

УДК 519.7



СИТУАЦИОННО-ТЕКСТОВЫЙ ПРЕДИКАТ

М.Ф. Бондаренко¹, Ю.П. Шабанов-Кушнарченко², Н.В. Шаронова³^{1,2} ХНУРЭ, г. Харьков, Украина,³ ХПИ, г. Харьков, Украина

Для развития метода компараторной идентификации вводится формальный язык, который позволяет записывать предикаты, реализуемые испытуемым в экспериментах; язык для записи уравнений, выражающих свойства этих предикатов; формальные средства для описания внутренней структуры стимулов, предъявляемых испытуемому, состояний, переживаемых им, а также внутренней структуры предикатов, реализуемых испытуемым. Предлагаются математические средства извлечения из свойств предикатов их внутренней структуры.

КОМПАРАТОРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ, МЕТОД СРАВНЕНИЯ, АЛГЕБРА КОНЕЧНЫХ ПРЕДИКАТОВ, ПРЕДИКАТ

Введение

Ситуация – это физическая реальность, данная испытуемому в его ощущениях. Ситуации существуют независимо от сознания испытуемого и отражаются в нем в виде впечатлений, восприятий. Ситуации являются тем единственным источником первичной информации, которая затем используется интеллектом в его мыслительной деятельности. То, что не было извлечено органами чувств испытуемого из ситуаций, не может затем появиться в его разуме. Любая ситуация ограничена в пространстве и во времени. Например, вид на улицу из окна комнаты ограничен в пространстве углом обзора и домами на противоположной стороне улицы.

Во времени каждая ситуация ограничена длительностью ее наблюдения испытуемым. Ситуации ограничиваются также и направленностью внимания испытуемого. Например, рассматривая картины Айвазовского в музее, человек попутно получает из внешнего мира массу побочных впечатлений, но не обращает на них внимания. Восприятие ситуаций ограничивается также уровнем подготовки испытуемого, объемом его знаний, направленностью его интересов. Каждая ситуация воспринимается испытуемым с конечным разрешением как в пространстве, так и во времени. То же относится к световым излучениям, звукам, тактильным, вкусовым, обонятельным и другим видам воздействий. Таким образом, любая ситуация является фрагментом физического мира, некоторой его частью. Множество A всех ситуаций, используемых в данном эксперименте над испытуемым, исследователь может выбрать произвольно по собственному усмотрению, сообразуясь с теми конкретными задачами, которые он ставит перед собой при изучении интеллекта испытуемого.

1. Введение ситуационно-текстового предиката

Рассмотрим эксперимент, в котором испытуемый реализует бинарный предикат $P(x, y)$, заданный на декартовом произведении $A \times B$ множеств

A и B . Предикат P назовем ситуационно - текстовым. В роли сигнала X исследователь предъявляет испытуемому ситуации. Определить в точных терминах, что такое ситуация, пока не представляется возможным, поскольку такое определение как раз и составляет одну из задач теории интеллекта, которую предстоит еще решить. Поэтому мы ограничимся примерами, поясняющими интуитивное содержание этого понятия.

В роли ситуации X можно, например, использовать вид, открывающийся из окна комнаты на улицу. Выглядывая из окна в разное время суток, человек всякий раз будет воспринимать какую-то ситуацию. В данном случае в роли множества A берем, к примеру, совокупность всех ситуаций, которые можно наблюдать из окна комнаты в течение каждой минуты суток. Другие примеры сигнала X и множества A : 1) X – день жизни данного человека; A – все дни одного года жизни данного человека; 2) X – кадр из кинофильма “Веселые ребята”; A – все кадры этого кинофильма; 3) X – вид, открывающийся из окна вагона поезда, следующего из Москвы до Ленинграда, на одном из километровых участков пути; A – множество таких видов на всех километровых участках этого пути; 4) X – картина Айвазовского из Феодосийского музея; A – собрание всех картин Айвазовского, имеющихся в Феодосийском музее.

В роли сигнала Y исследователь предъявляет испытуемому тексты. Определение в точных терминах понятия текста представляет собой одну из важных задач теории интеллекта, ждущую еще своего решения. Ниже смысл понятия текста разъясняется на интуитивном уровне. Любой текст должен выражать вполне определенную мысль. Мысль, заключенная в тексте, называется смыслом этого текста. Например, текстами являются следующие записи: “Светит солнце”, “Идет дождь”, “Не идет дождь”, “Идет дождь, или светит солнце”, “Идет дождь. Светит солнце”.

