и соответствия между & и $\vee$. Мне придется, однако, еще немного порассуждать на эту тему.

Воспользуемся теперь логическими операциями на **L4**, чтобы ввести вполне обычным образом семантику для языка, содержащего &, $\vee$ и $\sim$. Для произвольного сетапа s, т. е., напомним, для отображения атомарных формул в **4**, можно продолжить s обычным индуктивным образом до отображения *всех* формул в **4** (прим. 10):

$$s(A \& B) = s(A) \& s(B),$$
$$s(A \vee B) = s(A) \vee s(B),$$
$$s(\sim A) = \sim s(A).$$

Это подсказывает нам, как компьютер должен отвечать на вопросы о сложных формулах, основанных на сетапном представлении эпистемического состояния компьютера (то, что было сообщено). Так же как при ответе на вопросы об атомарных формулах, компьютер должен на вопрос относительно A отвечать «Да», «Нет», «Да и Нет» или «Мне неизвестно», в соответствии с тем, будет ли значение A в s (т. е. s(A)) равно ***T, F, Both*** или ***None.***

Приведенные рассуждения, вероятно, показались вам абстрактно-теоретическими, поэтому теперь я хотел бы заняться исследованием отрицания, конъюнкции и дизъюнкции совсем с другой, более интуитивной точки зрения. Вопрос, к которому я собираюсь обратиться, состоит в следующем: если исходить из интуитивного понимания смысла четырех истинностных значений, отмечающих предложения, то как распространить эти значения на составные предложения, при условии, что мы знаем значения их составных частей? Для начала займемся отрицанием.

Придется, кажется, с неизбежностью признать, что $\sim A$ должно быть отмечено как «Истина» только в том случае, когда A отмечено как «Ложь», и, наоборот, должно быть отмечено как «Ложь» только в том случае, когда A отмечено как «Истина». Другими словами, $\sim A$ должно быть отмечено как по «меньшей мере Истина» только в том случае, когда A отмечено как «по меньшей мере Ложь», и как «по меньшей мере Ложь» только в том случае, когда A отмечено как «по меньшей мере Истина». Рассмотрим теперь соответствующие соотношения:

None — не отмечено никаким символом;
F — отмечено только как «Ложь»;
T — отмечено только как «Истина»;
Both — отмечено обоими знаками.

Сразу выясняется, что мы должны отметить $\sim A$ как ***Both***, если A отмечено ***Both***, и как ***None***, если A отмечено ***None***, и как ***T*** или ***F***, если A отмечено соответственно как ***F*** или ***T***. Например, если A отмечено ***None***, т. е. не отмечено как «Истина» или как «Ложь», то $\sim A$ также не должно быть отмечено никаким знаком. Если вы ничего не знаете об A, то вы ничего не знаете и о $\sim A$. Те же соображения верны и для ***Both***: если вы знаете слишком много об A, то вы также слишком много знаете и о $\sim A$.

Подобным же образом можно сформулировать следующие интуитивные условия для оценки конъюнкции и дизъюнкции.

Отметить $(A \& B)$ как «по меньшей мере Ложь» только в случае, когда по меньшей мере одно из предложений A и B отмечено как «по меньшей мере Ложь».

Отметить $(A \& B)$ как «по меньшей мере Истина» только в случае, когда оба предложения A и B отмечены как «по меньшей мере Истина».

Сформулированные условия полностью определяют, как отмечать конъюнкции.

Отметить $(A \vee B)$ как «по меньшей мере Истина» только в случае, когда по меньшей мере одно из предложений A и B отмечено как «по меньшей мере Истина».

Отметить $(A \vee B)$ как «по меньшей мере Ложь» только в случае, когда оба предложения A и B отмечены как «по меньшей мере Ложь».

Эти условия вполне однозначно определяют дизъюнкцию, обеспечивая интуитивное соответствие между нашими четырьмя значениями ***None***, ***F***, ***T***, ***Both***, с одной стороны, и отметками посредством ни одного, одного или обоих знаков «Истина» и «Ложь» — с другой. Более того, такая интуитивная оценка строго согласуется с теоретически обоснованной оценкой, полученной с помощью аппроксимационных решеток Скотта. Рассмотрим, например, одну из свободных угловых клеток ***Both*** & ***None***=***F***. Предположим теперь, что A отмечено как «Истина» и «Ложь» одновременно, а B не отмечено никаким знаком (что соответствует ***Both*** и ***None***). Тогда мы должны отметить $(A \& B)$ как «по меньшей мере Ложь», так как один из членов конъюнкции имеет значение «по меньшей мере Ложь». Мы не должны отмечать это предложение как «по меньшей мере Истина», так как оба его члена не отмечены таким образом. Следовательно, мы должны отметить предложение только как «Ложь»; итак, ***Both***& ***None***=***F***. Другими словами, более неформально, в этой ситуации компьютер имеет основание предполагать, что $(A \& B)$ сообщает ложное предложение, но никак не предполагает, что это предложение сообщает «Истину». Таким образом, хотя равенство ***Both***&***None*** = ***F*** остается удивительным, оно получило некоторое объяснение.

Следствие и вывод: четырехзначная логика. Чего же мы все-таки достигли? Мы еще не получили логику, поскольку еще не имеем правил для порождения и оценки выводов. (В нашем случае мы действительно хотим построить некоторые правила, которые компьютер сможет использовать для порождения того, что он знает неявно, из того, что ему известно явно.) Все, что у нас пока есть,— это четыре интересных значения с указаниями относительно того, как дружественный компьютер должен ими пользоваться, а также три прекрасные связки с полными и обоснованными таблицами для каждой из них. Как известно, множество других связок может быть выражено посредством уже определенных, так что для наших целей этих трех связок вполне достаточно.

Предположим теперь, что имеется высказывание, содержащее наши связки. Вопрос состоит в том, когда его можно считать хорошим. Снова дадим абстрактно-теоретический, а затем интуитивный ответ. (И если будет достаточно времени, еще несколько ответов, ибо действительно вопрос этот чрезвычайно интересен.)

Абстрактный ответ основан на *логической* решетке, которую мы столь долго обсуждали. Он состоит в том, что следование повышает значение. Другими словами, пусть A и B — произвольные предложения (составленные из переменных посредством отрицания, конъюнкции и дизъюнкции). Будем говорить, что A *влечет*, или *имплицирует*, B, если для каждого приписывания одного из четырех значений переменным значение A не превосходит (меньше или равно) значения B. Символически $\mathrm{s}(A) \leqslant \mathrm{s}(B)$ для каждого сетапа s. Мы получили корректное определение следования, так как у нас есть решетка значений, которую можно считать как бы градуированной снизу вверх, и, как я предлагал ранее, когда впервые знакомил вас с логической решеткой, вполне можно считать, что ***None*** и ***Both*** расположены между ужасным ***F*** и чудесным ***T***.

Теперь дадим неформальную оценку понятия вывода, которая будет напоминать неформальные рассуждения, лежащие в основе наших представлений о четырех значениях, задача которых следить за отметками «Истина» и «Ложь». Будем говорить, что вывод B из A *общезначим* или что A *влечет* B, если этот вывод никогда не приводит нас от «Истины» к ее отсутствию (т. е. сохраняет истинность), *а также* никогда не приводит нас от отсутствия «Лжи» к «Лжи» (т. е. сохраняет не-ложность). Выдвигать подобные требования при данной системе отметок вряд ли означает требовать слишком много.

(Заметим, что Дж. Данн [1975] показал, что достаточно рассматривать сохранение истинности, так как если некоторый вывод не всегда сохраняет не-ложность, то, как это может быть показано с помощью несложных технических приемов, он *также* не может сохранить истинность. Для этого достаточно взять оценку пропозициональных переменных с *взаимной заменой* ***Both*** и ***None,*** оставляя без изменений ***T*** и ***F,*** и показать, что значение любого составного предложения изменяется таким же образом. Я, однако, согласен, по существу, с замечанием Данна, который предполагает, что «Ложь» действительно во всем аналогична «Истине», так что совершенно естественно установить нашу оценку «общезначимости» или «приемлемости» вывода способом, нейтральным по отношению к этим двум истинностным значениям.)

Наконец, у нас есть логика, т. е. критерий вывода, который использует наш компьютер, чтобы производить выводы, содержащие конъюнкцию, дизъюнкцию и отрицание, а также, конечно, все, что может быть выражено посредством этих связок. Замечу, что эта логика имеет два основных свойства. Во-первых, что наиболее важно, она корнями уходит в практику. Мы уже объясняли, почему было бы хорошо, чтобы наш компьютер рассуждал в терминах четырех значений, и почему логика четырех значений должна быть такой, как она есть. Во-вторых, хотя отдельные шероховатости еще остались, очевидно, что наша оценка общезначимости вывода является математически строгой. Очевидно также, что компьютер, осуществляя вычисления в соответствии с таблицами истинности, может решать, является ли предложенный вывод общезначимым. Существует, однако, другая сторона деятельности логика, заключающаяся в кодифицировании выводов аксиоматическим или полуаксиоматическим способом, с тем чтобы вывод стал явным и соответственно удобным. Если вывод продолжает казаться таинственным, он неудобен. Этим я хочу сказать, что логик, задавая семантику, стремится, как правило, снабдить ее теорией доказательств, теорией, которая является непротиворечивой и полностью соответствует семантике.

В течение некоторого времени мы занимались такого рода логической деятельностью, хотя вначале возникла теория доказательств и лишь впоследствии — семантика. История вопроса примерно такова. Довольно давно, в 1962 г., А. Андерсон и я предложили рассмотреть группу выводов, которые мы назвали *тавтологическими следствиями*, т. е. группу, включающую в себя все *разумные выводы* (содержащие связки &, $\vee$, $\sim$), которые всякий психически нормальный и достаточно тренированный логик хотел бы сделать. Мы построили различные формализации этих выводов в виде теории доказательств и показали, что восьмизначная матрица достаточна для того, чтобы охарактеризовать эти выводы семантически.

Позже Т. Дж. Смайли сообщил (в письме к нам), что некоторая четырехзначная матрица способна выполнить ту же самую работу, и этими значениями были в точности те, что я предложил в настоящей работе, хотя Смайли использовал числа вместо придуманных нами имен. Именно тогда я узнал о четырех значениях. Смайли, конечно, рассматривал свой результат как чисто технический, а не как логический (в том понимании слова «логический», которое принято в настоящей работе).

Спустя некоторое время Дж. Данн предложил различные семантики для тавтологических следствий [1966], некоторые из которых интуитивные, а некоторые тесно связаны с четырехзначной матрицей Смайли. Данну принадлежит также одна из основных идей, разработкой которых я занимался, а именно отождествление четырех значений с четырьмя подмножествами множества {«Истина», «Ложь»}. В 1975 г. (с некоторым опозданием) Данн уделил в своей работе много внимания интуитивному и техническому значению этой идеи. Другие семантики для тавтологических следствий вместе с интуитивными доводами в пользу их применения были предложены ван Фраассеном [1966], а также Р. и В. Раутли [1972]. Алгебраическая структура, соответствующая этой логике, была детально исследована Данном и другими; весь этот материал изложен Данном в главе III книги Андерсона, Белнапа [1975], где можно также найти генценовские исчисления и многие другие близкие вопросы (прим. 11)

Мой собственный более глубокий интерес к такой логике и мысль о том, что, быть может, она имеет приложение для компьютера, возникли, частично совпадая по времени, вслед за работой Д. Скотта в Оксфорде в 1970 г., где он был гостем Стрэчи, которому мы приносим, к нашему глубокому сожалению уже после его смерти, благодарность. В работе Скотта четыре значения появились как аппроксимационная решетка, имеющая важное значение, и нетрудно было увидеть их связь с четырьмя значениями Смайли. Осознание важности эпистемической интерпретации пришло совсем недавно.

Независимо С. Шапиро продемонстрировал полезность «релевантных логик» для вопросно-ответных систем и предложил пути реализации соответствующего плана исследований [см. Шапиро и Ванд, 1975] (прим. 12).

Довольно об истории вопроса. Позвольте теперь кратко сформулировать некоторые семантически общезначимые, а если их собрать воедино, то и семантически полные логические законы. Эта группа логических равносильностей будет избыточной, т. е. будет содержать ряд лишних формул, но напомним читателю, что это обычная плата за удобства.

Я предлагаю компьютеру некоторый набор законов, которые тот может использовать для своих выводов.

Пусть A, B и т. д.— формулы с &, $\vee$ и $\sim$. Пусть $A \rightarrow B$ означает, что вывод B из A общезначим при наших четырех значениях, т. е. что A влечет B. Пусть также $A \rightleftarrows B$ означает, что A и B семантически эквивалентны и могут быть взаимозаменимы в любом контексте. Тогда приводимые ниже формулы составляют полезный (полный) набор логических законов.

$$A_1 \& \ldots \& A_m \rightarrow B_1 \vee \ldots \vee B_n$$

при условии, что некоторое A_i совпадает с некоторым B_j (условие вхождения);

$(A \vee B) \rightarrow C$ т. и т. т. (тогда и только тогда), когда $A \rightarrow C$ и $B \rightarrow C$;

$A \rightarrow B \& C$ т. и т. т., когда $A \rightarrow B$ и $A \rightarrow C$;

$A \rightarrow B$ т. и т. т., когда $\sim B \rightarrow \sim A$;

$A \vee B \leftrightarrows B \vee A$ $A \& B \leftrightarrows B \& A$;

$A \vee (B \vee C) \leftrightarrows (A \vee B) \vee C$ $(A \& B) \& C \leftrightarrows A \& (B \& C)$;

$A \& (B \vee C) \leftrightarrows (A \& B) \vee (A \& C)$ $A \vee (B \& C) \leftrightarrows (A \vee B) \& \& (A \vee C)$;

$(B \vee C) \& A \leftrightarrows (B \& A) \vee (C \& A)$ $(B \& C) \vee A \leftrightarrows (B \vee A) \& \& (C \vee A)$;

$\sim \sim A \rightleftarrows A$;

$\sim (A \& B) \leftrightarrows \sim A \vee \sim B$ $\sim (A \vee B) \leftrightarrows \sim A \& \sim B$;

если $A \rightarrow B$ и $B \rightarrow C$, то $A \rightarrow C$;

если $A \leftrightarrows B$ и $B \leftrightarrows C$, то $A \leftrightarrows C$;

$A \rightarrow B$, если $A \leftrightarrows (A \& B)$ т. и т. т., когда $(A \vee B) \leftrightarrows B$.

Замечания. Теперь, прежде чем идти дальше, необходимо сделать некоторые замечания. Во-первых, отмечу, что невыводимыми из предлагаемых законов и семантически незначимыми являются парадоксы «импликации» $A \& \sim A \rightarrow B$ и $A \rightarrow B \vee \sim B$. В данном контексте нарушение этих логических законов очевидно. Нарушение первого означает просто следующее: если нам одновременно сообщают, что A — «Истина» и что A — «Ложь», мы не можем только на основании этого судить обо всем. Действительно, нам может быть ничего не известно о B или известно, что B есть «Ложь». Столь же очевидно нарушение второго закона. Из того факта, что нам сообщили, что A — «Истина», нельзя сделать вывод, что нам известно что-либо о B. Конечно, *онтологически* B есть либо «Истина», либо «Ложь», и таким онтологическим истинностным значениям будет уделено должное внимание. Однако для того, чтобы отметить формулу $B \vee \sim B$ как «Истина», нужно либо чтобы B было отмечено как «Истина», либо чтобы B было отмечено как «Ложь», но ведь B может быть никак не отмечено. При другом способе построения контрпримера для $A \rightarrow B \vee \sim B$ можно придать A только значение «Истина», в то время как $(B \vee \sim B)$ будет принимать *два* значения, потому что два значения может принимать B.

Противоречивые выводы нежелательны в схеме, которая предназначена выдерживать противоречия; коль скоро противоречия представляют собой при описанных нами обстоятельствах реальную угрозу системе, их отсутствие можно только приветствовать.

Я был бы не слишком откровенен, если бы не указал на отсутствие закона, который на первый взгляд кажется более безобидным: $(A \vee B)\ \&\ \sim A \rightarrow B$. Можно, конечно, предполагать, что наш компьютер должен быть в состоянии рассудить, что если одно из предложений A и B истинно и это не A, то это должно быть B. Все это верно, и тем не менее (несомненно, что это существенное «тем не менее») здесь недалеко до противоречия. Фактически этот закон допускает следующий вывод:

$$(A \vee B)\ \&\ \sim A \rightarrow (A\ \&\ \sim A) \vee B.$$

Поэтому, полагая, что антецедент есть «по меньшей мере Истина», мы позволяем компьютеру сделать вывод, что либо B есть «по меньшей мере Истина», либо происходит нечто забавное, а именно: сообщается, что A есть «Истина» и «Ложь» одновременно. В этом-то все и дело. Если *причина*, по которой $(A \vee B)\ \&\!\sim A$ считается «Истиной», состоит в том, что A отмечено как «Истина» и как «Ложь» одновременно, то мы, разумеется, *не хотим* продолжать вывод, получая B. Этот вывод совершенно непригоден в ситуации, где противоречивость является реальной возможностью.

Второе замечание касается того, что наши четыре значения были предложены только в связи с *выводами* и мы, безусловно, не предполагали использовать их для определения того, какие формулы со связками &, $\vee$ и $\sim$ рассматриваются в качестве, так сказать, логических истин. Фактически ни одна формула не принимает всегда значение $\boldsymbol{T}$, и, следовательно, *это* свойство не может служить семантической оценкой логической истины. Существуют, с другой стороны, формулы, которые никогда не принимают значения $\boldsymbol{F}$, например $A \vee \sim A$, но множество таких формул даже не замкнуто относительно конъюнкции и не содержит формулы $(A \vee \sim A) \& (B \vee \sim B)$, которая может иметь значение $\boldsymbol{F}$, когда A принимает значение ***None***, а B — значение ***Both***. Таким образом, не стоит и пытаться определить логическую истину по нашим четырем значениям.