Под текстом понимается физический объект, а не субъективный результат его восприятия или по-

нимания испытуемым. В только что приведенных примерах в роли текстов выступают полоски пятен черной краски на белом листе бумаги, ограниченные кавычками. В роли текстов могут выступать проговариваемые голосом речевые сообщения, тогда это будут звуковые колебания частичек воздуха. Множество B представляет собой некоторую, достаточно четко очерченную, совокупность текстов, сформированную исследователем в соответствии с задачами изучения интеллекта испытуемого в данном эксперименте.

Имеется в виду, что испытуемый обладает способностью извлекать из предъявленного ему текста заключенную в нем мысль, т.е. понимать текст. Запись на иностранном языке, который незнаком испытуемому, не считается текстом по отношению к данному испытуемому. Незаконченные фрагменты предложений не являются текстами, например: “В роли множества берем”, “из окна комнаты в течение”. Мы не будем считать текстами предложения, выражающие вопрос или повеление, например, “Который час?”, “Решайте задачу!”. Считается, что исследователь располагает способом формирования любой ситуации, содержащейся в множестве A , а также способом различения или отождествления любых двух ситуаций из этого множества. То же относится и к текстам, входящим в состав множества B . Уметь описывать внутреннюю структуру ситуаций и текстов исследователю не обязательно, он может обращаться с ними просто как с попарно различными элементами множеств A и B .

Предполагается, что тексты описывают свойства ситуаций. Поэтому, когда испытуемый воспринимает пару (X, Y) , образованную из ситуации X и текста Y , то он может установить, соответствуют друг другу или нет данные ситуация и текст. Будем считать, что текст соответствует ситуации в том случае, если он выражает некоторое свойство ситуации. Если же свойство, выраженное текстом, в данной ситуации не обнаруживается, то считаем, что текст не соответствует ситуации, предъявленной испытуемому.

Например, испытуемый смотрит из окна квартиры на улицу и сравнивает увиденную ситуацию с текстом “Идет дождь”. Если на улице действительно идет дождь, то испытуемый считает, что предъявленный ему текст соответствует воспринятой ситуации. Если же дождь фактически не идет, то он будет считать, что такое соответствие не имеет места. В эксперименте исследователь предлагает испытуемому выполнить следующее задание: восприняв предъявленную ситуацию X и текст Y , установить, соответствуют они друг другу или нет. Если оказывается, что испытуемый способен выполнить это задание для всех пар (X, Y) из множества $A \times B$, то своими действиями он реализует ситуационно-текстовый предикат $P(X, Y)$.

Будем считать, что значение предиката $P(X, Y)$ равно единице, если имеет место соответствие между ситуацией X и текстом Y , и равно нулю, если такого соответствия не наблюдается. Мы предполагаем, что все используемые в эксперименте ситуации и тексты таковы, что испытуемый всегда однозначно реагирует ответом 0 или 1 на любую пару (X, Y) , принадлежащую множеству $A \times B$. Если $P(X, Y) = 1$, то будем говорить, что текст Y истинен для ситуации X . Если же $P(X, Y) = 0$, то говорим, что текст Y по отношению к ситуации X ложен. Говорить об истинности или ложности текста безотносительно к какой-либо ситуации не имеет смысла. Значение $t = P(X, Y)$ предиката P будем называть истинностным значением текста Y для ситуации X .

Предикат $P(X, Y)$ реально существует в том и только том случае, если испытуемый однозначно реагирует двоичным ответом на каждую пару (X, Y) сигналов X и Y из множества $A \times B$. Это требование назовем постулатом существования предиката P . Если постулат существования выполняется, то при повторном предъявлении любой пары ситуация - текст из $A \times B$ испытуемый всегда будет реагировать тем же самым ответом, что и в первый раз. Точное исследование интеллекта человека описываемым здесь методом возможно лишь в том случае, когда постулат существования выполняется. Однако идеально точно постулат существования не выполняется никогда. Можно рассчитывать лишь на его приближенное выполнение. Если же постулат существования выполняется приблизительно, то с такой же степенью приближения будет математически описываться и интеллект человека.