В-третьих, рассмотрим онтологию versus эпистемологии. Одна из трудностей, которая часто возникает при попытках применить многозначные логики к реальным практическим задачам, заключается в постоянном смешении онтологического и эпистемологического понимания различных значений. Так, среднее значение Лукасевича, 1/2, употребляется в смысле «не имеет точного истинностного значения» или в смысле «истинностное значение неизвестно». При неформальных истолкованиях отдельных рассуждений, чтобы не пропадал интерес к его работе, логик частенько переходит от онтологического понимания значений к эпистемическому и наоборот. Введенные мною четыре значения явно эпистемические: предложения отмечаются как $\boldsymbol{T}$, $\boldsymbol{F}$, ***None*** или ***Both*** в зависимости от того, что было сообщено нашему компьютеру, или, говоря слегка метафорически, в зависимости от того, что он думает и знает. Разве отсюда следует, что мы не занимались логикой? Нет, не следует. Конечно, эти предложения *имеют* истинностные значения независимо от того, что сообщается компьютеру. Кто, однако, станет отрицать, что компьютер не в состоянии *использовать* действительные истинностные значения предложений, в которых он заинтересован? Все, что, по-видимому, компьютер может *использовать* в качестве основы для вывода,— это то, что он знает и считает, т. е. то, что ему было сообщено.

Но мы можем поступить еще лучше. Введем онтологию посредством *расщепления* наших четырех эпистемических значений на два: одно будет соответствовать случаю, когда предложение онтологически истинно, а другое — случаю, когда предложение онтологически ложно. Очевидно, что мы получим теперь восемь значений вместо четырех, каждое из которых представлено в виде упорядоченной пары, левая часть которой есть эпистемическое значение $\boldsymbol{T}$, $\boldsymbol{F}$, ***None*** или ***Both***, а правая содержит одно из онтологических значений Фреге: «Истина» и «Ложь». Используя обычные, двузначные, классические таблицы для связок и интерпретируя обычным образом импликацию, мы приходим к следующему изображению решетки (причем *не* аппроксимационной):

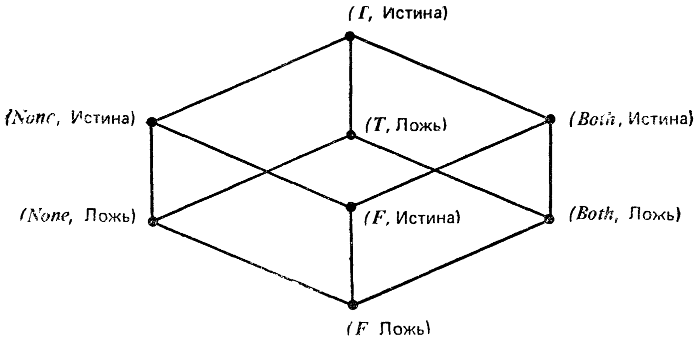


Рис. 3. Решетка восьмизначной логики.

Связки & и $\vee$ могут быть вычислены соответственно как наименьшая верхняя грань (н. в. г.) и наибольшая нижняя грань (н. н. г.), в то время как парами для отрицания являются две левые, две центральные, две правые и верхняя — нижняя вершины (что *не* совпадает с булевским случаем). Значения в этой новой многозначной логике имеют сложный статус: они частично эпистемические и частично онтологические. Должны ли мы теперь перейти к этой логике? Любопытно, что для выводов в этом нет никакой необходимости. Действительно, в описанной логике значимы *в точности* те же выводы, что и при нашем четырехзначном критерии вывода. Этот факт не удивителен по двум причинам. Во-первых, как мы уже отмечали, единственное, чем мы на самом деле *пользуемся* при выводе,— это эпистемические значения ***T***, ***F***, ***None*** и ***Both***, представляющие то, что мы знаем и считаем, или, во всяком случае, то, что сообщено авторитетным источником, которому мы, вообще говоря, доверяем. Во-вторых — и это более прозаическое объяснение,— заметим, что все выводы, установленные с помощью четырехзначного критерия, верны также при двузначной логике. Таким образом, добавление в качестве условия того, что онтологическая истинность должна сохраняться, означает всего лишь добавление условия, которое уже выполнено и не порождает новых ограничений. Следовательно, практические соображения подсказывают, что для оценки выводов нет необходимости переходить от четырехзначной логики к восьмизначной. Перефразируя изречение знаменитого философа, можно сказать: «Не умножай число значений без необходимости».

Если же, однако, по каким-либо причинам (в данный момент я не знаю, по каким именно) кто-то захотел бы оценить логическую истину предложений с &, $\vee$ и $\sim$, то он мог бы воспользоваться следующим критерием: всегда «Истина» (в правой части пары) независимо от того, что сообщается (в соответствии с левой частью пары). Тогда не удивительно, что двузначные тавтологии при таком способе оценки логически истинны, и неудивительно потому, что мы используем только онтологические значения, не принимая во внимание (в восьмизначном случае) всю информацию, заключенную в эпистемических значениях.

Если это не очевидно, то выскажусь яснее: я полагаю, что кодификация функциональных логических истин не очень важна для компьютера. На самом деле, что *существенно* для компьютера, так это способ *рассуждения* с функциональными компонентами, а не их сортировка.

Четвертое мое замечание касается существенной роли значений ***None*** и ***Both***. Обычно считают, что эти значения должны быть отождествлены и что компьютер находится в одном и том же состоянии, и когда ему сообщается, что A — и «Истина» и «Ложь» одновременно, и когда ему об A ничего не сообщается. А. Кенни и С. Хаак разными путями пришли к подобным идеям. Если вас удовлетворит диалектический афоризм, я мог бы предложить одну из формулировок типа: «Неправильно, но понятно». Дело вот в чем. Во-первых, совершенно очевидно, что значения ***Both*** и ***None*** не должны отождествляться именно потому (как заметил в одной из бесед Х. Харрис), что мы хотим от компьютера, чтобы тот различал *для нас*, когда сообщается противоречие и когда ничего не сообщается. Конечно, все зависит от точки зрения. Во-вторых, приводимые рассуждения можно истолковать как попытку отождествить рассматриваемые значения, достаточно лишь взглянуть на логическую решетку **L4**. ***Both*** и ***None*** занимают в решетке (различные, но) совершенно симметричные положения между ***F*** и ***T***, и в этом смысле они «тождественны». В частности, мы не допускаем выводов, приводящих от ***Both*** и ***None*** к ***F***, а также выводов, приводящих от ***T*** к ***Both*** или ***None***, и, таким образом, трактуем рассматриваемые значения одинаково.

И все же, хотя такой ответ, возможно, полезен, я не вполне им удовлетворен и предпочитаю оставить в данный момент обсуждение незаконченным.

Мое предпоследнее замечание касается предложения о том, чтобы компьютер хранил больше информации, чем я разрешил ему хранить. Возможно, следует подсчитать число случаев, когда компьютеру сообщается «Истина» или когда ему сообщается «Ложь». Возможно, имеет смысл следить за источником сообщений с помощью постоянных помет, например «*Сэм говорит Истину в отношении 2200 : 03 на 4 августа 1973 г.*». Я не вижу причин, почему эти идеи не должны быть исследованы, но по этому поводу мне хотелось бы сделать два комментария. Первый состоит в том, что вовсе не очевидно, как такая дополнительная информация должна использоваться при ответах на вопросы, при выводах и при введении сложных предложений. Другими словами, простота идеи в случае атомарных предложений не должна вводить в заблуждение. Наше замечание означает только, что полное исследование этого вопроса еще не закончено. Второй комментарий — это практическое указание на то, что за получение дополнительной информации приходится платить дорогой ценой, и эта цена может быть, а может и не быть оправданной. И в тех случаях, когда цена себя не оправдывает, мы возвращаемся к первоначально описанной ситуации.

В заключение хочу упомянуть некоторые альтернативные подходы. А. Гупта заметил, что можно определять значение A по s не непосредственно, как мы это сделали, а с учетом всех непротиворечивых подсетапов s.

Определения: s′ является *подсетапом* s, если s′ приближает s, $s' \sqsubseteq s$; подсетап s′ непротиворечив, если он никогда не дает значение ***Both***. Пусть, наконец, s (A) определено по Гупте следующим образом: $s(A)=\{s'(A) : s'$ — непротиворечивый подсетап $s\}$, где s′ (A) уже определено. Эта идея явно двойственна определению истины, данному ван Фраассеном, при ее оценке по отношению ко всем полным (т. е. когда все пробелы в истинностных оценках заполнены) супероценкам данной оценки. Было отмечено, что если $s(p)=$***Both***, то на вопрос о p (при данном s) ответ будет «Да и Нет», как и раньше, а на вопрос о $p \mathbin{\&} \sim p$ ответ будет только «Нет» вместо «Да и Нет».

Оказывается, что идея приведенного определения может быть использована для усовершенствования одного предложения, выдвинутого Решером в работе «Гипотетическое рассуждение» (1964). В этой работе Решер предлагает метод ведения рассуждений при противоречивом множестве посылок, а именно: рассматривать все непротиворечивые подмножества посылок. Трудность, связанная с этой идеей, по моему убеждению, состоит в чрезмерной зависимости от *способа* разбиения множества посылок на отдельные предложения. Я полагаю, что можно применить предложенное Гуптой понятие, которое позволит представить идею Решера очищенной от вредных примесей, но сохраняющей свои первоначальные привлекательные особенности.

Сходная идея была выдвинута ван Фраассеном: нужно непосредственно просматривать все полные суперсетапы данного сетапа. Тогда на $p \vee \sim p$ мы всегда будем получать ответ «Да». Доведение этой идеи до логического конца потребовало бы (аккуратной) комбинации двух упомянутых подходов.

Все эти предложения реальны. Можно, однако, надеяться, что обсуждение ряда альтернативных возможностей будет вращаться вокруг вопроса: «Что мы хотим от компьютера, когда задаем ему вопросы?» На этом пути наши альтернативы перестанут быть *просто* некоторыми возможностями.

Кванторы. При исследовании вопросов, относящихся к кванторам, сталкиваются с большими сложностями. Коснусь их лишь слегка, полностью сознавая, что их детальное исследование существенно для решения стоящей перед нами задачи.

Во-первых, возникает вопрос, является ли «наша» область действия кванторов конечной или бесконечной. Оба случая одинаково правдоподобны. В последнем проблема заключается в том, как компьютер должен представлять бесконечную информацию при своих конечных возможностях. Из существования такой проблемы не следует, однако, делать вывод, что компьютер не может или не должен иметь дело с кванторами по бесконечным областям. Конечно, компьютеру должно быть разрешено отвечать (если он может) на вопросы типа: «Существует ли число, такое, что ..?»

Во-вторых, возникает вопрос, будет ли компьютер иметь имена для всех объектов в «нашей» области с тем, чтобы мы могли использовать подстановочную интерпретацию кванторов, или же компьютер не имеет имен для всех объектов, и тогда мы вынуждены будем применять интерпретацию «область — значения». И опять обе ситуации равновероятны, хотя рассмотрение стандартных примеров, подобных вопросам о бейсболе или о полетах на авиалиниях, может привести к мысли, что в ситуации с компьютером все и всегда имеет имя. Тем не менее в одной работе Изнера компьютеру, например, сообщается, что «существует нечто между a и b» в ситуации, когда он не получает полного списка имен или объектов для интерпретации данного утверждения. И все же компьютер должен делать выводы и отвечать на заданные ему вопросы. (Конечно, прекрасно, если компьютер придумывает свои собственные имена для «чего-либо», что находится между a и b; однако этот случай, хотя и важный, но совсем другого сорта.)

Во всяком случае, семантика, приданная связкам, распространяется на кванторы общности и существования очевидным образом, и я буду предполагать, что это уже сделано. Оказывается, что различные альтернативные возможности не требуют каких-либо различий в отношении *логики* (за исключением, очевидно, случая, когда область конечна и все объекты имеют имена): общезначимые «следования первой степени» из работы Андерсона и Белнапа [1965] также годятся (дополненные для конечного случая законом, в соответствии с которым конъюнкция, пробегающая по всей области, влечет соответствующее универсальное утверждение).

Часть II. Функционально-составные данные

Моя цель в этой и следующей частях статьи дать краткое изложение полученных результатов и выводов. Они более существенно, чем это было в части I, основываются на аппроксимационных решетках и в целом являются более техническими. Тем не менее кое-что может быть рассказано, чтобы у читателя сложилось определенное представление (детально см.: Белнап [1976]).

Эпистемические состояния. Если мы позволим компьютеру принимать в качестве входных данных не только атомарные, но и сложные формулы типа $p \vee q$, то одного сетапа уже недостаточно для представления эпистемического состояния компьютера. Хорошо известное решение задач этого типа, восходящее по меньшей мере к Карнапу [1942], разработано в эпистемической и доксастической логике

Хинтикки [1962] и применено для компьютера в работах Изнера [1972, 1975]. Оно состоит в использовании для представления эпистемического состояния компьютера, не одного, а целого *набора* сетапов. Предположим, что это уже сделано. Далее можно применить аппроксимационные идеи для объяснения и определения способа, при котором компьютер отвечал бы на наши вопросы об A в каждом таком состоянии. Это значит, что если E — эпистемическое состояние компьютера, то мы можем вычислить $\mathrm{E}(A)$, т. е. значение A в E как одно из четырех наших значений. Предположим, что это также сделано. (Пропущенное определение: $\mathrm{E}(A)=\sqcap\{\mathrm{s}(A) : \mathrm{s}\in \mathrm{E}\}$.) Отметим два важных для дальнейшего эпистемических состояния: Tset (A) и Fset (A), которые определяются таким образом, чтобы они отражали то, что сообщается компьютеру, когда A соответственно утверждается или отрицается. (Пропущено: $\mathrm{Tset}\,(A)=\{\mathrm{s} : \boldsymbol{T}\sqsubseteq \mathrm{s}(\mathrm{A})\}$ и $\mathrm{Fset}(A)=\{\mathrm{s} : \boldsymbol{F}\sqsubseteq \mathrm{s}(A)\}$.)

Еще об аппроксимационных решетках. Одно из главных положений, которые можно извлечь из работы Скотта, состоит в том, что если существует одна аппроксимационная решетка, то их существует множество. В частности, семейство всех сетапов образует естественную аппроксимационную решетку **AS**, а семейство всех эпистемических состояний образует (или почти образует, разные тонкости мы опускаем) другую аппроксимационную решетку **AE**. (Пропущено: $\mathrm{s}\sqsubseteq \mathrm{s}'$ в **AS** тогда и только тогда, когда $\mathrm{s}(p)\sqsubseteq \mathrm{s}'(p)$ для всех p; $\mathrm{E}\sqsubseteq \mathrm{E}'$ в **AE** тогда и только тогда, когда для каждого $\mathrm{s}'\in \mathrm{E}'$ существует $\mathrm{s}\in \mathrm{E}$, такое, что $\mathrm{s}\sqsubseteq \mathrm{s}'$.)

Формулы как отображения; новый тип значений. Теперь я перехожу к вопросу, представляющему значительный интерес,— к вопросу, на который наши различные аппроксимационные решетки могут пролить существенный свет. Как должен компьютер интерпретировать функционально составленную формулу A, поступающую на его вход? Ясно, что компьютер постарается использовать A для изменения своего наличного эпистемического состояния. Действительно, определение того, как компьютер использует формулу A для преобразования своего наличного эпистемического состояния в новое эпистемическое состояние, заключается в способе, *хорошем* способе приписывания формуле A значений. Сказать так — не значит сказать слишком много. Мы хотим непременно связать с каждой формулой преобразование, отображение эпистемических состояний в новые эпистемические состояния. Более того, мы хотим также знать, что компьютер должен делать, когда формула A *отрицается*. Таким образом, мы фактически связываем с формулой A *две* функции: одна представляет преобразование эпистемических состояний, когда A утверждается, а другая — когда A отрицается. Обозначим эти две функции через A^+ и A^-. Как определить их?

Напомним, что функция A^+ должна отображать одни состояния в другие: $A^+(\mathrm{E}) = \mathrm{E}'$. Основная идея определения того, что нам хотелось бы иметь в качестве E′, связана с аппроксимационными решетками. Во-первых, в рассматриваемой ситуации мы предполагаем, что компьютер всегда использует входные данные для увеличения своей информации или по крайней мере никогда не использует входные данные, чтобы отбросить часть своей собственной. (Последнее может составить предмет отдельной работы; хотелось бы узнать, хотя бы теоретически, как поступать в таком случае, но я этого не знаю.) На языке приближений мы можем сказать точнее: $\mathrm{E} \sqsubseteq A^+(\mathrm{E})$. Во-вторых, $A^+(\mathrm{E})$ определенно должно сообщать не меньше, чем утверждение A: $\mathrm{Tset}(A) \sqsubseteq A^+(\mathrm{E})$. В-третьих, наконец, мы безусловно хотим, чтобы $A^+(\mathrm{E})$ было *минимальным искажением* E, которое придает A значение «по меньшей мере Истина». «Минимальное искажение» — это прекрасное выражение Куайна, но, имея аппроксимационную решетку, можно придать этой *метафоре* точный смысл. А именно нужно, чтобы $A^+(\mathrm{E})$ было *наименьшим* из тех эпистемических состояний, которые удовлетворяют нашим первым двум условиям. Таким образом, мы должны определить

$$A^+(\mathrm{E}) = \mathrm{E} \sqcup \mathrm{Tset}(A),$$

так что получается в точности минимальное искажение E, которое отмечает A как «по меньшей мере Истина». (Напомним, что в любой решетке $x \sqcup y$ есть «наименьшая (минимум) верхняя грань».) Приняв такое определение A^+, легко понять, что $A^-(\mathrm{E})$ должно быть минимальным искажением E, которое отмечает A как «по меньшей мере Ложь»:

$$A^-(\mathrm{E}) = \mathrm{E} \sqcup \mathrm{Fset}(A).$$

Данные определения придают точный смысл A как входной информации, но они имеют один недостаток: множества Tset и Fset могут быть бесконечными или по крайней мере большими — столь большими, что компьютер не сможет с ними работать. По этой причине, а также ради самого компьютера было предложено другое определение A^+ и A^- в работе Белнапа [1976], на этот раз индуктивное, но заимствующее многое от идеи минимального искажения. Здесь мы это определение опускаем.