Это обусловлено тем, что исследователь извлекает информацию о механизме интеллекта испытуемого только из предиката P (сейчас мы ведем речь только о той частной постановке задачи об исследовании интеллекта, которая описывается в этом параграфе). Никакими другими исходными данными исследователь не располагает, если он придерживается метода компараторной идентификации интеллекта. Согласно этому методу всю информацию о предикате P исследователь получает исключительно из изучения физически наблюдаемого поведения испытуемого (см. п. 1). Привлечение интроспективных данных, кроме как с эвристической целью, методом компараторной идентификации не допускается. Таким образом, любые сведения об интеллекте человека, получаемые при данном подходе, всегда будут основываться лишь на физическом, т.е. чисто объективном, обследовании поведения испытуемого.

Неточность выполнения постулата существования обусловлена многими причинами. К ним относятся неидеальная стабильность работы органов чувств, их конечная чувствительность. Мозг чело-

века не является безошибочно действующим механизмом. Внимание человека отвлекается, процесс мышления может нарушить какая-либо помеха (зубная боль, сильное волнение, громкий шум и т.п.). Пусть, к примеру, испытуемый должен установить, идет ли дождь на улице или нет. В случае, когда интенсивность дождя достаточно мала (дождь слегка накрапывает), испытуемый может испытывать чувство неуверенности при формировании своего ответа. В этих условиях ответ испытуемого может стать неоднозначным: один раз на данную ситуацию он отреагирует положительным ответом, другой - отрицательным.

И все же, в том, что постулат существования предиката P никогда точно не выполняется, нет ничего катастрофического для дела исследования разума человека. Положение в теории интеллекта ничуть не хуже, чем в физике. Ни одну физическую закономерность не удастся проверить в эксперименте абсолютно точно. Любые измерительные приборы работают лишь с конечной точностью, стабильность их не идеальна. Измерения всегда ведутся на фоне помех. Любой физический прибор может выйти из строя, дать неправильные показания. Ни один физик не застрахован от ошибок. И тем не менее, физика успешно справляется с задачей изучения закономерностей физических процессов, постоянно расширяет сферу знаний об окружающем нас мире. Мы надеемся, что на пути физического исследования разума человека теорию интеллекта ожидает такое же блестящее будущее, как и физику.

В некотором отношении теория интеллекта находится даже в лучшем положении, чем физика. Физический мир, как утверждают многие философы, неисчерпаем, его невозможно познать до конца. Разум же человека конечен, поэтому, в принципе, он полностью познаваем. Когда физик сталкивается с ограниченной чувствительностью своих приборов, он ожидает, что, повысив ее, обнаружит в объекте исследования еще что-то новое. Если же исследователь интеллекта обнаруживает неустранимую нестабильность значений предиката P , реализуемого испытуемым, он приходит к выводу, что достиг предела возможностей разума этого испытуемого. Поэтому при нарушении постулата существования предиката P одновременно исчезает и сам предмет исследования — интеллект испытуемого.

К примеру, понятие “дождь” нельзя считать идеально четким, его точность лимитируется точностью работы органов чувств человека. Если испытуемый при предельном напряжении всех своих интеллектуальных способностей все же не может однозначно ответить, идет ли дождь или нет, это значит, что возможности его интеллекта в данном случае исчерпаны и исследовать здесь больше нечего. Единственная воз-

можность, которая еще остается для исследователя, — это подвергнуть совокупность всех нестабильных ответов испытуемого на один и тот же входной сигнал статистической обработке и попытаться извлечь отсюда дополнительную информацию о закономерностях поведения испытуемого.

В результате воздействия ситуации X на органы чувств испытуемого в сознании последнего возникает субъективный образ x этой ситуации. Его мы будем называть восприятием ситуации X . Следуя Расселу, будем отличать восприятие от суждения восприятия. Он пишет: “То, что два оттенка цвета, на которые я смотрю, подобны или неподобны в зависимости от обстоятельств, представляет собой нечто, что я со своей стороны должен был бы принять не как “восприятие”, но как “суждение восприятия”. Я должен сказать, что восприятие не является знанием, но лишь чем-то, что имеет место и что принадлежит равным образом и к миру физики и к миру психологии... Суть голого явления — просто определенные цветные пятна... Психический объект восприятия — это именно явление; он не бывает ни истинным, ни ложным. Заполненный словами, он есть суждение, и способен быть истинным или ложным. Это суждение я называю “суждением восприятия” [1].

Будем считать, что восприятие x однозначно определяется породившей его ситуацией X . Функцию $x = f(X)$ зависимости восприятия x от ситуации X назовем функцией восприятия ситуации. Эта функция описывает процесс преобразования ситуации в восприятие этой ситуации. Множество всех значений функции f , т.е. совокупность всех восприятий, порождаемых ситуациями из множества A , будем обозначать буквой M . Функция f отображает множество A на множество M .

Важно отметить, что разнообразие восприятий ситуаций может оказаться меньше разнообразия самих ситуаций. Поэтому возможны такие различные ситуации, которые порождают одинаковые восприятия. Например, одно и то же цветовое восприятие (цвет) может быть порождено в сознании испытуемого совершенно различными световыми излучениями. Световые излучения, порождающие один и тот же цвет, принято называть метамерными. По аналогии с этим ситуации, порождающие в сознании испытуемого одинаковые восприятия, будем называть метамерными для данного испытуемого.

Воспринимая текст Y и понимая его, испытуемый извлекает из него вполне определенную мысль y , являющуюся субъективным образом текста. Будем считать, что мысль y однозначно определяется породившим ее текстом Y . Функцию $y = g(Y)$ зависимости мысли y от текста Y назовем функцией понимания текста. Эта функция описывает процесс преобразования текста в смысл этого

текста. Множество всех значений функции g , т.е. совокупность всех мыслей, порождаемых текстами из множества B , будем обозначать буквой N . Функция g отображает множество B на множество N .

Одну и ту же мысль можно выразить различными текстами, так что возможны случаи, когда разные тексты порождают в сознании испытуемого одинаковые мысли. Тексты, выражающие одну и ту же мысль, назовем тождественными. Например, тождественны тексты “Идет дождь, или светит солнце” и “Светит солнце, или идет дождь”. Тождественные тексты логически равносильны. Если тексты a и b тождественны, то из a следует b , и из b следует a .

Полагаем, что ответ испытуемого $t = P(X, Y)$ полностью определяется восприятием $x = f(X)$ ситуации X и смыслом $y = g(Y)$ текста Y . Отсюда следует, что существует предикат $t = L(x, y)$, реализуемый испытуемым, который называется нами предикатом осознания. Выбор этого термина обусловлен тем, что испытуемый формирует значение $t \in \{0, 1\}$ предиката $L(x, y)$ в результате осознания соответствия ($t = 1$) или несоответствия ($t = 0$) мысли y восприятию x . Предикаты P и L , функции f и g и переменные X, Y, x, y связаны зависимостью $P(X, Y) = L(f(X), g(Y)) = L(x, y)$ (1). Обратим внимание на то, что функции f и g , переменные x, y и предикат L введены не на основании физического эксперимента, а на базе интроспективных данных о субъективных явлениях, наблюдаемых испытуемым во время проведения экспериментов на нем. Такое введение нуждается поэтому в обосновании объективными данными.

2. Декомпозиция ситуационно-текстового предиката

Структура предиката P , введенная выражением (1), была получена нами на базе интроспективных данных, имеющих субъективный характер. Поэтому она обладает пока лишь эвристической ценностью и нуждается в физико-математическом обосновании, опирающемся только на объективные данные. Такое обоснование оказывается возможным. Существование предиката L функций f и g , их конкретный вид и взаимосвязь, выраженную соотношением (1), можно установить, основываясь исключительно на физическом наблюдении поведения испытуемого, которое характеризуется предикатом $P(X, Y)$. Ниже описывается способ обоснования структуры предиката P .

Введем предикаты

$$E_1(X_1, X_2) = \forall Y \in B (P(X_1, Y) \sim P(X_2, Y)), \quad (2)$$

$$E_2(Y_1, Y_2) = \forall X \in A (P(X, Y_1) \sim P(X, Y_2)), \quad (3)$$

которые однозначно определяются предикатом P . Предикат E_1 задан на множестве $A \times A$, предикат

E_2 – на множестве $B \times B$. Предикат E_1 назовем предикатом метамерности ситуаций, предикат E_2 назовем предикатом тождественности текстов.