Часть III. Неявная входная информация и правила

В части I мы считали, что вся информация, вводимая в компьютер, атомарная, так что мы могли иметь дело только с сетапами. В части II мы обобщили ситуацию, допуская в качестве входной информации более сложные, функционально составленные формулы. Это обобщение требует обращения к эпистемическим состояниям. Теперь следует отметить, что иногда *практически* важно давать компьютеру информацию в виде правил, позволяющих ему изменять собственное представление эпистемических состояний в желательных нам направлениях. Другими словами, нам хочется иметь возможность инструктировать компьютер, как осуществлять некоторые шаги вывода, которые не являются просто тавтологическими следствиями. Например, вместо фактической передачи компьютеру полного списка победителей и не-победителей Серий 1971 г., очевидно, проще сообщить: ««Пираты» победили», и далее, если вы имеете победителя и команду, не совпадающую с победителем, то эта команда должна быть не-победителем (т. е. $(x)(y)$ $(Wx \& x \neq y \rightarrow \sim Wy)$. При наличии необходимых таблиц для отождествления и различения имен или при условии, что разные имена обозначают разные объекты (это не плохое условие для *практического* использования во многих вычислительных устройствах), можно *вывести*, что предложение ««Ориолес» победил» должно быть отмечено как «Ложь».

Вы, возможно, тут же подумали, что можно было бы получить результат «из данных A и B выводится C» или «если A и B, то C», вводя в компьютер «$\sim A \vee \sim B \vee C$». Однако это не так: последняя формула стремится *расщепить* полученный сетап на три, в одном из которых A отмечено как «Ложь», и т. д. В то же время нам бы хотелось (грубо говоря) только улучшить единственный имеющийся сетап, приписывая значение «Истина» для C, при условии, что A и B отмечены как «Истина» (и в противном случае, оставляя все без изменения). Это, вообще говоря, и есть та идея, которую мы хотим разъяснить.

Неявная информация. Давайте введем обозначение «$A \to B$» для записи вывода B из A, так что теперь у нас есть запись импликации и мы ищем ее значение. В предыдущем разделе мы нашли хороший способ приписывания значения для выражений, понимаемых как входная информация: из всех возможных способов компьютер должен улучшить свое эпистемическое состояние минимальным, с тем чтобы сделать вводимое выражение «Истиной». Итак, мы хотим интерпретировать $(A \to B)^+$ как обозначение некоторого отображения состояний в состояния, такое, что $A \to B$ истинно в конечном состоянии.

Не входя в детали (содержащиеся в работе Белнапа [1976]), опишем $(A \to B)^+$. Сначала выделяем частный случай, рассматривая данный сетап s. Затем дробим задачу, учитывая, что импликация имеет две части: B должно быть «по меньшей мере **T**», если A таково, и A должно быть «по меньшей мере **F**», если B «по меньшей мере **F**». Тем самым мы определяем две функции $(A \to_T B)^+$ и $(A \to_F B)^+$, где первая функция *делает* (makes) B «Истиной», если A «Истина», а вторая *делает* A «Истиной», если B «Истина», — в каждом случае с минимальным искажением. Наконец, объединяем эти функции некоторым способом (описание опускается), чтобы получить $(A \to B)^+$ в виде функции.

Скажем еще несколько слов о функции $(A \to B)^+$, которая, по предположению, минимально искажает s для того, чтобы придать B значение «Истина», если A — «Истина». Очевидно, что если A не есть «Истина» в s, то мы знаем, что надо делать — ничего. Никакое искажение не является минимальным. Предположим теперь, что A является «Истиной» в s; тогда требуется минимальное искажение, которое делает истиной B, а именно: определенная выше функция B^+. Следовательно, объединяя оба случая вместе, мы, очевидно, получаем подходящее определение для $(A \to_T B)^+$: минимальное искажение, которое делает B «Истиной», если A есть «Истина».

Правила и информационные состояния. Этот последний раздел статьи носит предварительный и вполне абстрактный характер. При этом я хочу выделить только одну конкретную идею, которую узнал от Изнера: самый лучший способ представлять в компьютере сложные информационные состояния состоит, видимо, в беспристрастной *комбинации* таблиц (подобных нашим эпистемическим состояниям) и правил (подобных либо нашему выводу $A \to B$, либо функционально составленной формуле, которую компьютер предпочитает запомнить, либо кванторной формуле, которую компьютер должен запомнить). По этой, как и по совсем другим причинам, ряд правил, из-за того, что их, возможно, придется снова использовать (но не все время), должен запоминаться, и мы не можем более удовлетвориться представлением известной компьютеру информации посредством эпистемического состояния. Вообще эта информация должна быть представлена как *пара*, состоящая из эпистемического состояния *и* множества правил:

$$\langle R, E \rangle.$$

E, по предположению, представляет то, что компьютеру явно известно и подлежит расширению посредством применения правил из множества R. По многим причинам мы должны считать, что множество E конечно, однако для других задач накладывать такое ограничение нет необходимости.

Назовем пару $\langle R, E \rangle$ *информационным состоянием* для того, чтобы не возникло коллизии с ранее данным определением понятия «эпистемическое состояние». Но что такое правило? Из чего состоит множество R? В данном контексте под правилом, или *эмплиативным* (ampliative) *правилом*, удобно понимать произвольное непрерывное и эмплиативное отображение эпистемических состояний в эпистемические состояния. Как я упоминал выше, множество *всех* непрерывных функций на аппроксимационной решетке было изучено Скоттом: это множество образует естественную аппроксимационную решетку. Более того, легко видеть, что эмплиативные непрерывные функции образуют естественную аппроксимационную решетку, которая является почти полной подрешеткой пространства всех непрерывных функций: все пересечения и объединения согласуются, кроме пустого множества, которое является тождественной, а не всюду неопределенной функцией. Интуитивное обоснование: действие пустого множества правил должно оставлять эпистемическое состояние без изменений. Понятие информационного состояния частично рассматривалось в работе Белнапа [1976], но его исследование настолько предварительное, что здесь мы опускаем обсуждение этого понятия.

Н. БЕЛНАП

ОБ ОДНОЙ ПОЛЕЗНОЙ ЧЕТЫРЕХЗНАЧНОЙ ЛОГИКЕ*

Часть I. Функционально-составные данные

1. Эпистемические состояния

На этом, вообще говоря, можно было бы закончить изложение, поскольку заглавие соответствует содержанию статьи: мы фактически уже предъявили четырехзначную логику и объяснили ее полезность. Но в действительности осталась еще масса нерешенных вопросов, одни из которых носят теоретический, а другие — практический характер. Начнем с рассмотрения практических вопросов.

До сих пор мы рассматривали ситуацию, в которой эпистемическое состояние компьютера могло быть представлено таблицами, указывающими для каждой атомарной формулы, какое из четырех значений в множестве **4** принимает формула. Математический объект, соответствующий такой таблице, мы назвали *сетапом*. Иначе говоря, сетап s является отображением множества всех атомарных формул в множество **4** : s(p) ε **4**. Пусть **S** — множество всех сетапов. Напомним, что каждый сетап s ε **S** можно продолжить единственным образом до отображения вообще всех формул в множество **4** : s(A) ε **4**.

Каждый сетап s отражает (не то, что истинно, а) то, что было сообщено компьютеру. Можно ли, однако, каждое эпистемическое состояние компьютера представить сетапом? Конечно, да, если для компьютера подтверждаются или отвергаются только атомарные предложения. В общем же случае это не так. Например, никакой единичный сетап не

---

* Статья дается в сокращении на том основании, что ее первая часть представляет собой краткое изложение предыдущей статьи.— *Прим. ред.* (Belnap N. D., Jr. A useful four-valued logic. Modern uses of multiple-valued logic. Epstein G., Dunn J. M. (eds.). Proceedings of the 1975, International Symposium of Multiple-valued Logic. Reidel, 1976.)

сможет представлять состояние компьютера, если тому сообщили, что либо «Пираты», либо «Ориолес» победили в 1971 г., но при этом не сообщили, какая из этих команд именно. При правильном использовании символа ***None*** сетап может представлять неполную информацию определенного типа, но не такую, как в приведенном примере. Действительно, любой единичный сетап, в котором предложение «либо Р, либо О» (понимаемое в обычном значении) отмечено как «Истина», является сетапом, в котором либо Р, либо О *также* отмечено как «Истина». Отсюда следует, что этот сетап содержит слишком много информации. При каждом таком сетапе как на вопрос «*«Пираты» победили?*», так и на вопрос «*Ориолес» победил?*» компьютер вынужден отвечать: «Да». Но компьютер не в состоянии ответить ни на один из этих вопросов, если ему сообщили только, что победили либо «Пираты», либо «Ориолес».

Решение этой проблемы хорошо известно в логической литературе и восходит по меньшей мере к Р. Карнапу [1942]. Оно было применено в эпистемической и доксастической логике Я. Хинтиккой [1962] и детально разработано для компьютера Д. Изнером [1972, 1975]. В последнем случае Д. Изнер предложил воспользоваться *набором* сетапов для того, чтобы представить одно-единственное эпистемическое состояние. Говоря слегка упрощенно, смысл этого предложения состоит в том, что компьютер рассматривает формулу как нечто, что уже было ему сообщено, если *каждый* из сетапов, образующих наличное эпистемическое состояние компьютера, получает значение «Истина». Когда сообщается, что победили либо «Пираты», либо «Ориолес», компьютер может представить эту информацию, формируя два сетапа: в первом «Пираты» получают ***T***, а «Ориолес» — ***None***; а во втором, наоборот, «Ориолес» получает ***T***, а «Пираты» — ***None***. Позднее, если на вход компьютера поступит вопрос «*Победили «Пираты»?*», компьютер ответит: «Мне неизвестно» (так как в каждом состоянии «Пираты» не отмечены ни как ***T***, ни как ***F***). Такой же ответ последует и на вопрос о победе «Ориолеса». Однако вопрос «*Правда, что победили либо «Пираты», либо «Ориолес»?*» получит утвердительный ответ, так как данное предложение отмечено как «Истина» в каждом из сетапов эпистемического состояния компьютера.

Теперь, по крайней мере для этой части статьи, попытаемся определить *эпистемическое состояние* как непустую совокупность сетапов, т. е. (непустое) подмножество $\mathbf{S}$ (прим. 10). (Если далее слово «непустое» будет опущено, то, пожалуйста, восстановите его; можно также отождествить пустое множество с единичным сетапом, который все отмечает знаком ***Both***.) Пусть **E** — множество всех эпистемических состояний, а E пробегает **E**. «Смысл» E в том, что компьютеру сообщается, что мир в точности (хотя и неполно) описывается по крайней мере одним сетапом из **E**. Как и раньше, существует возможность, что такое описание противоречиво.

Множество E составляет основу для ответов на те вопросы, которые мы хотим получить от компьютера. Определим теперь более полно и точно, каким образом мы хотим получить ответы на вопросы, приписывая значения предложению в эпистемическом состоянии, т. е. определим значение $\mathrm{E}(A)$ для $\mathrm{E} \in \mathbf{E}$ и формулы A. Чтобы дать представление о том, что мы собираемся делать в дальнейшем, укажем, как используется основная идея аппроксимации: значение предложения A в эпистемическом состоянии определяется посредством *пересечения* всех значений предложения в отдельных состояниях, причем пересечение это берется не из логической решетки **L4**, а из аппроксимационной **A4**. В наших обозначениях

$$\mathrm{E}(A) = \sqcap \{\mathrm{s}(A) : \mathrm{s} \in \mathrm{E}\}.$$

Смысл такого определения непосредственно и интуитивно очевиден. Во-первых, мы указывали уже на то, что сетапы сами по себе обычно дают нам больше информации о формуле, чем мы имеем, или, говоря на языке аппроксимации,

$$\mathrm{E}(A) \sqsubseteq \mathrm{s}(A) \text{ для всех } \mathrm{s} \in \mathrm{E}.$$

Мы утверждаем теперь, что $\mathrm{E}(A)$ следует определить как максимальный (при выполнении приведенного соотношения) элемент, т. е. $\mathrm{E}(A)$ — значение A в E — должно быть *наибольшей* нижней гранью всех $\mathrm{s}(A)$ для $\mathrm{s} \in \mathrm{E}$.

Пример. Пусть $\mathrm{E} = \{\mathrm{s}, \mathrm{s}'\}$, где

$$\left.\begin{array}{ll} \mathrm{s}(\mathrm{P}) = \boldsymbol{T}, & \mathrm{s}'(\mathrm{P}) = \boldsymbol{None}, \\ \mathrm{s}(\mathrm{O}) = \boldsymbol{None}, & \mathrm{s}'(\mathrm{O}) = \boldsymbol{T}, \\ \mathrm{s}(\mathrm{B}) = \boldsymbol{T}, & \mathrm{s}'(\mathrm{B}) = \boldsymbol{F}, \\ \mathrm{s}(\mathrm{M}) = \boldsymbol{T}, & \mathrm{s}'(\mathrm{M}) = \boldsymbol{Both}, \end{array}\right\}, \quad \text{тогда} \quad \left\{\begin{array}{l} \mathrm{E}(\mathrm{P}) = \boldsymbol{None}, \\ \mathrm{E}(\mathrm{O}) = \boldsymbol{None}, \\ \mathrm{E}(\mathrm{B}) = \boldsymbol{None}, \\ \mathrm{E}(\mathrm{M}) = \boldsymbol{T}. \end{array}\right.$$

Далее, хотя Е (Р) = Е (О) = ***None***, ясно, что Е $(P \vee O)$ = ***T***.

Теперь давайте свяжем, как обычно, эпистемическое состояние с отметками «Истина» и «Ложь». Эта связь целиком сводится к тому, что мы отмечаем формулу *А* как «Истина» в Е, если *А* отмечено как «Истина» в каждом сетапе из Е, и отмечаем формулу *А* как «Ложь», если *А* отмечено как «Ложь» в каждом сетапе из Е. Мы при этом, как всегда, осознаем, что наше правило позволяет вообще не отмечать формулу *А*, либо отмечать *А* сразу двумя знаками. Подобная ситуация возникает также с супероценками ван Фраассена [1969a] в связи с определением необходимости и возможности в модальной логике [см., например, Крипке, 1963] и с оценкой эпистемического оператора в работе Я. Хинтикки [1962]. Конечно, во всех этих случаях рассматривались только непротиворечивые сетапы, и упомянутые логики не были ни в каком смысле четырехзначными или трехзначными. (Формулы ван Фраассена могут принимать три значения, однако у него третье значение, во-первых, *логически* не связано с двумя другими, а, во-вторых, семантика этого значения не является функционально истинностной.)

Теперь, при расширенной трактовке вопросов и ответов в ситуации с эпистемическим состоянием Е, мы снова рассматриваем только простейшие вопросы относительно предложения *А*. Так же как и раньше, компьютер отвечает: «Да», «Нет», «Да и Нет» или «Мне неизвестно» — в зависимости от того, будет ли значение Е (*А*) предложения *А* в Е равно ***T***, ***F***, ***Both*** или ***None***. Если, например, значение *А* в наличном состоянии компьютера равно ***Both***, он отвечает: «Да и Нет», т. е. $A \mathbin{\&} \sim A$. Конечно, в этом случае задающий вопрос будет знать, что ответ основан на противоречии, и это же будет знать компьютер. Действительно, именно таким образом компьютер *сообщает* о противоречивости своего эпестемического состояния. Напомним, что ответ компьютера не имеет онтологического значения «*Все произошло так, как в действительности*», а имеет эпистемическое значение «*Именно это мне и было сообщено*» (людьми, которым я, вообще говоря, доверяю).

Имеется по меньшей мере три ситуации, в которых компьютер должен иметь дело с формулами: когда задаются вопросы того типа, который мы только что обсуждали; когда проводятся вычисления или выводы, которые мы уже частично тоже обсудили и к которым мы еще вернемся, и, наконец, когда формула подается на вход компьютера.

Сейчас мы собираемся рассмотреть последний случай. Для облегчения дальнейшего рассуждения введем некоторые дополнительные аппроксимационные решетки.

2. Новые аппроксимационные решетки

Заметим вначале, что семейство всех сетапов **S** образует естественную аппроксимационную решетку **AS**, где порядок определяется поэлементным способом.

$s \sqsubseteq s'$ тогда и только тогда, когда для каждого атомарного предложения p $s(p) \sqsubseteq s'(p)$ (в **A4**). Другими словами, один сетап аппроксимирует другой, если для каждой атомарной формулы p информация о p, имеющаяся в первом сетапе, аппроксимирует информацию о p, имеющуюся во втором сетапе. Дело не только в том, что **AS** полная решетка (что необходимо с математической точки зрения), важно, что порядок в **AS** *естественно* интерпретируется как аппроксимация: если увеличивать информацию об одной из атомарных формул, увеличивается информация всего сетапа.

Так как множество **AS** бесконечно, идеи, связанные с понятиями предела и непрерывности в аппроксимационных решетках, впервые в нашем изложении приобретают должное значение. Мы не будем подробно останавливаться на этом и укажем лишь на одно применение этих понятий. Будем называть сетап *конечным*, если он имеет значение, отличное от ***None,*** только для *конечного* числа атомарных формул. Каждый сетап является тогда пределом некоторого множества конечных сетапов, т. е. $s = \sqcup X$ для некоторого направленного множества X конечных сетапов. Это очень существенно, если компьютер способен непосредственно представлять только конечные сетапы.

Переходя на следующий уровень, можно определить также естественный аппроксимационный порядок на множестве **E** эпистемических состояний. Нам, понятно, хотелось бы, чтобы

$$\text{из } E \subseteq E' \text{ следовало } E' \sqsubseteq E,$$

так как меньшее эпистемическое состояние дает более определенную информацию; обратное, однако, неверно (хотя множества E и E′ оба замкнуты сверху, см. ниже). Правильное определение, для которого приведенное выше условие является частным случаем, таково:

E $\sqsubseteq$ E$'$ тогда и только тогда, когда каждое s$' \in$ E$'$ аппроксимируется некоторым s $\in$ E.

Пусть, например,

$$\begin{array}{lll} s(p) = \boldsymbol{T}, & s'(p) = \boldsymbol{T}, & s''(p) = \boldsymbol{T}, \\ s(q) = \boldsymbol{None}, & s'(q) = \boldsymbol{T}, & s''(q) = \boldsymbol{None}, \\ s(r) = \boldsymbol{None}, & s'(r) = \boldsymbol{None}, & s''(r) = \boldsymbol{T}. \end{array}$$

Тогда E$=\{$s$\}$ аппроксимирует E$'=\{$s$'$, s$''\}$. Заметим, что ни E, ни E$'$ не дают никакой информации о q или r, однако E$'$ сообщает, что $q \vee r$ есть $\boldsymbol{T}$.

Неверно, что порядок на **E** порождает решетку; нарушается свойство антисимметричности. Существуют два способа образовать из E решетку, каждый из которых мы укажем, но ни один не будем подробно разрабатывать. Первый способ состоит в том, что сначала определяется отношение эквивалентности, а именно:

E *эквивалентно* E$'$ тогда и только тогда, когда они аппроксимируют друг друга. Затем «разделяем» множество эпистемических состояний с помощью этого отношения и получаем классы эквивалентности. Легко проверить, что получается полная решетка, и даже естественная аппроксимационная решетка (в частности, в силу того, что отношение эквивалентности является естественным).

Второй способ использует вместо классов эквивалентности метод выбора «представителей». Определим состояние E как *замкнутое вверх*, если из s $\sqsubseteq$ s$'$ и s $\in$ E следует s$' \in$ E. Если **CE** — множество всех непустых замкнутых вверх состояний, то оно составляет естественную аппроксимационную решетку **ACE** с определенным выше порядком. Действительно, в этом случае очевидно, что порядок, который мы определили выше, фактически согласуется с отношением на множествах, так что мы получаем полную решетку. При этом, однако, может прийти в голову тревожная мысль, не уничтожили ли мы при этом некоторые интересные состояния. Но этого не могло случиться. Определим *верхнее замыкание* для E:

C(E) есть множество сетапов, аппроксимируемых некоторым сетапом из E. Ясно, что C(E) замкнуто вверх и вместе с тем эквивалентно E, так что при желании можно использовать C(E) в качестве «представителя» E. (Заметим также, что E и E$'$ эквивалентны именно тогда, когда C(E)=C(E$'$), т. е. определения соответствуют друг другу.)

Мы предпочитаем, однако, иметь дело с **E** и с исходным порядком на нем, поскольку, хотя решетка классов эквивалентности и решетка **ACE** математически удобны (в действительности мы будем постоянно опираться на удобство **ACE**), их трудно использовать практически: компьютер не может работать с элементами этих решеток, так как такие элементы «сильно» бесконечны.

Определим, следовательно, **AE** как **E**, снабженное указанным выше порядком, а также парой операций типа решеточных, которые 1) порождают элементы, эквивалентные элементам решетки **ACE** при выполнении в ней таких операций, и 2) *сохраняют конечность*. Наиболее естественная операция пересечения будет, очевидно, просто объединением

$$\mathrm{E} \sqcap \mathrm{E}' = \mathrm{E} \cup \mathrm{E}'.$$

Определим объединение как

$$\mathrm{E} \sqcup \mathrm{E}' = \{\mathrm{s} \sqcup \mathrm{s}' : \mathrm{s} \in \mathrm{E},\ \mathrm{s}' \in \mathrm{E}'\}.$$

Аналогичные определения вводим также для обобщенных пересечений $\sqcap \mathrm{X}$ и обобщенных объединений $\sqcup \mathrm{X}$ подмножества $\mathrm{X} \subseteq \mathbf{E}$.

Существенно, что наша функция оценки $\mathrm{E}(A)$ не только монотонна по аргументу E, но и в соответствующем смысле непрерывна в **AE**, несмотря на то, что пересечения, используемые в определении $\mathrm{E}(A)$, приводят, как известно, в случае аппроксимационных решеток к некоторым трудностям.

Отдельные элементы множества E представляют особый интерес, а именно те, которые задают формулы и могут быть сами заданы посредством формул. Для каждого A определим *множество истинности* A и *множество ложности* A следующим образом:

$$\mathrm{Tset}(A) = \{\mathrm{s}:\ \boldsymbol{T} \sqsubseteq \mathrm{s}(A)\},$$
$$\mathrm{Fset}(A) = \{\mathrm{s}:\ \boldsymbol{F} \sqsubseteq \mathrm{s}(A)\}.$$

Предложение A отмечено как «говорит Истину» всеми элементами множества $\mathrm{Tset}(A)$, и только ими, и отмечено как «говорит Ложь» элементами $\mathrm{Fset}(A)$. Оба эти множества замкнуты вверх и, следовательно, принадлежат **CE**. Дж. Данн [1976] исследовал некоторые свойства этих множеств.

3. Формулы как отображения; новый тип значений

Теперь я перехожу к вопросу, который представляет значительный интерес и на который наши различные аппроксимационные решетки дают более или менее определенный ответ. Как должен компьютер интерпретировать функционально-составную формулу A в качестве входной информации? Очевидно, что компьютер постарается использовать A для изменения своего наличного эпистемического состояния, и фактически мы не сообщим ничего нового, если скажем, что определение того, как компьютер использует формулу A для преобразования своего наличного эпистемического состояния в новое эпистемическое состояние, заключается в *хорошем* способе приписывания значения формуле A. Следовательно, мы хотим связать с каждой формулой преобразование, т. е. отображение «старых» эпистемических состояний в новые. Более того, мы хотим также знать, что компьютер должен делать, когда формула A им *отвергается*. Поэтому мы фактически связываем с формулой A *две* функции: одна представляет преобразование эпистемических состояний, когда A принимается, а другая — когда A отвергается. Обозначим эти две функции как A^+ и A^-. Как определить их?

Напомним, что функция A^+ должна отображать состояния в состояния: $A^+(\mathrm{E})=\mathrm{E}'$. Основная идея при определении того, что́ мы хотели бы иметь в качестве E', связана с аппроксимационной решеткой. Во-первых, в рассматриваемой ситуации мы предполагаем, что компьютер всегда использует входные данные для увеличения своей информации или по крайней мере никогда не использует входных данных, чтобы уничтожить какую-либо информацию. (В последнем случае мы приходим к совершенно другой проблеме. Было бы интересно знать, хотя бы теоретически, что делать в таком случае, но я этого не знаю.) На языке аппроксимаций можно сказать более точно: $\mathrm{E} \sqsubseteq A^+(\mathrm{E})$. Во-вторых, $A^+(\mathrm{E})$, конечно, должно сообщать не меньше, чем утверждение A, т. е. $\mathrm{Tset}(A) \sqsubseteq A^+(\mathrm{E})$. В-третьих, и последнее, мы, очевидно, хотим, чтобы $A^+(\mathrm{E})$ было *минимальным искажением* E, которое представляет A как «по меньшей мере Истина». «Минимальное искажение» — это прекрасное выражение Куайна, но, используя аппроксимационную решетку, можно придать смысл тому, что раньше было *не более, чем простая метафора*. А именно: мы хотим, чтобы

A^+ (E) было наименьшим их тех эпистемических состояний, которые удовлетворяют нашим первым двум условиям. Таким образом, мы должны определить

$$A^+(\mathrm{E}) = \mathrm{E} \sqcup \mathrm{Tset}(A),$$

так что в итоге получается в точности минимальное искажение E, которое отмечает A как «по меньшей мере Истина». (Вспомним, что в любой решетке $x \sqcup y$ есть «наименьшая (минимум) верхняя грань».) Согласившись с таким определением функции A^+, легко понять, что A^- (E) должно быть минимальным искажением E, которое отмечает A как «по меньшей мере Ложь», т. е.

$$A^-(\mathrm{E}) = \mathrm{E} \sqcup \mathrm{Fset}(A).$$

Данные определения придают точное значение A как входной информации, но они также имеют некоторый недостаток: множества Tset и Fset могут быть бесконечными или по крайней мере очень большими — настолько большими, что компьютер не сможет реально с ними работать. По этой причине, а также в собственных интересах компьютера мы предлагаем другое определение функции A^+ и A^-, на этот раз индуктивное, но в котором сохранится многое от идеи минимального искажения.

Что должен делать компьютер со своим эпистемическим состоянием, когда атомарная формула p утверждается? Напомним, что p в результате должно быть отмечено как «по меньшей мере Истина» и что этого не произойдет, если p не отмечено так в каждом сетапе из E. Ясно, что компьютер должен проверить каждый сетап из E и добавить для p «говорит Истину». Тогда эта формула будет иметь знак ***T***, если ранее она была отмечена как ***None***: знак p останется без изменений, если ранее она была отмечена как ***T*** или как ***Both***, и станет ***Both***, если ранее был символ ***F***. Очевидно, что это *минимальные* действия, которые компьютер может выполнить. Определяя p_T как такой сетап, в котором p имеет значение ***T***, а все другие атомарные предложения имеют значение ***None***, можно дать следующее формальное определение (вот откуда появляется минимальное искажение):

$$p^+\mathrm{E} = \{\mathrm{s} \sqcup p_T \colon \ \mathrm{s} \in \mathrm{E}\}.$$

Аналогично определяя p_F, полагаем

$$p^- \mathrm{E} = \{\mathrm{s} \sqcup p_F\colon\ \mathrm{s} \in \mathrm{E}\}.$$

Объединение содержится в аппроксимационной решетке **AS** всех сетапов.

Теперь легко определить рекурсивные условия, которые обеспечивают определение значений для связок (значений, отличающихся от обычных «условий истинности», хотя, разумеется, связанных с ними).

$$(A \,\&\, B)^+ = A^+ \circ B^+.$$

Другими словами, чтобы сделать предложение $A \,\&\, B$ истинным посредством минимального искажения, надо сначала, минимально изменяя состояние, сделать истинным A и затем минимально изменить результат, чтобы сделать также истинным B. (Знак «$\circ$» обозначает композицию функций.) Мы хотели, и в действительности так и вышло, чтобы $(A \,\&\, B)^+ = (B \,\&\, A)^+$, т. е. порядок минимального искажения несуществен. Далее, очевидно, что

$$(\sim A)^+ = A^-.$$

Для дизъюнкции полагаем

$$(A \vee B)^+ = \lambda \mathrm{E}\, (A^+ (\mathrm{E}) \sqcap B^+ (\mathrm{E})).$$

Другими словами, мы делаем минимальные искажения для A и B отдельно, а затем находим лучшее (максимальное) среди всех состояний, приближающих оба найденных, т. е. являющихся в точности их теоретико-множественной суммой. Например, если E — одноэлементное множество $\{\mathrm{s}\}$, в котором $p \vee q$ имеет значение ***None***, то $(p \vee q)^+ \mathrm{E}$ получается «расщеплением» s на два новых состояния: в первом p имеет значение ***T***, тогда как q и вся остальная информация остаются без изменения, во втором q имеет значение ***T***, а p и вся другая информация остаются фиксированными.

Мы приводим рекурсивное определение для A^- без комментариев:

$$(\sim A)^- = A^+,$$
$$(A \,\&\, B)^- = \lambda \mathrm{E}\, (A^- (\mathrm{E}) \sqcap B^- (\mathrm{E})),$$
$$(A \vee B)^- = A^- \circ B^-.$$

Я указал две различные оценки значения формулы A как входной информации (подтверждаемой или отвергаемой) и хочу отметить, что эти оценки согласуются. Третью оценку можно начать с определения A^+ и A^- как функций, определенных на сетапах и принимающих значения во множестве состояний E:

$$A^+(\mathrm{s}) = \{\mathrm{s} \sqcup \mathrm{s}'\colon\ \mathrm{s}' \in \mathrm{Tset}\,(A)\},$$
$$A^-(\mathrm{s}) = \{\mathrm{s} \sqcup \mathrm{s}'\colon\ \mathrm{s}' \in \mathrm{Fset}\,(A)\}.$$

Тогда

$$A^+\mathrm{E} = \bigcup \{A^+\mathrm{s}\colon\ \mathrm{s} \in \mathrm{E}\},$$
$$A^-\mathrm{E} = \bigcup \{A^-\mathrm{s}\colon\ \mathrm{s} \in \mathrm{E}\}$$

И далее, имеется большое число возможностей, например,

$$(A \,\&\, B)^+\,\mathrm{E} = A^+\mathrm{E} \sqcup B^+\mathrm{E}.$$

4. Дополнительные замечания

До сих пор мы использовали аппроксимационные решетки не только для того, чтобы выразить в достаточно разумных конкретных терминах действия компьютера, когда тот на входе получает формулу, отвергаемую или принимаемую, но также для того, чтобы дать новую теоретическую оценку формул как определенных видов отображений одних эпистемических состояний в другие. Очевидно, что далее следует определить необходимые абстрактные характеристики и общие принципы, если, конечно, эта работа еще не выполнена кем-либо. Так или иначе, я сделаю ряд замечаний.

Для начала напомню замечание Д. Скотта, согласно которому семейство всех *непрерывных* функций из аппроксимационной решетки в нее саму (или в другую решетку) образует новую аппроксимационную решетку. При этом важно отметить, что наши функции A^+ и A^- занимают в такой решетке заметное место. Однако функции A^+ (мы не говорим здесь об A^--функциях, так как $A^- = (\sim A^+)$ составляют только ограниченное подмножество всех функций, и было бы желательно охарактеризовать соответствующее подмножество, не обращаясь при этом к анализу сложных лингвистических вопросов. Общим свойством этих функций является то, что они *эмплиативны* (ampliative):

$$\mathrm{E} \sqsubseteq A^+\mathrm{E}$$

или, если I — тождественная функция на E, то

$$I \sqsubseteq A^+.$$

Это свойство чрезвычайно важно для всего нашего построения: компьютер никогда не отбрасывает информацию, а лишь поглощает ее. Легко видеть, что семейство непрерывных функций, расположенных «выше» I, само образует аппроксимационную решетку — решетку всех эмплиативных и непрерывных функций, которая замкнута относительно таких хороших операций, как суперпозиция (I есть нижняя точка этой решетки).

Другое важное свойство функций A^+ состоит в том, что они *постоянны* (permanent): если для состояния E функция A^+ однажды вычислена, то ее можно использовать и в дальнейшем, и нет нужды считать ее заново, какова бы ни была сумма будущих знаний компьютера. Говоря формально,

$$A^+\mathrm{E} \sqsubseteq \mathrm{E}' \text{ влечет } A^+\mathrm{E}' = \mathrm{E}'.$$

Указанные особенности функций A^+ могут, вероятно, рассматриваться как внутренняя характеристика «типа» функций, представляемых функционально-составными формулами. Действительно, функция f непрерывна, эмплиативна и постоянна только в том случае, когда она может быть охарактеризована как функция, улучшающая ситуацию добавлением фиксированной информации (другими словами, только в случае, когда существует фиксированный элемент E_0, такой, что $\mathrm{f}(\mathrm{E}) = \mathrm{E} \sqcup \mathrm{E}_0$ для всех E). И это определение корректно.

Если читателю интересно, он может проверить, как из приведенных выше соображений можно вывести наиболее удивительные свойства A^+-функций: суперпозиция обладает теми же свойствами, что и объединение, и, следовательно, коммутативна и идемпотентна.

$$A^+ \circ B^+ = B^+ \circ A^+,$$
$$A^+ \circ A^+ = A^+.$$

Мне не хотелось бы закончить обсуждение на столь абстрактном уровне, и потому я сделаю одно более практическое замечание. «Постоянство» в указанном *смысле означает*, что компьютер, принимающий формулу A в качестве входной информации, имеет выбор: он может, если пожелает, либо «запомнить» формулу A в удобном для себя месте, либо предпочесть добавить формулу A к своему эпистемическому состоянию и *забыть* о ней. Так как значение формулы A есть постоянная функция, сама формула A будет раз навсегда храниться в компьютере как в настоящих, так и во всех его *будущих* эпистемических состояниях. В следующей части статьи мы столкнемся с противоположной ситуацией.

5. Еще раз о кванторах

Кванторы опять приводят к трудностям, которые следует разрешить, но которые я еще полностью разрешить не в силах. Основная трудность заключается в том, что нам нужно следить, чтобы сетапы и эпистемические состояния компьютера были конечными, тогда как предложения с кванторами, в случае если область действия кванторов бесконечна, содержат бесконечную информацию. Мы обсудим здесь только отдельные пункты, касающиеся указанной проблемы.