Предикат $E_1(X_1, X_2)$ можно использовать для объективного определения понятия метамерности любых ситуаций X_1 и X_2 , принадлежащих множеству A . Действительно, если $E_1(X_1, X_2) = 1$ то, согласно (2), $P(X_1, Y) = P(X_2, Y)$ при любом тексте Y из множества B . Это означает, что все свойства ситуаций X_1 и X_2 , выражаемые текстами из множества B , совпадают, следовательно, для испытуемого (судя по его поведению) ситуации X_1 и X_2 неразличимы, т.е. метамерны. Если же $E_1(X_1, X_2) = 0$, то найдется такой текст $Y \in B$, для которого $P(X_1, Y) \neq P(X_2, Y)$. В этом случае не все свойства ситуаций X_1 и X_2 , выражаемые из множества B , совпадают. Следовательно, ситуации X_1 и X_2 судя по физически наблюдаемым реакциям испытуемого, им различаются, т.е. они для него не метамерны.

Предикат $E_2(Y_1, Y_2)$ можно использовать для объективного определения понятия тождественности любых текстов Y_1 и Y_2 , принадлежащих множеству B . Действительно, если $E_2(Y_1, Y_2) = 1$, то $P(X, Y_1) = P(X, Y_2)$ для любой ситуации X из множества A . Это означает, что тексты Y_1 и Y_2 либо одновременно соответствуют ситуации X , либо одновременно ей не соответствуют. Таким образом, объективно тексты Y_1 и Y_2 всегда выражают одно и то же свойство ситуаций. Иными словами, в множестве A нет такой ситуации, которая обладала бы свойством, выраженным текстом Y_1 , и не обладала свойством, выраженным текстом Y_2 , и наоборот.

Следовательно, тексты Y_1 и Y_2 , судя по поведению испытуемого, для него неотличимы по смыслу, т.е. тождественны друг другу. Если же $E_2(Y_1, Y_2) = 0$, то найдется такая ситуация $x \in A$, для которой $P(X, Y_1) \neq P(X, Y_2)$. Значит, либо ситуация X обладает свойством, выраженным текстом Y_1 , и не обладает свойством, выраженным текстом Y_2 , либо ситуация X не обладает свойством, выраженным текстом Y_1 , и обладает свойством, выраженным текстом Y_2 . В обоих случаях тексты Y_1 и Y_2 выражают различные свойства ситуаций, а это означает, что данные тексты, судя по физически наблюдаемым реакциям испытуемого, обладают различным смыслом, т.е. не тождественны.

Предикаты E_1 и E_2 , определяемые выражениями (2) и (3), рефлексивны, симметричны и транзитивны. Это означает, что E_1 и E_2 – эквивалентности. Предикат E_1 определяет разбиение R множества A на слои ситуаций. Все ситуации, принадлежащие одному слою разбиения R , метамерны. Любые же две ситуации, взятые из разных слоев разбиения R , не метамерны. Предикат E_2 определяет разбиение S множества B на слои

текстов. Все тексты, принадлежащие одному слою разбиения S тождественны. Вместе с тем, любые два текста, взятые из равных слоев разбиения S , не тождественны.

Предикаты E_1 и E_2 можно представить в виде

$$E_1(X_1, X_2) = D_1(f(X_1), f(X_2)), \quad (4)$$

$$E_2(Y_1, Y_2) = D_2(g(Y_1), g(Y_2)). \quad (5)$$

Здесь f – каноническое отображение множества A на разбиение R , g – каноническое отображение множества B на разбиение S , D_1 – предикат равенства на $R \times R$, D_2 – предикат равенства на $S \times S$.

Слой разбиения R , содержащий ситуацию X , будем интерпретировать как образ $x = f(X)$ ситуации X . Слой разбиения S , содержащий текст Y , будем интерпретировать как смысл $y = g(Y)$ текста Y . Разбиение R выступает в роли множества M всех восприятий, порождаемых ситуациями, взятыми из множества A . Разбиение S выступает в роли множества N всех мыслей, порождаемых текстами, взятыми из множества B . Предикат $D_1(x_1, x_2)$ будем рассматривать в роли формального эквивалента способности испытуемого устанавливать совпадение или различие любых восприятий x_1 и x_2 из множества M . Предикат $D_2(y_1, y_2)$ интерпретируем как операцию по установлению равенства или неравенства мыслей y_1 и y_2 из множества N , выполняемую испытуемым.