Во-первых, нужно использовать подстановочную интерпретацию кванторов с тем, чтобы не было необходимости изменять определение сетапа. Квантификация всегда связана с совокупностью констант, пригодных для подстановки: $(x)A(x)$ является обобщенной конъюнкцией своих частных случаев, а $\exists xAx$ — их обобщенной дизъюнкцией. Если задана область подстановки, читатель сам сможет дать правильные определения для $s(\forall(x)Ax)$ и $s(\exists xAx)$. Во-вторых, надо считать область подстановки бесконечной; в противном случае никаких проблем не возникает. В-третьих, после некоторых колебаний мы приписываем одну область подстановки всему эпистемическому состоянию E, не позволяя разным сетапам из E иметь разные области подстановки.

В действительности проблема состоит не в том, чтобы отвечать на вопросы о формулах с кванторами (хотя на практике и здесь могут возникнуть трудности), а в том, как интерпретировать такие формулы на входе. Очевидно, что мы хотели бы иметь для квантора существования: если формула $\exists xA(x)$ рассматривается как входная информация, то мы добавим *новую* константу c к области подстановки и сделаем минимальное искажение, при котором $A(c)$ есть «Истина».

Однако все еще остается неясным, как отразить это на языке аппроксимаций.

Серьезную проблему представляет квантор общности. В этом случае мы можем прийти от конечного состояния E (т. е. конечной совокупности конечных сетапов) к бесконечному состоянию E′. Возможно, что наилучший способ справиться с этой трудностью состоит в том, чтобы использовать квантор общности только какое-то ограниченное время (минимально изменяя состояние и делая какой-нибудь частный случай формулы истинным). Компьютер вынужден будет при этом *запомнить* формулу с квантором общности с тем, чтобы в случае необходимости обращаться к ней впоследствии («необходимости» в том смысле, в каком необходимо ответить на заданный вопрос). Различные конечные состояния, полученные таким образом, имеют своим *пределом* минимальное искажение, в котором $\forall (x) A (x)$ есть «Истина».

Некоторые вопросы, которые еще надо обсудить, лучше рассмотреть после следующего раздела, поэтому пока оставим обсуждение проблемы кванторов.

Часть II. Неявные данные и правила

Ранее мы считали, что вся информация, вводимая в компьютер,— атомарная, так что мы могли иметь дело только с сетапами. В части I мы обобщили ситуацию, допуская в качестве входной информации более сложные, функционально составные формулы. Это обобщение требует обращения к эпистемическим состояниям. Теперь нам приходится признать, что *практически* важно давать иногда компьютеру информацию в виде правил, которые бы позволили ему менять собственное представление эпистемических состояний в нужных нам направлениях. Другими словами, желательно иметь возможность инструктировать компьютер, чтобы осуществлять некоторые шаги вывода, не являющиеся просто тавтологическими следствиями. Например, вместо физической передачи компьютеру полного списка победителей и не-победителей Серий 1971 г., очевидно, проще сообщить компьютеру: ««Пираты» победили, и далее, если вы имеете победителя и команду, не совпадающую с победителем, то эта команда должна быть не-победителем» (т. е. $(x)(y)(Wx \& x \neq y \rightarrow \sim Wy)$. При наличии необходимых таблиц для отождествления и различения имен или при условии, что разные имена обозначают разные объекты (это вовсе не плохое условие для *практического* использования во многих вычислительных устройствах), можно *вывести*, что ««Ориолес» победил» должно быть отмечено как «Ложь».

Вы, вероятно, сразу же подумали, что можно получить результат «из данных A и B выводится C», или «если A и B, то C», введя в компьютер формулу «$\sim A \vee \sim B \vee C$». Однако это не так: последняя формула стремится *расщепить* сетап на три сетапа, в одном из которых A отмечено как «Ложь», и т. д. В то же время нам хотелось бы (грубо говоря) только улучшить единственный имеющийся сетап, приписывая значение «Истина» для C при условии, что A и B уже отмечены как «Истина» (а в противном случае оставляя все без изменений). Именно эту идею (грубо говоря) мы хотели бы развить.

1. Неявная информация

Введем обозначение «$A \rightarrow B$» для записи вывода B из A, так что у нас есть запись импликации и мы ищем ее значение. Однако в предыдущем разделе мы нашли хороший способ приписывать значения выражениям, воспринимаемым в качестве входной информации: из нескольких возможных способов компьютер должен улучшить свое эпистемическое состояние минимальным, причем так, чтобы сделать вводимое предложение «Истиной». Итак, будем трактовать выражение $A \rightarrow B$ как обозначение некоторого отображения состояний в состояние, такое, что $A \rightarrow B$ истинно в результирующем состоянии.

Очевидно, что, имея в виду эту цель, нужно знать, что означает «$A \rightarrow B$ истинно в некотором состоянии». Это довольно сложный вопрос. Напрашивается определение, что $A \rightarrow B$ истинно в состоянии Е тогда и только тогда, когда $\mathrm{E}(A) \leqslant \mathrm{E}(B)$ (в логической решетке **L4**). И хотя у нас нет радикальных аргументов против полезности такого определения, мы абсолютно уверены, что это ложный путь. Мы полагаем, что более полезно было бы определить истинность $A \rightarrow B$ так, чтобы, изменяя *каждый* сетап, сделать $A \rightarrow B$ в нем истинным. Давайте сначала определим, что значит истинность $A \rightarrow B$ в сетапе. Естественно, мы обращаемся к логической решетке **L4** и устанавливаем, что $A \to B$ истинно в s тогда и только тогда, когда $s(A) \leqslant s(B)$. (Заметим, что мы *не* придаем $A \to B$ одно из значений в **4**; $A \to B$ либо истинно, либо ложно в s, но не может быть одновременно и истинно и ложно или ни истинно и ни ложно.)

Соблазнительно было бы определить предложение $A \to B$ как истинное в состоянии E, если оно истинно в каждом сетапе из E, и как ложное в противном случае. Но и это определение было бы нехорошим. Причина непригодности такого определения состоит в том, что истинность $A \to B$ *не замкнута* вверх: $s \sqsubseteq s'$, и истинность $A \to B$ в s не обеспечивает истинности $A \to B$ в s′. Эпистемические состояния, однако, предполагаются эквивалентными своим верхним замыканиям. Попытаемся теперь для каждого состояния E рассмотреть его *минимальные элементы* M(E), т. е. те сетапы из E, которые являются минимальными относительно аппроксимационного порядка между сетапами. Действительно, в любом состоянии E, в котором каждый сетап аппроксимируется некоторым минимальным, неминимальные сетапы (не принадлежащие M(E)) могут считаться лишними. В частности, неминимальные сетапы не участвуют в оценке формул и не должны учитываться при оценке импликации. Следовательно, разумно было бы определить $A \to B$ как истинное предложение в данном состоянии, если оно истинно в каждом минимальном элементе этого состояния. Действительно, это определение вполне пригодно, если E конечно или если каждое s в E конечно, так как в этом случае каждая убывающая последовательность в E

$$s_1 \sqsupseteq \ldots \sqsupseteq s_i \sqsupseteq \ldots$$

конечна, так что M(E) фактически эквивалентно E. Очевидно, что при реальных применениях компьютера ситуация всегда будет именно такова. Мы тем не менее дадим определение, которое будет годиться в более общем случае: $A \to B$ истинно в E, если для каждого $s \in E$ существует некоторое $s' \in E$, такое, что $s' \sqsubseteq s$ и $A \to B$ истинно в s′.

Мы утверждаем, что наше определение обладает тем достоинством, что не различает эквивалентных состояний: если состояния E и E′ эквивалентны, то импликация $A \to B$ имеет одно и то же истинностное значение в каждом из этих состояний. Если импликация $A \to B$ истинна в замыкании

E, то она также истинна в E (трудное место), и это происходит по той причине, что в замыкании E не может быть бесконечно убывающей цепочки сетапов, в которых истинностное значение $A \to B$ меняется бесконечное число раз. Раньше или позже мы спустимся по цепочке вниз до того места, где истинностное значение $A \to B$ установится либо как «Истина», либо как «Ложь». Предполагая истинность $A \to B$ в замыкании E, мы получим, что в каждой цепочке устанавливается значение «Истина», и этого достаточно для истинности $A \to B$ в E. Причина, по которой не может существовать бесконечно убывающей цепочки сетапов с изменяющимся истинностным значением $A \to B$, состоит в том, что каждое изменение значения $A \to B$ должно быть вызвано либо изменением значения $s(A)$, либо $s(B)$, а так как функция оценки монотонна по s, то однажды измененное в единственно возможном (в сторону уменьшения) направлении значение не может измениться снова в обратном направлении. Таким образом, значение A может измениться самое большее дважды, и столько же раз может измениться значение B. Следовательно, значение $A \to B$ может измениться самое большее четыре раза.

Понятие истинности $A \to B$ в E отлично от понятия «A говорит истину в E»; первое *не* является монотонным в E, а второе является, ибо $E \sqsubseteq E'$ говорит, что если A — «по меньшей мере $\boldsymbol{T}$» в E, то оно «по меньшей мере $\boldsymbol{T}$» в E′, но из истинности $A \to B$ в E *не* следует истинность $A \to B$ в E′. Далее мы увидим, как это приводит к различиям в действиях компьютера с формулами $A \to B$ и A. Теперь заметим, что это не противоречит тезису Скотта, так как у нас нет ничего, что можно было бы считать функцией из одной аппроксимационной решетки в другую. В частности, обычная характеристическая функция, представляющая множество E, в котором $A \to B$ истинно, не годится, так как два истинностных значения — «Истина» и «Ложь» — не составляют аппроксимационной решетки.

Вернемся теперь к определению $A \to B$ как отображения эпистемических состояний E в эпистемические состояния E′, которое с минимальным искажением дает «Истину» — в полном соответствии с нашими результатами в предыдущем разделе.

Поскольку нам известно, что значит для формулы $A \to B$ быть истинной в s, то мы знаем также множество Tset: Tset $(A \to B) = \{s : A \to B$ истинно в $s\}$. Можно теперь, как и раньше, попробовать дать определение

$$(A \rightarrow B)^{+} \mathrm{E} = \mathrm{E} \sqcup \mathrm{Tset}(A \rightarrow B).$$

Можно предположить, что какое-нибудь аналогичное определение более подходит для наших целей, но это не так: если один из сетапов, в котором $A \twoheadrightarrow B$ истинно, имеет значение ***None*** для каждой атомарной формулы, то $(A \twoheadrightarrow B)^{+}$ есть тождественная функция (с точностью до эквивалентности). Следует также отметить, что $\mathrm{Tset}(A \twoheadrightarrow B)$ не замкнуто вверх и поэтому не обладает нужными свойствами. В данном случае не будем даже пытаться перейти к верхнему замыканию — согласно сделанному выше замечанию, мы бы получили семейство всех сетапов. Во всяком случае, при определении $(A \twoheadrightarrow B)^{+}$ как функции, которая минимально искажает E для того, чтобы сделать $A \twoheadrightarrow B$ истинной, мы пойдем другим и, как мы полагаем, интуитивно более приемлемым и понятным путем.

Мы намерены определить $A \twoheadrightarrow B$ сначала на сетапах, имея в виду следующее расширение определения для состояний:

$$(A \rightarrow B)^{+} \mathrm{E} = \bigcup \{(A \rightarrow B)^{+} \mathrm{s}\colon\ \mathrm{s} \in \mathrm{E}\}.$$

Итак, мы должны определить значение $(A \twoheadrightarrow B)^{+}$ на сетапе s, предполагая, несомненно, что значение будет некоторым состоянием E′ (для этого нам придется, возможно, «расщепить» сетап s). Идея, как всегда, состоит в том, что мы хотели бы увеличить информацию в s насколько возможно минимально, чтобы сделать импликацию $A \twoheadrightarrow B$ истинной. Если мы твердо помним, что «увеличение информации» не просто метафора, а связано с аппроксимационными решетками, то создается впечатление, что нас ведет «рука Великого Логика».

В одном случае все просто. Если $A \twoheadrightarrow B$ *уже* истинно в s, самое минимальное, что нужно сделать,— это оставить s без изменения. Теперь для объяснения будущего определения рассмотрим все возможности, при которых $p \twoheadrightarrow q$, например, может быть *ложно* в s. Возможные значения, которые имеются в *логической* решетке **L4**, выписаны ниже под p и q (в данный момент не обращайте внимания на правый столбец).

Для того чтобы $p \twoheadrightarrow q$ было ложно, нужно

p	q	Необходимые изменения для истинности $p \to q$
T	***None***	Повысить значение q до ***T***
T	***Both***	Повысить значение p до ***Both***
T	***F***	Повысить значение p до ***Both*** и значение q до ***Both***
None	***F***	Повысить значение p до ***F***
Both	***F***	Повысить значение q до ***Both***

Попробуем теперь следующий способ. Смотря одним глазом на логическую решетку **L4**, а другим — на аппроксимационную решетку **A4**, используем наш «третий глаз» для проверки требований, высказанных в правом столбце. Например, первая запись говорит фактически, что если $p \to q$ ложно в силу того, что p есть ***T***, а q есть ***None***, то *бесполезно* повышать значение p (в аппроксимационной решетке **A4**), так как единственное значение, до которого можно повысить p, есть ***Both***, но из этого (в логической решетке **L4**) не следует q (если делать $p \to q$ истинным). Следовательно, должно быть повышено q. (Важное для этих замечаний предположение состоит в том, что мы можем говорить только о «повышении» (в аппроксимационной решетке **A4**), но не о «понижении». Компьютер никогда не воспринимает входные данные, *сокращая* их информацию, и никогда не воспринимает их как повод для «забывания» чего-либо. Напомним, что это условие носит ограниченный характер и явно не свойственно, как мы полагаем, совершенному устройству.)

Теперь проведем дальнейший анализ таблицы, в которой s — наличный сетап, а E′ — новое эпистемическое состояние. Все повышения q происходят только в том случае, когда $\boldsymbol{T} \sqsubseteq \mathrm{s}(p)$, а все повышения p происходят, когда $\boldsymbol{F} \sqsubseteq \mathrm{s}(q)$. Более того, повышение q всегда должно обеспечивать $\boldsymbol{T} \sqsubseteq \mathrm{E}'(q)$, а повышение p должно обеспечивать $\boldsymbol{F} \sqsubseteq E'(p)$. Другими словами, как этого и можно было ожидать, чтобы сделать $p \to q$ истинным, нужно сделать q «по меньшей мере ***T***», если p истинно, и p «по меньшей мере ***F***», если q ложно.

Давайте разделим нашу задачу (и не будем более рассматривать частный случай атомарных формул). Единственное, что от нас требуется,— это сделать B как «по меньшей мере $\boldsymbol{T}$», если таково A. Назовем соответствующее предложение $A \to_T B$. Мы хотим сделать B истинным, если A истинно, и сделать это минимальным способом. Мы, однако, *уже знаем* минимальный способ для того, чтобы сделать B истинным. Поэтому следующее определение в известной мере вынужденно:

$$
\begin{aligned}
(A \to {}_T B)^+ \, \mathrm{s} &= B^+ \{\mathrm{s}\}, \text{ если } \mathrm{s} \in \mathrm{Tset}\,(A), \text{ т. е. если } \boldsymbol{T} \sqsubseteq \mathrm{s}(A) \\
&= \{\mathrm{s}\}, \text{ если } \mathrm{s} \notin \mathrm{Tset}\,(A), \text{ т. е. если } \boldsymbol{T} \sqsubseteq \mathrm{s}(A).
\end{aligned}
$$

Оценка $(A \to_T B)^+$ хорошо соответствует интуиции. Это заставило Райла сказать, что условия *если — то* являются пропуском для вывода. Действительно, $(A \to_T B)^+$ дает компьютеру вывести заключение, если в его распоряжении есть посылка. Например, если компьютер находит, что предложение «*«Пираты» победили*» отмечено как $\boldsymbol{T}$, то формула ««Пираты» победили $\to$ «Ориолес» не победил» указывает, что надо сделать минимальное искажение, при котором ««Ориолес» не победил» отмечается как «по меньшей мере $\boldsymbol{T}$». (Напомним (см. предыдущий раздел), B^+ есть минимальное искажение, делающее значение B равным «по меньшей мере $\boldsymbol{T}$».)

Теперь у нас есть достаточно пищи для размышлений и множество оставшихся без ответа вопросов. Заметим, что тезис Скотта не нарушается: $(A \to {}_T B)^+$ — действительно непрерывная функция из пространства сетапов в состояния и после соответствующего расширения — из состояний в состояния. Все основано на том факте, что множества Tset 1) всегда замкнуты вверх и 2) «открыты»: если $\bigsqcup \mathrm{X} \in \mathrm{Tset}\,(A)$ для направленного X, то $x \in \mathrm{Tset}\,(A)$ для некоторого $x \in \mathrm{X}$. (Топологический язык вполне подходит для этой ситуации: никакая точка X не может быть достигнута как предел семейства точек, лежащих вне X.) Суть нашего замечания заключается в объяснении, почему мы не можем разумно использовать $(A \to_T B)$ при отсутствии указанных условий. Следовательно, так как Tset не замкнуто вверх для $A \to_T B$, то мы не можем придать смысл $(A \to_T B) \to_T C$. Напротив, все, что нам нужно от B, — это непрерывность B^+, и поэтому $A \to_T (B \to_T C)$ приемлемо. (Идея аппроксимации и тезис Скотта провели нас «сквозь заросли».)

Интересно, что в решетке всех эмплиативных функций выполняется

$$((A \to {}_T B)^+ \circ A^+) \sqsupseteq B^+,$$

но не

$$(A^+ \circ (A \longrightarrow {}_T B^+)^+) \sqsupseteq B^+.$$

Может быть, эти отношения соответствуют некоторым неперестановочным логикам, а может быть, и нет.

Вернемся к нашей главной задаче определения $(A \rightarrow B)^+$: мы закончили ее на определении $(A \rightarrow_T B)^+$, которое делает B истинным, если A истинно. Другую часть определения дает функция

$$\begin{aligned}(A \longrightarrow {}_F B)^+ \, \mathrm{s} &= A^-, \text{ если } \mathrm{s} \in \mathrm{Fset}(B), \text{ т. е. если } \boldsymbol{F} \sqsubseteq \mathrm{s}(B) \\ &= \mathrm{s}, \text{ если } \mathrm{s} \notin \mathrm{Fset}(B), \text{ т. е. если } \boldsymbol{F} \not\sqsubseteq \mathrm{s}(B).\end{aligned}$$

Эта функция минимальным способом делает так, что A «говорит Ложь», если B «Ложь».

Перед тем как определить $(A \rightarrow B)^+$, сделаем остановку и скажем пару слов о семействе функций $(A \rightarrow_T B)^+$. Функции этого семейства, так же как A^+, *эмплиативны:*

$$\boldsymbol{I} \sqsubseteq (A \longrightarrow {}_T B)^+, \text{ т. е. } \mathrm{E} \sqsubseteq (A \longrightarrow {}_T B)^+ \, \mathrm{E}.$$

Однако эти новые функции в отличие от ранее рассмотренных «непостоянны» в смысле определения, приведенного в конце части I. Это означает, что, хотя компьютер однажды «сделал» $(A \rightarrow_T B)^+$, ему, возможно, придется повторить все снова. Этот факт является следствием незамкнутости $\mathrm{Tset}(A \rightarrow_T B)$ вверх. Добавление новой информации может сделать $(A \rightarrow {}_T B)^+$ ложной. Существует, однако, близкое свойство, которым обладают и $(A \rightarrow_T B)^+$, и A^+; функцию $f = (A \rightarrow_T B)^+$ не нужно применять дважды:

$$\mathrm{f} \circ \mathrm{f} = \mathrm{f}.$$

Тесно связанное с постоянством (непостоянством) различие между двумя типами эмплиативных функций состоит в их отношении к композиции: все функционально-составные эмплиативные функции перестановочны друг с другом: $(A^+ \circ B^+ = B^+ \circ A^+)$, а функции $\rightarrow_T$ неперестановочны ни друг с другом, ни с истинностными функциями. Наиболее убедительный пример последнего случая следующий:

$$(p^+ \circ (p \longrightarrow {}_T q)^+) \neq ((p \longrightarrow {}_T q)^+ \circ p^+).$$

Применение правой части к сетапу s, в котором p и q имеют значение ***None***, приводит к состоянию, в котором p отмечено как «говорит Истину», и тогда, как следствие, q также отмечено как «говорит Истину». Однако, применяя левую часть к s, мы получаем нечто другое: $p \rightarrow_T q$ неприменимо, так как p не есть по «меньшей мере ***T***» в s, и поэтому только p будет отмечено в результате как «говорит Истину» *без* изменения q.

Замечая, что $(A \rightarrow_F B)^+ = (\sim B \rightarrow_T \sim A)^+$, мы можем с уверенностью сказать, что функция, стоящая слева, имеет достоинства и недостатки функции $(A \rightarrow_T B)^+$. Кроме того, у нее есть еще один недостаток, заключающийся в том, что не только выражение $(A \rightarrow_F B) \rightarrow_F C$ невозможно (поскольку Fset для $(A \rightarrow {}_F B)^+$ не замкнуто вверх), но и $A \rightarrow_E (B \rightarrow {}_F C)$ (поскольку $(B \rightarrow_F C)^-$ неопределено). (Мы могли бы при желании составить $A \rightarrow_T (B \rightarrow {}_F C)$.)

Недостатки функции стрелки заставляют нас попробовать, не можем ли мы определить $(A \rightarrow B)^+$ просто как композицию $(A \rightarrow_T B)^+$ и $(A \rightarrow_F B)^+$. Однако $A \rightarrow B$ может не быть в результате истинной. Интуитивно $(A \rightarrow_F B)^+$ может ничего не дать, так как если B есть ***None*** в рассматриваемом сетапе, то $(A \rightarrow_T B)^+$ приводит к тому, что B отмечается не только как «Истина» (поскольку A истинно), но *также и как* «Ложь». Это произойдет в случае, когда B — формула типа $p \,\&\, \sim p$, которая не может быть «Истиной» без того, чтобы не быть *также* «Ложью». Тогда если формула A имеет значение ***T***, то формула $A \rightarrow B$ будет ложной. Следовательно, композиция $(A \rightarrow {}_T B)^+$ с $(A \rightarrow {}_F B)^+$ (в любом порядке) *не* является минимальным повышением, делающим формулу $A \rightarrow B$ «Истиной». В качестве частного решения нашей задачи удивительно подходит, как можно видеть, выражение $(A \rightarrow_F B)^+ \circ (A \rightarrow_T B)^+ \circ (A \rightarrow_F B)^+$: первый член делает A «Ложью», если B «Ложь»; затем B становится «Истиной», если A «Истина»; затем, еще раз, A становится «Ложью», если B «Ложь». Так как в результате формула $A \rightarrow B$ истинна, то ничего больше не требуется; найденная функция действует минимальным способом. В частности,

$$((A \rightarrow B)^+ \circ (A \rightarrow B)^+)\,s = (A \rightarrow B)^+ s,$$
$$(A \rightarrow B)^+ = (A \rightarrow {}_T B)^+ \circ (A \rightarrow {}_F B)^+ \circ (A \rightarrow {}_T B)^+.$$

Итак, мы берем указанное выражение в качестве *значения*

$A \rightarrow B$ как отображения одних эпистемических состояний в другие.

Закончим этот раздел двумя замечаниями. Первое. Мы не предлагаем *логики* для правил $(A \rightarrow B)^+$; в этом направлении остается еще много работы.

Второе. $A \rightarrow B$ построена в виде правила, и ей было придано «входное» значение. Выходного значения $A \rightarrow B$ мы не даем и потому не предполагаем, что компьютер ответит на вопросы об $A \rightarrow B$. В частности, мы не приписали никакого значения *опровержению* $A \rightarrow B$: формуле $(A \rightarrow B)^-$ не придано никакого смысла. У нас нет уверенности, нужно ли снять это ограничение или же оно является следствием нашего представления формулы $A \rightarrow B$ в виде правила. Действительно, мы не знаем, в чем смысл указания компьютеру *не* использовать правила $(A \rightarrow B)^+$. Можно попытаться придать смысл $(A \rightarrow B)^-$, указывая компьютеру сделать $\mathrm{E}(A) \not\leqslant \mathrm{E}(B)$, но это указание компьютер не всегда может выполнить.

2. Правила и информационные состояния

Этот последний раздел статьи носит предварительный и совсем абстрактный характер. Я хочу здесь изложить только одну конкретную мысль, которой со мной поделился Д. Изнер. Вероятно, самый лучший способ представить в компьютере сложные информационные состояния состоит в беспристрастной *комбинации* таблиц (подобных нашим эпистемическим состояниям) и правил (подобных либо нашему выводу $A \rightarrow B$, либо функционально-составной формуле, которую компьютер предпочитает запомнить, либо, наконец, кванторной формуле, которую компьютер должен запомнить). По этой причине, а также по совсем другой нужно запомнить некоторые правила, поскольку они, возможно, будут применяться снова (но не каждый раз), и мы не можем более удовлетворяться представлением известной компьютеру информации посредством эпистемического состояния. Скорее всего, эта информация должна быть представлена в компьютере в виде *пары*, составленной из эпистемического состояния и множества правил, т. е. в виде

$$\langle \mathrm{R}, \mathrm{E} \rangle.$$

Считается, что E представляет то, что компьютеру явно известно и подлежит расширению посредством применения правил из множества R. Для одних задач мы должны предполагать, что E конечно, однако для других накладывать такое условие нет необходимости. Назовем пару $\langle R, E \rangle$ *информационным состоянием* только для того, чтобы не отказываться от ранее данного определения понятия эпистемического состояния. Но что такое правило? Из каких элементов состоит множество R? В данном контексте под *правилом*, или *эмплиативным правилом*, следует понимать произвольное непрерывное и эмплиативное отображение эпистемических состояний в эпистемические состояния. Как я отмечал выше, множество *всех* непрерывных функций на аппроксимационной решетке было изучено Д. Скоттом; это множество образует естественную аппроксимационную решетку. Более того, очевидно, что эмплиативные непрерывные функции образуют естественную аппроксимационную решетку, которая является почти полной подрешеткой пространства всех непрерывных функций: все пересечения и объединения согласуются, кроме объединений пустого множества, которое является тождественной функцией, а не всюду неопределенной функцией. Интуитивное обоснование: действие пустого множества правил должно оставлять эпистемическое состояние без изменений.

Об общем понятии правила довольно. Различные функции A^+, A^-, $(A \rightarrow_T B)^+$, $(A \rightarrow_F B)^+$ и $(A \rightarrow B)^+$ являются частными случаями этого понятия. Теперь мы должны сказать, что *понимается* под множеством правил R. Естественно, мы хотим выразить это понятие как отображение эпистемических состояний в эпистемические состояния. Начнем с определения: правило ρ *удовлетворяется* в состоянии E, если применение этого правила к E не увеличивает информацию; $\rho(E)=E$. Множество R правил *удовлетворяется* в E, если все его элементы удовлетворяются. Мы хотим, чтобы множество правил производило минимальное искажение E так, что все его элементы будут удовлетворяться совместно. Даже если R одноэлементно, простое применение его элемента может не обеспечить, чтобы R было удовлетворено. И если R — конечное множество правил, каждое из которых удовлетворяется после применения его к E, простая композиция правил из R может не обеспечивать удовлетворимости R. Все это можно вывести из тех рассуждений, которые были приведены при определении $(A \rightarrow B)^+$. Имеется, однако, общая конструкция, которая оказывается пригодной и в этом случае.

Пусть R — множество правил. Пусть также R° — замыкание R относительно композиций. R° есть направленное множество Композиция f и g всегда дает верхнюю границу для f и g, если эти функции монотонны и эмплиативны. Теперь возьмем предел $\sqcup R^\circ$.

Утверждение: для любого E и любого множества R правил $\sqcup R^\circ(E)$ есть минимальное искажение E, при котором все правила в R удовлетворяются. (Ниже мы пишем $R(E)$ для $\sqcup R^\circ(E)$.)

Таким способом мы придаем смысл паре, состоящей из эпистемического состояния и множества правил R. Состояние $\sqcup R^\circ(E)$ получается «применением» правил к E всеми возможными способами. Именно про это состояние мы хотим получать ответы на наши вопросы по данным E и R. Конечно, R (E) может бесконечно отличаться от E. Это определенно случится, если компьютер обращается к бесконечному множеству объектов, а некоторое правило имеет квантор общности. Поэтому практически ответ «Мне неизвестно» может означать либо «*Я не могу достаточно долго считать*», либо «*У меня нет данных, чтобы мне это было сказано*».

В силу важности компьютеров, использующих 1) правила вывода и 2) таблицы (эпистемические состояния), понятие информационного состояния должно быть изучено детально. Закончим этот раздел несколькими, пока предварительными, определениями в области, которая, быть может, окажется полезной.

Когда два состояния эквивалентны? Здесь разумно предложить по меньшей мере два понятия. $\langle R_1, E_1\rangle$ *эквивалентно в данный момент* $\langle R_2, E_2\rangle$, если $R_1(E_1)=R_2(E_2)$, т. е. если эти состояния на одни и те же вопросы дают одни и те же ответы Состояния *сильно эквивалентны*, если добавление одинаковой информации к каждому из них всегда дает эквивалентные в данный момент состояния: $\langle R_1, E_1 \sqcup E\rangle$ эквивалентно в данный момент $\langle R_2, E_2 \sqcup E\rangle$ для всех E. Информационные состояния отвечают одинаково не только на все имеющиеся вопросы, но и на все будущие вопросы, которые будут заданы после добавления к каждому состоянию одной и той же информации.

Мы определили, что правило ρ удовлетворяется в эпистемическом состоянии E, если $\rho(E)=E$. Аналогично мы могли бы определить, что правило удовлетворяется в информационном состоянии $\langle R, E\rangle$ одним из следующих двух способов: *удовлетворяется в данный момент*, если удовлетворяется в

E, и *удовлетворяется в результате*, если удовлетворяется в R(E). Третье понятие относится только к множеству R: «правило ρ *имеет силу* в R» может быть определено как $\rho \sqsubseteq R$, т. е. ρ аппроксимирует R. (Это не аналогично «релевантному» понятию «иметь силу», см. Андерсон и Белнап [1975]; например, для каждого A правило $(A \to A)^+$ имеет силу в каждом R. Проблема: что является релевантным понятием?)

3. Заключение

Чтобы не забыть, давайте еще раз сформулируем основную цель статьи: показать полезность системы тавтологических следствий как руководства для вывода в определенных ситуациях, а именно когда рассуждающее вопросно-ответное устройство сталкивается с угрозой противоречивой информации. Читатель не должен думать, что мне не известны более широкие применения (например, некоторые применения тавтологических следствий к императивной или доксастической логике или даже к «единственно истинной логике»). Но поскольку я всецело убежден, что логика (прежде всего) есть практическое средство, мне не хотелось рассматривать все возможности применения данной схемы, количество которых столь велико, что их обсуждение могло бы помешать мне спокойно решать куда более скромную задачу.

Литература

Anderson A. R., Belnap N. D., Jr. Tautological entailments. *Philosophical studies*, 1962, **13**, 9—24; см. также: Ch. III of Anderson & Belnap, 1975.

Anderson A. R., Belnap N. D., Jr. First degree entailments. *Mathematische Annalen*, 1965, **149**, 302—319.

Anderson A. R., Belnap N. D., Jr. Entailment: the logic of relevance and necessity (vol. I). Princeton University Press, 1975.

Belnap N. D., Jr. An analysis of questions: preliminary report. System Development Corporation, Santa Monica, 1963.

Belnap N. D., Jr. A useful four-valued logic. *Modern uses of multiple-valued logic.* Epstein G., Dunn J. M. (eds.). Proceedings of the 1975, International Symposium on Multiple-valued Logic. Reidel, forthcoming, 1976.

Belnap N. D., Jr. How a Computer Should Think. Contemporary Aspects of Philosophy Proceedings of the Oxford International Symposium, 1976.

Belnap N. D., Jr., Steel T. B., Jr. Erotetic logic: an introduction to the logic of questions and answers. Yale University Press, forthcoming, 1976.

Carnap R. Introduction of semantics. Cambridge, Mass., 1942.

Dunn J. M. The algebra of intensional logics (dissertation). University of Pittsburgh, 1966

Dunn J. M. Intuitive semantics for first degree entailments and «coupled trees». Forthcoming, 1975 (?).

Dunn J. M., Belnap N. D., Jr. The substitution interpretation of the quantifiers, *Noûs*, 1968, **2**, 177—185.

Hintikka J. Knowledge and belief. Cornell Press, 1962.

I s n e r D. W. An inferential processor for interacting with biomedical data using resticted natural language. Proceedings of Spring Joint Computer Cinference, 1972, 1107—1124.

I s n e r D. W. Understanding «Understanding» through representation and reasoning (dissertation). University of Pittsburgh, 1975.

K r i p k e S. Semantical analysis of modal logic I. *Zeitschrift für Mathematische Logik und Grundlagen der Mathematik*, 1963, **9**, 67—96.

R o u t l e y R., R o u t l e y V. Semantics of first degree entailment. *Noûs*, 1972, **6**, 335—359.

S c o t t D. Outline of a mathematical theory of computation. *Proceedings of the Fourth Annual Princeton Conference on Information Sciences and Systems*, 1970, 169—176.

S c o t t D. Continuous lattices: Toposes, algebraic geometry and logic. Springer lecture notes in mathematics, **274**, 1972, 97—136.

S c o t t D. Models for various type-free calculi. Logic, methodology, and philosophy of science IV. Proceedings of the Fourth International Congress for Logic, Methodology, and the Philosophy of Science, Bucharest, 1971. S u p p e s, H e n k i n, J u j a, M o i s i l (eds.). North-Holland, 1973.

S h a p i r o S., W a n d M. The relevance of relevance. Forthcoming, 1975 (?).

V a n F r a a s s e n B. Presuppositions, supervaluations, and free logic. The logical way of doing things. L a m b e r t K. (ed.), Yale University Press, 1969a.

V a n F r a a s s e n B. Facts and tautological entailments. *The journal of philosophy*, 1969, **66**, 477—487; reprinted in Anderson and Belnap, 1975.

ПРИМЕЧАНИЯ РЕДАКТОРОВ

[1] Язык L, рассматриваемый Н. Белнапом и Т. Стилом, снабжен некоторым множеством одноместных предикатов — «категорных условий» (по терминологии авторов). Наличие категорных условий фактически равносильно введению многих сортов переменных, число которых равно числу различных категорных условий.

Известно, что некоторые аксиоматические системы содержат более чем одну категорию исходных объектов (например, точки, прямые и плоскости в геометрии; индивиды, классы индивидов и т. д. в теории типов). Логики предикатов, содержащие более чем один сорт переменных, называют многосортными логиками предикатов [1]. Очевидно, что каждая многосортная теория T_n, где n — число сортов, равносильна подходящей теории $T_1^{(n)}$, имеющей переменные одного сорта; $T_1^{(n)}$, однако, должна содержать n категорных условий, т. е. одноместных предикатов $C_1(x)$, . . . , $C_n(x)$, таких, что x принадлежит i-тому категорному условию C_i тогда и только тогда, когда выполняется $C_i(x)$.