Подчеркнем, что функции f и g , фигурирующие в выражениях (4) и (5), вводятся чисто физически, на основе объективно наблюдаемых фактов, поскольку при их определении используется только предикат P , характеризующий поведение испытуемого. Вместе с тем, ясно, что это должны быть те же самые функции f и g , которые присутствуют в выражении (1) [2] и которые введены на основе интроспективных данных о субъективных явлениях, наблюдаемых испытуемым во время проведения эксперимента на нем. Мы видим, что и субъективные и объективные данные об интеллекте человека важны для его формального описания, но роль этих данных различна. Субъективные данные подсказывают вид преобразований, реализуемых интеллектом, объективные данные обосновывают (или опровергают) его. Субъективные данные имеют эвристическую ценность, объективные – обладают доказательной силой.

Классу V_a всех ситуаций $x \in A$, метамерных ситуации $a \in A$, т.е. восприятию, порождаемому в сознании испытуемого ситуацией a , соответствует предикат

$$V_a(X) = E_1(X, a). \quad (6)$$

Классу W_b всех текстов $y \in B$ тождественных тексту $b \in B$, т.е. мысли, возникающей в сознании испытуемого в ответ на предъявление текста b , со-

ответствует предикат $W_b(Y) = E_2(Y, b)$ (7). Учитывая зависимости (2) и (3), получаем формулы

$$V_a(X) = \forall Y \in B (P(X, Y) \sim P(a, Y)), \quad (8)$$

$$W_b(Y) = \forall X \in A (P(X, Y) \sim P(X, b)), \quad (9)$$

которые выражают субъективные по своей природе восприятия и мысли испытуемого через предикат P , характеризующий его объективно наблюдаемое поведение.

Рассмотрим на конкретном примере способ определения функции f по известному предикату P . Пусть $A = \{a_1, \dots, a_7\}$, $B = \{b_1, \dots, b_7\}$. Предикат P задан следующей формулой:

$$P(X, Y) = X^{a_1} Y^{b_3} \vee X^{a_1} Y^{b_4} \vee X^{a_2} Y^{b_1} \vee X^{a_2} Y^{b_2} \vee X^{a_3} Y^{b_1} \vee X^{a_3} Y^{b_2} \vee X^{a_4} Y^{b_5} \vee X^{a_4} Y^{b_6} \vee X^{a_5} Y^{b_3} \vee X^{a_5} Y^{b_4} \vee X^{a_6} Y^{b_3} \vee X^{a_7} Y^{b_3} \quad (10)$$

Слои разбиения R множества A находим, вычисляя соответствующие им предикаты $V_{a_i}(X) + V_{a_j}(X)$ по формуле (8). Отыскиваем предикат

$$\begin{aligned} V_{a_1}(X) &= (P(X, b_1) \sim P(a_1, b_1)) \dots (P(X, b_6) \sim P(a_1, b_6)) = \\ &= (X^{a_2} \vee X^{a_3} \sim 0)(X^{a_2} \vee X^{a_3} \sim 0) \\ &(X^{a_1} \vee X^{a_5} \vee X^{a_6} \vee X^{a_7} \sim 1)(X^{a_1} \vee \\ &\vee X^{a_5} \sim 1)(X^{a_4} \sim 0)(X^{a_4} \sim 0) = \overline{X^{a_2} \vee X^{a_3}} \\ &(X^{a_1} \vee X^{a_5} \vee X^{a_6} \vee X^{a_7})(X^{a_1} \vee X^{a_5}) \overline{X^{a_4}} = X^{a_1} \vee X^{a_5} \end{aligned}$$

Окончательно получаем:

$$V_{a_1}(X) = X^{a_1} \vee X^{a_5} \quad (11)$$

Аналогично определяем остальные предикаты:

$$V_{a_2}(X) = X^{a_2} \vee X^{a_3} \quad (12)$$

$$V_{a_3}(X) = X^{a_2} \vee X^{a_3} \quad (13)$$

$$V_{a_4}(X) = X^{a_4} \quad (14)$$

$$V_{a_5}(X) = X^{a_1} \vee X^{a_5} \quad (15)$$

$$V_{a_6}(X) = X^{a_6} \vee X^{a_7} \quad (16)$$

$$V_{a_7}(X) = X^{a_6} \vee X^{a_7}. \quad (17)$$

Мы видим, что найденные слои разбиения R повторяются. Отбирая все попарно различные классы, формируем из них разбиение $R = \{\{a_1, a_5\}, \{a_2, a_3\}, \{a_4\}, \{a_6, a_7\}\}$. Вводим обозначения для смежных слоев: $\alpha_1 = \{a_1, a_5\}$, $\alpha_2 = \{a_2, a_3\}$, $\alpha_3 = \{a_4\}$, $\alpha_4 = \{a_6, a_7\}$. Связь между введенными слоями и их именами записывается следующим предикатом:

$$F(X, x) = (X^{\alpha_1} \vee X^{\alpha_5})x^{\alpha_1} \vee (X^{\alpha_2} \vee X^{\alpha_3})x^{\alpha_2} \vee X^{\alpha_4}x^{\alpha_3} \vee (X^{\alpha_6} \vee X^{\alpha_7})x^{\alpha_4} \quad (18)$$

Значения переменной x служат имена слоев разбиения R . Отношение, соответствующее пре-

дикату F , связывает переменные X и x , следовательно, оно задает в неявном виде функцию $x = f(X)$. Предикат F связан с функцией f следующим образом: если $F(X, x) = 1$, то $x = f(X)$, если же $F(X, x) = 0$, то $x \neq f(X)$.

Выражаем функцию f в явном виде [3]:

$$x^{\alpha_1} = X^{\alpha_1} \vee X^{\alpha_5}, \quad (19)$$

$$x^{\alpha_2} = X^{\alpha_2} \vee X^{\alpha_3}, \quad (20)$$

$$x^{\alpha_3} = X^{\alpha_4}, \quad (21)$$

$$x^{\alpha_4} = X^{\alpha_6} \vee X^{\alpha_7}. \quad (22)$$

В роли множества M выступает совокупность имен всех слоев разбиения R , т.е. $M = \{\alpha_1, \dots, \alpha_4\}$. Формально множество M описываем предикатом:

$$M(x) = x^{\alpha_1} \vee x^{\alpha_2} \vee x^{\alpha_3} \vee x^{\alpha_4} \quad (23)$$

Аналогично отыскиваем вид функции g . Слои разбиения S множества B находим, вычисляя предикаты $W_{b_1}(Y) + W_{b_6}(Y)$ по формуле (9). В результате получаем

$$W_{b_1}(Y) = Y^{b_1} \vee Y^{b_2}, \quad (24)$$

$$W_{b_2}(Y) = Y^{b_1} \vee Y^{b_2}, \quad (25)$$

$$W_{b_3}(Y) = Y^{b_3}, \quad (26)$$

$$W_{b_4}(Y) = Y^{b_4}, \quad (27)$$

$$W_{b_5}(Y) = Y^{b_5} \vee Y^{b_6}, \quad (28)$$

$$W_{b_6}(Y) = Y^{b_5} \vee Y^{b_6}. \quad (29)$$

Формируем разбиение

$$S = \{\{b_1, b_2\}, \{b_3\}, \{b_4\}, \{b_5, b_6\}\}.$$

Вводим обозначения для слоев разбиения $S: \beta_1 = \{b_1, b_2\}, \beta_2 = \{b_3\}, \beta_3 = \{b_4\}, \beta_4 = \{b_5, b_6\}$. Связь между именами и обозначаемыми ими слоями разбиения S записывается в виде следующего предиката:

$$G(Y, y) = (Y^{b_1} \vee Y^{b_2})y^{\beta_1} \vee Y^{b_3}y^{\beta_2} \vee Y^{b_4}y^{\beta_3} \vee (Y^{b_5} \vee Y^{b_6})y^{\beta_4}. \quad (30)$$

Значениями переменной y служат имена слоев разбиения S . Отношение, соответствующее предикату G , связывает переменные Y и y , следовательно, оно задает в неявном виде функцию $y = g(Y)$. Предикат G связан с функцией g следующим образом: если $G(Y, y) = 1$, то $y = g(Y)$, если же $G(Y, y) = 0$, то $y \neq g(Y)$.