Равносильность T_n и $T_1^{(n)}$ характеризуется следующими теоремами [1]:

1) формула A теории T_n доказуема в T_n тогда и только тогда, когда ее перевод $\pi(A)$ в $T_1^{(n)}$ доказуем в $T_1^{(n)}$;

2) если теория T_n непротиворечива, то соответствующая односортная теория $T_1^{(n)}$ также непротиворечива;

3) если $T_1^{(n)}$ непротиворечива, то T_n непротиворечива;

4) существует примитивно рекурсивный метод, в силу которого по данной формуле A теории T_n можно построить доказательство для $\pi(A)$ в теории $T_1^{(n)}$, и обратно: существу-

ет примитивно рекурсивный метод, в силу которого по данной формуле B теории $T_1^{(n)}$, имеющей перевод A в теории T_n, можно построить доказательство A в теории T_n.

В силу сказанного теорию вопросов и ответов можно формулировать в языке многосортной логики предикатов. Следует отметить, что модели баз данных [2, 3] и информационно-поисковых систем естественным образом строятся в языке многосортной логики предикатов [4, 5, 6]. Отметим, что в реляционных моделях баз данных [2, 3] категорным условиям соответствуют так называемые атрибуты.

Литература

1. W a n g H a o. Logic, Computers, and Sets, ch. XII, Many-Sorted Predicate Calculi, p. 322—333.
2. М а р т и н Д ж. Организация баз данных в вычислительных системах. «Мир», 1978.
3. Ц а л е н к о М. Ш. Философия и математика моделирования процессов обработки информации (на примере реляционных моделей баз данных).— *Семиотика и информатика*, 1979, **13**, с. 150—183.
4. Ф и н н В. К. Логические проблемы информационного поиска. «Наука», 1976.
5. Б о р щ е в В. Б. Логический подход к описанию баз данных реляционного типа.— *Семиотика и информатика*, 1981, **16**.
6. Ч х е н к е л и Т. И. О формализации дескрипторных информационно-поисковых систем средствами многосортных логик.— *Семиотика и информатика*, 1979, **14**, с. 32—43.

[2] В связи с определением требования максимальной полноты, определяющей, что ответы должны утверждать наличие в выборе всех истинных альтернатив, а также в связи с различными разновидностями требования полноты (например, «5% всех x, таких, что $A(x)$», «большинство x, таких, что $A(x)$» и т. п.) требуется дать общее определение так называемым кванторным выражениям (все; некоторые; все, кроме одного; 5%; большинство и т. п.), т. е. требуется использовать некоторое понятие обобщенного квантора.

В [1] А. Мостовский дал определение обобщенных кванторов, частным случаем которых являются обычные квантoры $\forall x$ и $\exists x$ двузначной логики. Ниже мы воспроизведем конструкцию А. Мостовского несколько детальнее, чем это делают авторы книги.

Пусть U — произвольное множество, а $U^{\times}=U\times U\times\ldots$ — его бесконечная декартова степень, т. е. множество бесконечных последовательностей $\langle x_1, x_2, \ldots, x_j, \ldots\rangle$, где $x_j\in U$, $j=1, 2, \ldots$. Обозначим посредством 1 и 0 соответственно истинностные значения «Истина» и «Ложь». Пусть, далее, $\mathfrak{A}=\langle\{0, 1\}, \sim, \&, \vee\rangle$ — двухэлементная булева алгебра. Отображение F множества $U^{\times}$ в $\{0, 1\}$, т. е. $F: U^{\times}\to\{0, 1\}$, называют предикатом, если удовлетворяется следующее условие: существует конечное множество целых положительных чисел K, такое, что если $\vec{x}=\langle x_1, x_2, \ldots\rangle\in U^{\times}$, $\vec{y}=\langle y_1, y_2, \ldots\rangle\in U^{\times}$ и $x_j=y_j$ для $j\in K$, то $F(\vec{x})=F(\vec{y})$ (т. е. F зависит существенно от конечного числа аргументов).

Пусть φ — взаимно однозначное отображение U на U', где U' может быть равным U. Пусть $\vec{x}=\langle x_1, x_2, \ldots\rangle\in U^{\times}$, тогда положим $\varphi(\vec{x})=\langle\varphi(x_1), \varphi(x_2), \ldots\rangle$. Пусть, далее, F — предикат на U, тогда посредством F_{φ} обозначим предикат на U', такой, что $F_{\varphi}(\varphi(\vec{x}))=F(\vec{x})$ (здесь «$=$» понимается как равенство функций).

Квантором, ограниченным на U, называется функция Q, которая отображает множество всех одноместных предикатов, заданных на U, в $\{0, 1\}$ так, что удовлетворяется условие инвариантности: $Q(F)=Q(F_{\varphi})$ для каждого F и каждой перестановки φ множества U (т. е. для каждого автоморфизма U).

Пусть $\langle\mathfrak{m}_{\xi}, \mathfrak{n}_{\xi}\rangle$ есть конечная или бесконечная последовательность всех пар кардинальных чисел, удовлетворяющих равенству $\mathfrak{m}_{\xi}+\mathfrak{n}_{\xi}=|U|$, где $|U|$ — кардинальное число (мощность) U. Тогда для каждой функции Γ, сопоставляющей каждой паре $\langle\mathfrak{m}_{\xi}, \mathfrak{n}_{\xi}\rangle$ истинностные значения 0 или 1, мы положим $Q_{\Gamma}(F)=\Gamma(|F^{-1}(1)|, |F^{-1}(0)|)$.

Теорема. Q_{Γ} есть квантор, заданный на U; для каждого квантора Q, заданного на U, найдется Γ, такое, что $Q_{\Gamma}=Q$.

Пусть $\Gamma^*(\mathfrak{m}_{\xi}, \mathfrak{n}_{\xi})=\sim\Gamma(\mathfrak{n}_{\xi}, \mathfrak{m}_{\xi})$, тогда квантор, определенный посредством Γ^*, называют *дуалом* Q_{Γ} и обозначают посредством Q_{Γ}^{*}.

Неограниченным квантором (или просто квантором) называется функция, которая относит квантор Q_U, ограниченный на U, к каждому множеству U и которая удовлетворяет равенству $Q_U(F)=Q_{U'}(F_\varphi)$ для каждого одноместного предиката F на U и для каждого взаимно однозначного отображения U на U'.

Таким образом, квантор Q_Γ есть бинарное отношение кардинальных чисел

$$\mathfrak{m}_\xi = |\{x \mid v(F(x)) = 1\}| = |F^{-1}(1)|,$$
$$\mathfrak{n}_\xi = |\{x \mid v(F(x)) = 0\}| = |F^{-1}(0)|,$$

где F^{-1} — отображение, обратное F, а v — оценка предиката $F(x)$ в соответствующей модели. Очевидно, что $(Qx)F(x)$ равносильно $\Gamma(\mathfrak{m}_\xi, \mathfrak{n}_\xi)$.

Примеры кванторов:

1) $\exists xF(x)$ равносильно $\mathfrak{m}_\xi \neq 0$;

2) $\forall xF(x)$ равносильно $\mathfrak{n}_\xi = 0$;

3) $MxF(x)$ равносильно $\mathfrak{m}_\xi > \mathfrak{n}_\xi$,

где Mx — квантор большинства.

Примерами кванторов в смысле А. Мостовского являются также нумерические кванторы, введенные А. Тарским [2], а также кванторы «существует счетное множество x, таких, что $F(x)$» и т. п.

Н. Решер в [3] распространил понятие обобщенного квантора в смысле А. Мостовского на многозначные логики. Пусть дана n-значная логика $\text{Ł}^{(n)}$ с истинностными значениями $\nu_1, \ldots, \nu_n$, тогда $(Qx)F(x)$ определим посредством n-местного отношения $\Gamma(|F^{-1}(\nu_1)|, \ldots, F^{-1}(\nu_n)|)$, где $\mathfrak{m}_\xi^{(i)} = |\{x | v(F(x)) = \nu_i\}| = |F^{-1}(\nu_i)|$, $i = 1, \ldots, n$.

В частности, рассмотрим трехзначную логику Я. Лукасевича (Д. А. Бочвара или Г. Эббингхауза см. [4, 3]) с $\nu_1 = 0$, $\nu_2 = {}^1/_2$, $\nu_3 = 1$, где 0, ${}^1/_2$, 1 соответственно суть «Ложь», «Неопределенность» и «Истина». В трехзначных логиках можно определить следующие кванторы:

1) $(\exists^1 x)F(x)$, $(\exists^{1/2} x)F(x)$, и $(\exists^0 x)F(x)$, которые отвечают соответственно отношениям Γ $\mathfrak{m}_\xi^{(1)} \neq 0$, $\mathfrak{m}_\xi^{(2)} \neq 0$ и $\mathfrak{m}_\xi^{(3)} \neq 0$; т. е. $(\exists^{\nu_i} x)F(x)$ истинна тогда, и только тогда, когда $|\{x \mid v(F(x)) = \nu_i\}| \neq 0$, т. е. когда $\{x \mid v(F(x) = \nu_i\} \neq \varnothing$;

2) $(\forall^1 x)F(x)$, $(\forall^{1/2} x)F(x)$ и $(\forall^0 x)F(x)$, которые отвечают соответственно отношениям Γ, таким, что $\mathfrak{m}_\xi^{(2)} + \mathfrak{m}_\xi^{(3)} = 0$, $\mathfrak{m}_\xi^{(1)} + \mathfrak{m}_\xi^{(3)} = 0$ и $\mathfrak{m}_\xi^{(1)} + \mathfrak{m}_\xi^{(2)} = 0$;

3) $(M^1 x)F(x)$, $(M^{1/2} x)F(x)$ и $(M^0 x)F(x)$, которые отвечают соответственно отношениям Γ, таким, что $\mathfrak{m}_\xi^{(1)} > \mathfrak{m}_\xi^{(2)} + \mathfrak{m}_\xi^{(3)}$, $\mathfrak{m}_\xi^{(2)} > \mathfrak{m}_\xi^{(1)} + \mathfrak{m}_\xi^{(3)}$ и $\mathfrak{m}_\xi^{(3)} > \mathfrak{m}_\xi^{(1)} + \mathfrak{m}_\xi^{(2)}$; т. е. $(M^{\nu_i} x)$

$F(x)$ истинна тогда и только тогда, когда $|\{x \mid v(F(x)) = \nu_i\}| > |\{x \mid v(F(x)) \neq \nu_i\}|$.

Пусть T — множество истинных альтернатив, а S — множество выбора (в смысле авторов данной книги), тогда коэффициенты полноты и точности информационно-поисковой системы (ИПС) соответственно определяют как

$$c = \frac{|T \cap S|}{|T|} \quad \text{и} \quad e = \frac{|T \cap S|}{|S|}$$

(см. в этой связи Ф. Ланкастер [5], гл. 6, и В. К. Финн [6], гл. 3, § 4—5), где T иначе называют множеством сведений, релевантных вопросу, а S — множеством сведений, найденных при поиске. Очевидно, что коэффициентам полноты и точности ИПС отвечают соответственно квантор полноты и квантор точности поиска, определяемые ниже следующим образом:

$$\Gamma_c(|T \cap S|, |T|) \leftrightarrows |T \cap S| = |T|;$$
$$\Gamma_e(|T \cap S|, |S|) \leftrightarrows |T \cap S| = |S|,$$

где $\leftrightarrows$ — равенство по определению. Очевидно, что $\Gamma_c(|T \cap S|, |T|)$ выражает требование максимальной полноты в смысле авторов данной книги.

Отметим, что так как $T \cap -S = \varnothing$ равносильно $T \subseteq S$, то $\Gamma_c(|T \cap S|, |T|)$ равносильно условию $|T \cap -S| = 0$.

Пусть выбор альтернатив при ответе на вопрос неточен, т. е. S_1 — множество определенно выбранных альтернатив, а S_2 — множество предположительно выбираемых альтернатив, тогда мы имеем ситуацию, в которой естественно применить трехзначную логику. При этом мы получим несколько Γ_e-кванторов:

$$\Gamma_e^{(0)}(|T \cap (S_1 \cup S_2)|, |S_1 \cup S_2|) \leftrightarrows |T \cap (S_1 \cup S_2)| = |S_1 \cup S_2|,$$
$$\Gamma_e^{(1)}(|T \cap (S_1 \cup S_2)|, |S_1 \cup S_2|) \leftrightarrows |T \cap (S_1 \cup S_2)| = |S_1|,$$
$$\Gamma_e^{(2)}(|T \cap (S_1 \cup S_2)|, |S_1 \cup S_2|) \leftrightarrows |T \cap (S_1 \cup S_2)| = |S_2|.$$

Аналогично можно определить Γ_c-кванторы.

Отметим, что обобщенные кванторы (в частности, квантор большинства) были использованы П. Гаеком и Т. Гавранеком в [7] в их теории автоматического выдвижения гипотез.

Литература

1. Mostowski A. On a Generalization of Quantifiers.— *Fundamenta Mathematicae*, 1957, **44**, p. 12—36.
2. Тарский А. Введение в логику и методологию дедуктивных наук. ИЛ, 1948.
3. Rescher N. Many-valued Logic. McGraw-Hill Book Co., N. Y., 1969, ch. 2, § 29.
4. Финн В. К., Аншаков О. М., Григолия Р. Ш., Забежайло М. И. Многозначные логики как фрагменты формализованной семантики.— *Семиотика и информатика*, 1980, **15**, 27—60.
5. Ланкастер Ф. Информационно-поисковые системы. «Мир», 1972.
6. Финн В. К. Логические проблемы информационного поиска. «Наука», 1976.
7. Hájek P., Havránek T. Mechanizing Hypothesis Formation. Springer-Verlag, Berlin — Heidelberg — New York, 1978.

[3] Отметим, что основные понятия, характеризующие вопросы, авторы книги определяют *семантически*, используя интерпретацию M языка L, т. е. фактически эти определения построены в неформальном языке. Представляет интерес синтаксическое рассмотрение вопросов в формализованном метаязыке ML [1]. В [1] вопросы (точнее, интеррогативы) рассматриваются как термы ML-метаязыка, формулирующего высказывание о формулах языка данных L. Каждому типу вопросов соответствует свой вопросительный оператор. Например, $?^{(1)}A$ и $(?^{(2)}\forall x^{(e)})B(x^{(e)})$ соответственно обозначают интеррогативы «Верна ли формула A?» и «Каковы все те $x^{(e)}$, что $B(x^{(e)})$?», где $x^{(e)}$ — переменная сорта e (см. прим. 4), а A и $B(x^{(e)})$ суть переводы соответствующих формул L в ML. Каждому типу вопросов i соответствует вопросно-ответный предикат Aw_i $(q, \xi^{(j_i)})$, где q — вопросительная переменная (т. е. переменная, принимающая значения из множества вопросительных термов q), а ξ — переменная ML соответствующего сорта j_i (зависящего от i), значением которой является ответ. Если $i=1$, то j_1 обозначает сорт, соответствующий переменным ML для формул L (пусть $j_1=2$), если $i=2$, то j_1 обозначает сорт, соответствующий множествам индивидов, заданным посредством абстрак-

тов с помощью оператора «множество $x^{(e)}$, таких, что...» (пусть $j_2=4$).

Будем говорить, что вопросительный оператор $?^{(i)}$ корректно определен в ML, если $Aw_i(q, \xi^{(j_i)})$ эквивалентен в ML некоторой формуле ML $\varphi(q, \xi^{(j_i)})$, т. е. $\vdash_{ML} (Aw_i(q, \xi^{(j_i)}) \equiv_{ML} \varphi(q, \xi^{(j_i)}))$, где $\vdash_{ML}$ — символ доказуемости в ML, а $\equiv_{ML}$ — соответствующая эквиваленция ML (ML в качестве собственных логических средств может содержать некоторую неклассическую логику, например трехзначную или интуиционистскую).

Между вопросительными операторами $?^{(i)}$ и ι-оператором имеется известная аналогия, а именно: вопросы (интеррогативы), как и дескрипции, являются термами, и $?^{(i)}$ корректно определены, если соответствующая формула φ не содержит вхождений оператора $?^{(i)}$, т. е. если имеет место устранимость $?^{(i)}$-оператора, подобная теореме об устранимости ι-оператора.

Во введении авторы отмечают, что эротетическая логика специфична не теорией дедукции, а семантикой и грамматикой; в связи с этим мы хотим подчеркнуть тот факт, что синтаксическое определение вопросно-ответных предикатов Aw_i в метаязыке ML дает возможность эротетической логике иметь специфическую теорию дедукции, зависящую как от выразительной силы ML (наличие тех или иных сортов переменных и соответствующих их иерархий), так и от собственных логических средств ML (т. е. выбора классической или некоторых неклассических логик).

Отметим также, что в ML с помощью функции, определяющей число элементов конечного множества, может быть определен *сколько*-вопрос (см. в связи с этим прим. 4).

Литература

1. Ф и н н В. К. К формальному определению понятия информационно-поисковой системы.— *Научно-техническая информация*, сер. 2, 1981, № 5.
2. М е н д е л ь с о н Э. Введение в математическую логику. М., «Наука», 1971, гл. 2, § 9.

[4] Чтобы в языке L можно было определить *сколько*-вопрос (см. прим. 3), необходимо, естественно, чтобы язык L содержал в качестве фрагмента (или, возможно, определи-

мого фрагмента) некоторый арифметический язык L* [1]. При этом, если L* содержит константу 0 и функцию прибавления единицы ′, то для определимости в L* понятия мощности конечных множеств необходимо, чтобы L* содержал также сложение (т. е. был расширением языка арифметики Пресбургера **P** [1, 2]). Отметим также, что в языке **P** понятие мощности конечных множеств определимо, однако это свойство *не является* наследственным: существует расширение L* языка **P**, в котором мощность конечных множеств уже не всегда определима. Если же язык L*, кроме сложения, содержит еще и умножение, то понятие мощности конечных множеств (натуральных чисел) заведомо определимо в языке L* и во всех его расширениях.

Этот результат любезно сообщил редакторам Д. П. Скворцов.

Литература

1. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. М., «Наука», 1971, гл. 3.
2. Presburger M. Über die Vollständigkeit eines gewissen Systems der Arithmetik ganzer Zahlen in Welchem die Addition als einzige Operation hervortritt, Comptes Rendus, I Congres des Math. des Pays Slaves, Warszawa, 1929, 192—201, 39›.

[5] *Почему*-вопросы представляют большой интерес не только в силу своей логической природы, но и в силу полезности их в вопросно-ответных системах, моделирующих некоторые аспекты умственной деятельности человека (последние системы изучаются в работах по искусственному интеллекту [1]). Отметим, что, по-видимому, целесообразно строить уточнение *почему*-вопросов, используя схему так называемой логики объяснения в смысле К. Гемпеля — П. Оппенгейма [2]. Попытка уточнения *почему*-вопроса была предпринята в [3].

Литература

1. Хант Э. Искусственный интеллект. «Мир», 1978.
2. Hempel K., Oppenheim P. Logic of Explanation.— *Philosophy of science*, **15**, 135—175.

3. T o n d l L. Semantics of the Question in a Problem-Solving Situation. Problems of the Science of Science.— Special issue of the Polish quarterly, *Zagadnienia Naukoznawstwa*, 1970, 79—101.

[6] Пресуппозиции могут быть формализованы в трехзначных логиках бессмысленностного типа [1], в которых промежуточное истинностное значение ($^1/_2$) между ложью (0) и истиной (1) интерпретируется как бессмыслица (или недоопределенность). Наличие «третьего» истинностного значения дает возможность формализовать так называемый «функционально-истинностный провал». Трехзначными логиками бессмысленностного типа, удобными для формализации пресуппозиций, являются логика Д. А. Бочвара B_3 [2] и ее расширение — логика Г. Эббингхауза E_3 [1].

Рассмотрим логическую матрицу $\mathfrak{M}_{B_3}=\langle\{0,\ ^1/_2,\ 1\},\ \{1\},\ \sim,\ J_1,\ \&,\ \vee\rangle$. Пусть v — функция оценки, тогда

$$v(\sim p)=1-v(p);$$

$$v(J_1 p)=\begin{cases} 1 & \text{при} \quad v(p)=1, \\ 0 & \text{при} \quad v(p)\neq 1, \end{cases}$$

$$v(p\ \&\ q)=\max(\min(v(p),\ v(q)),\ \min(v(p),\ 1-v(p)),\ \min(v(q),\ 1-v(q))),\quad v(p\vee q)$$

определяется двойственным образом:

$$v(p\vee q)=\min(\max(v(p),\ v(q)),\ \max(v(p),\ 1-v(p)),\ \max(v(q),\ 1-v(q))).$$

Определим $J_0 p$ и $p\supset q$ следующим образом: $J_0 p \leftrightarrows J_1(\sim p)$, $p\supset q \leftrightarrows \sim p\vee q$, где $\leftrightarrows$ — «равенство по определению». Так как «A предполагает B», если B является необходимым условием наличия у A истинностного значения (т. е. $v(A)=0$ или $v(A)=1$), то «A предполагает B» определимо в B_3 (или E_3) следующим образом: A предполагает $B \leftrightarrows (J_0 A\vee J_1 A)\supset J_1 B$. Отметим, что Б. ван Фраассен предложил способ уточнения «A предполагает B», основанный на так называемых двузначных супероценках.

Хотя Н. Белнап и Т. Стил отмечают, что понятие пресуппозиции вопроса используется ими на основе «беспровальной» точки зрения и больше похоже на логическую импликацию, все же следует отметить возможности построения эротетической логики на базе трехзначных логик, учитывающих возможность «функционально-истинностных провалов» (например, в связи с недоопределенностью вопроса или невозможностью дать утвердительный или отрицательный ответ на *ли*-вопрос). О возможностях использования трехзначных логик для построения логики вопросов и ответов см. [3, 4].

Литература

1. Финн В. К., Аншаков О. М., Григолия Р. Ш., Забежайло М. И. Многозначные логики как фрагменты формализованной семантики.— *Семиотика и информатика*, 1980, **15**, 27—60.
2. Бочвар Д. А. Об одном трехзначном исчислении и его применении к анализу парадоксов классического расширенного функционального исчисления.— *Математический сборник*, т. 4, 1938, **2**, 287—308.
3. Tondl L. Semantics of the Question in a Problem-Solving Situation. Problems of the Science of Science, Special issue of the Polish quarterly.— *Zagadnienia Naukoznawstwa*, 1970, 79—101
4. Финн В. К. Логические проблемы информационного поиска. «Наука», 1976.

[7] Авторы справедливо отмечают, что в настоящее время computer science находится в долгу перед потребностями практики использования ЭВМ. Однако следует отдать дань несомненным успехам этой науки, а также достижениям смежной с ней дисциплины — исследованиям по искусственному интеллекту. Весьма интенсивно в настоящее время развиваются исследования по алгоритмическим языкам, работы по синтезу программ и по проверке правильности программ, которые проводятся на базе логических исчислений; имеются также некоторые успехи в развитии общей теории информационных систем и моделей баз данных Ниже мы приводим (далеко не полный) перечень ссылок на работы, информирующие читателей об упомянутых проблемах.

Литература

1. Медведев Ю. Т. Преобразования информации и исчисления, которые их описывают: типы информации и их возможные преобразования.— *Семиотика и информатика*, **13**, 1979, 109—141.
2. Скворцов Д. П. О некоторых пропозициональных логиках, связанных с понятием типов информации Ю. Т. Медведева. Там же, 142—149.
3. Медведев Ю. Т. Преобразования информации и исчисления, которые их описывают: модель поиска направленной информации. Там же, 1979, **14**, 3—31.
4. Бениаминов Е. М. Алгебраический подход к моделям баз данных реляционного типа. Там же, 44—80.
5. Плюшкявичус Р. А. Некоторые вопросы структурной теории доказательств правильности программ. Там же, 81—91.
6. Непейвода Н. Н. О построении правильных программ.— *Вопросы кибернетики*, М., 1978, **46**, 88—121.
7. *Семиотика и информатика*, **12**, М., 1979 (Краткие сообщения симпозиума «Методы логики в проблемах искусственного интеллекта и информатики», ГССР, г. Телави, май 1978 г.).
8. Методы математической логики в проблемах искусственного интеллекта и систематическое программирование. Тезисы докладов и сообщений к всесоюзной конференции. Ч. 1, 2, Паланга, 3—5 сент. 1980 г., Вильнюс, 1980.

[8] В работе рассматриваются подходы к построению логики, описывающей вопросно-ответные ситуации естественного разговора (так называемой «натуральной логики»). Рассматриваются следующие два альтернативных способа перевода (уточнения) естественного языка:

а) использование языка логики I порядка;

б) использование языка эпистемической логики.

Отмечается определенное предпочтение альтернативы (а), связанное с тем, что в естественном языке эпистемические элементы обычно *не выражаются явно*, а лишь молчаливо *подразумеваются*.

В качестве основы для построения «натуральной логики» предлагается теоретико-игровой подход: рассмотрение так называемой «диалоговой игры» двух лиц α и β, которые, оперируя высказываниями по определенным правилам, строят бетовские таблицы T_α и T_β. При этом обнаруживается, что интуиционистская логика (точнее, интуиционистские правила построения таблиц) не является вполне адекватной для естественной ситуации. Довод таков: если в эпистемической логике (при подходе (б)) связки понимать классически, а эпистемологический оператор K_x («x знает, что...») рассматривать как модальность (которая предполагается S4-модальностью), то интуиционистская логика отвечает предположению, что *всякое* предложение A (и всякая его часть!) предваряется подразумеваемым оператором K; при этом, в частности, дизъюнкция отвечает рассмотрению скорее $(KA)\vee(KB)$, чем $K(A\vee B)$ (аналогично квантор «$\exists$» с интуиционистской точки зрения есть скорее $(\exists x)KA(x)$, чем $K((\exists x)A(x))$. Это отвечает ситуации, когда вопрос типа «*Вы родились в Москве или в Ленинграде?*» понимается как *ли*-вопрос и предполагает скорее ответ «В Москве» или «В Ленинграде», чем «Да» или «Нет». Однако в естественном языке такая ситуация не является единственно возможной. Авторы иллюстрируют это американским анекдотом (связанным с труднопереводимой игрой слов) про иммигранта, который на вопрос чиновника «Do you advocate the overthrow of the United States Government *by force* or *violence?*» отвечает после некоторого раздумья: «By force».

В работе предложена некоторая модификация правил Бета [1] для диалоговой игры, однако система правил полностью не описана, и поэтому кажется, что построение «натуральной логики» до конца не доведено.

Литература

1. B e t h E. W. The Foundations of Mathematics. Amsterdam, North-Holland, 195).

[9] Приписывание истины и лжи всем возможным атомарным формулам, содержащим лишь индивидные константы и не содержащим индивидных переменных, равносильно формированию базы данных [1, 2]. Нестандартность конструкции Н. Белнапа состоит в том, что атомарным формулам приписываются четыре истинностных значения ***F***, ***T***, ***None***, ***Both***, что делает возможным ответы на вопросы в противоречивых ситуациях, которые бракуются в стандартном случае применения двузначной логики. Следует здесь, однако, подчеркнуть, что «интеллектуально развитый»

компьютер должен обладать способностью выбора той логики, рассуждения в которой были бы адекватны воспринимаемой компьютером информации в данный момент. Указанное обстоятельство делает актуальным применение подходящих неклассических логик в computer science.

Литература

1. Date C. Introduction to Database Systems. Addison — Wesley Publ. Co., 1975.
2. Цаленко М. Ш. Философия и математика моделирования процессов обработки информации (на примере реляционных моделей баз данных).— *Семиотика и информатика*, 1979, **13**, 150—183.

[10] В статьях, помещенных в приложении к данной книге, Н. Белнап рассматривает важное понятие для computer science — «эпистемическое состояние», которое было развито, как отмечает автор, в работах Р. Карнапа, Я. Хинтикки и в связи с проблемами computer science Д. Изнером. К этим исследователям следует добавить Р. Файкса [1], построившего вопросно-ответную информационную систему с трехзначными эпистемическими состояниями.

Под атомарным эпистемическим состоянием (или сетапом) понимается отображение S_a: $A \to V$, где A — множество атомарных формул, а V — некоторое множество истинностных значений, например, $\{T, F\}$ (для двузначной логики), $\{T, U, F\}$ (для трехзначной логики), $\{$***T*, *None*, *Both*, *F***$\}$ (для четырехзначной логики Н. Белнапа).

Пусть M — массив данных компьютера, представляемый множеством формул некоторой логики. Тогда эпистемическим состоянием массива M назовем $E(M)$, где $E(M)$ — множество формул M, помеченных истинностными значениями из V (например, ***T***A означает «A истинно», «***None*** A» означает «A не истинно и не ложно» и т. п.). В связи с этими разъяснениями понятно определение $E(M)$ по Белнапу: эпистемическое состояние есть непустое множество сетапов. Четырехзначная логика Белнапа делает возможным осуществление следующего принципа: информация в компьютере не изменяется, а лишь добавляется. Свойства эпистемических состояний рассматриваемой четырехзначной логики Белнап исследует посредством аппроксимационной решетки **A4**.

Отметим, что синтаксические свойства эпистемических состояний технически удобно изучать посредством метода аналитических таблиц Р. Шмульяна [2]; этот метод для трехзначных логик был использован в [3]. Он был также применен для определения понятия базы данных в [4], в которой фактически под базой данных понимается сетап (т. е. атомарное эпистемическое состояние) вместе с заданным множеством допустимых вопросов.

Отметим в заключение, что понятие сетапа для многозначных логик было рассмотрено в [5].

Литература

1. Файкс Р. Механизм поиска вывода для моделей, описывающих состояния. Труды IV Международной объединенной конференции по искусственному интеллекту, вып. 3; Методы поиска решений, эвристические методы. М., 1975, 3206—3226.
2. Smullyan R. M. First-order logic. N. Y., 1968.
3. Бочвар Д. А., Финн В. К. Некоторые дополнения к статьям о многозначных логиках. Исследования по теории множеств и неклассическим логикам. «Наука», 1976, 265—325.
4. Финн В. К. К формальному определению информационно-поисковой системы.— *Научно-техническая информация*, сер. 2, 1981, № 5.
5. Goddard L., Routley R. The logic of significance and context. Edinburgh and London, 1973.

[11] В [1] А. Андерсон и Н. Белнап рассмотрели логику следования первого порядка, являющуюся фрагментом релевантной логики. Следованиями первого порядка являются формулы вида $A \to B$, где A, B суть формулы, не содержащие вхождений связки следования «$\to$». Указанный фрагмент релевантной логики называется логикой тавтологических следований и обозначается посредством E_{fdl}.

Формализация системы

Аксиомы:

1. $A \& B \to A$.
2. $A \& B \to B$.
3. $A \to A \vee B$.

$$4.\ B \to A \vee B.$$
$$5.\ A \& (B \vee C) \to (A \& B) \vee (A \& C).$$
$$6.\ A \to \sim\sim A.$$
$$7.\ \sim\sim A \to A.$$

Правила:

$$1.\ \frac{A \to B,\ B \to C}{A \to C}.$$
$$2.\ \frac{A \to B,\ A \to C}{A \to B \& C}.$$
$$3.\ \frac{A \to C,\ B \to C}{A \vee B \to C}.$$
$$4.\ \frac{A \to B}{\sim B \to \sim A}.$$

E_{fdl} является адекватной формализацией множества всех тавтологических следований в следующем смысле:

1) каждое тавтологическое следование доказуемо в E_{fdl};

2) в E_{fdl} доказуемы только тавтологические следования.

Следующие формулы являются теоремами E_{fdl}:

$$A \& B \rightleftarrows B \& A,$$
$$A \vee B \rightleftarrows B \vee A,$$
$$(A \& B) \& C \rightleftarrows A \& (B \& C),$$
$$(A \vee B) \vee C \rightleftarrows A \vee (B \vee C),$$
$$A \& (B \vee C) \rightleftarrows (A \& B) \vee (A \& C),$$
$$A \vee (B \& C) \rightleftarrows (A \vee B) \& (A \vee C),$$
$$A \rightleftarrows \sim\sim A,$$
$$\sim (A \& B) \rightleftarrows \sim A \vee \sim B,$$
$$\sim (A \vee B) \rightleftarrows \sim A \& \sim B.$$

Логической матрицей, соответствующей E_{fdl}, является $\mathfrak{M}_{E_{fdl}} = \langle \{1, 2, 3, 4\}, \{1\}, \sim, \&, \vee, \to \rangle$, где 1 — выделенное истинностное значение, а $\sim$, $\&$, $\vee$, $\to$ заданы посредством истинностных таблиц

&	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	2	2	4	4
3	3	4	3	4
4	4	4	4	4

∨	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	1	2	1	2
3	1	1	3	3
4	1	2	3	4

→	1	2	3	4
1	1	4	4	4
2	1	1	4	4
3	1	4	1	4
4	1	1	1	1

~	
1	4
2	2
3	3
4	1

Как показал Т. Смайли (T. J. Smiley), $\mathfrak{M}_{E_{fdl}}$ является характеристической матрицей для E_{fdl}, т. е. любая формула следования первого порядка $A \to B$ доказуема в E_{fdl} тогда и только тогда, когда при всех оценках в $\mathfrak{M}_{E_{fdl}}$ формула $A \to B$ принимает выделенное истинностное значение 1. Интерпретируя 1, 2, 3, 4 соответственно как ***T***, ***Both, None, F***, получим истинностные таблицы, отвечающие решетке **L4**, например:

&	*None*	*F*	*T*	*Both*
None	*None*	*F*	*None*	*F*
F	*F*	*F*	*F*	*F*
T	*None*	*F*	*T*	*Both*
Both	*F*	*F*	*Both*	*Both*

Литература

1. Anderson A. R., Belnap N. D., Jr. Entailment, vol. I. Princeton University Press, 1975, ch. III, § 15.

[12] У. Пэрри [1] построил исчисление аналитической импликации, являющееся некоторым сильным вариантом релевантной логики. В [1] формализуется следующая идея: если A имплицирует B, то каждая пропозициональная переменная, входящая в B, входит также и в A. В [2] Дж. Данн модифицировал исчисление У. Пэрри. В [3] исчисление Пэрри — Данна было использовано для формализации вопросно-ответных отношений.

Литература

1. Parry W. T. Ein Axiomansystem für eine neue Art von Implikation (analytische Implikation).— *Ergebnisse eines mathematischen Kolloquiums*, 1933, Bd. 4, S. 5—6.
2. Dunn J. M. A modification of Parry's analytic implication.— *Notre Dame Journal of Formal Logic*, v. 13, 1972, no. 2.
3. Финн В. К. Логические проблемы информационного поиска. «Наука», 1976, гл. 3, § 8. Замечания об исчислении *AI*.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

СОДЕРЖАНИЕ