Уравнение (30) заменяем системой уравнений, которыми функция $y = g(Y)$ выражается в явном виде:

$$y^{\beta_1} = Y^{b_1} \vee Y^{b_2}, \quad (31)$$

$$y^{\beta_2} = Y^{b_3}, \quad (32)$$

$$y^{\beta_3} = Y^{b_4}, \quad (33)$$

$$y^{\beta_4} = Y^{b_5} \vee Y^{b_6}. \quad (34)$$

В роли множества N выступает совокупность имен всех слоев разбиения S , т.е. $S = \{\beta_1, \dots, \beta_4\}$. Формально множество N описываем предикатом:

$$N(y) = y^{\beta_1} \vee y^{\beta_2} \vee y^{\beta_3} \vee y^{\beta_4}. \quad (35)$$

Рассмотрим способ определения предиката L , фигурирующего в выражении (1). Такой предикат существует для любого P . Предикат L можно вычислить по известному предикату P и известным функциям f и g по следующей формуле:

$$L(x, y) = \exists X \in AY \in B(P(X, Y)F(X, x)G(Y, y)). \quad (36)$$

В нашем примере получаем формулу для предиката L , подставляя в (36) предикаты P , M и G согласно выражениям (10), (18) и (30):

$$L(x, y) = x^{\alpha_1}y^{\beta_2} \vee x^{\alpha_1}y^{\beta_3} \vee x^{\alpha_2}y^{\beta_1} \vee x^{\alpha_3}y^{\beta_4} \vee x^{\alpha_4}y^{\beta_2} \quad (37)$$

Определение предиката L по известным P , f и g можно произвести также и по формуле

$$L(x, y) = P(f^{-1}(x), g^{-1}(y)), \quad (38)$$

являющейся сокращенной записью зависимости (36). Выражение $f^{-1}(x)$ обозначает один из элементов $X \in A$ (неважно какой именно), удовлетворяющий условию $x = f(X)$. Запись $g^{-1}(y)$ расшифровывается аналогично. Равенство (38) непосредственно следует из равенства (1).

Из равенства (1) также вытекает зависимость

$$P(X, Y) = \exists x \in M \exists y \in N(L(x, y)F(X, x)G(Y, y)), \quad (39)$$

с помощью которой предикат P может быть вычислен по известному предикату L и известным функциям f и g . Зависимость (39) является полной логической записью равенства (1). В нашем примере, подставляя в (39) предикаты L , F и G согласно выражениям (37) из настоящего пункта и (24), (30), получаем формулу (10). Определить предикат P по L , f и g можно также посредством формулы (1).

Обратим внимание на то важное обстоятельство, что значениями переменных x и y служат не сами слои разбиений R и S , а их имена. Эти имена можно выбрать произвольным способом, лишь бы соблюдалось условие: каждому классу разбиения должно соответствовать в точности одно имя. Пусть M и M' — две системы имен восприятия ситуаций, а x и x' — элементы этих систем. Первую систему имен будем называть старой, вторую — новой. Существует биекция

$$x' = \phi(x), \quad (40)$$

отображающая множество M на множество M' , с помощью которой можно заменить старые обозначения x на новые x' .

Аналогично, если N и N' — две системы имен смыслов текстов, а y и y' — элементы этих систем, то существует биекция

$$y' = \psi(y), \quad (41)$$

отображающая множество N на множество N' , с помощью которой можно заменить старые имена y новыми именами y' . Пусть в старых системах имен предикат P записывается в виде (1), а в новых — в виде

$$P(X, Y) = L'(f'(X), g'(Y)) = L'(x', y'). \quad (42)$$

Тогда имеет место изоморфизм функций f , f' и g , g' , а также изоморфизм предикатов L , L' : для любого $X \in Af'(X) = \phi(f(X))$; для любого $Y \in Bg'(Y) = \psi(g(Y))$; для любых $x \in M, y \in N$ $L(x, y) = L'(\phi(x), \psi(y))$.

Важно отметить, что при практическом определении вида функций f и g приходится отличать множество слоев разбиения от имен этих слоев (т.е. различать множества R и M , а также множества S и N), хотя, по существу, казалось бы, это одно и то же. Ранее, при теоретическом рассмотрении вопроса, мы эти множества не различали. То же самое приходится делать и при содержательной интерпретации этих множеств, а именно — отличать восприятия ситуаций как субъективные образования от формально представляющих их слоев ситуаций, характеризующих восприятия как физические образования, а также отличать смыслы текстов как субъективные мысли испытуемого от соответствующих им классов текстов как объективных характеристик тех же мыслей.

Восприятия ситуаций и смыслы текстов субъективны, а слои ситуаций и слои текстов объективны. Можно сказать, что имена слоев ситуаций и имена слоев текстов, которые нам пришлось ввести в рассмотренном выше примере, являются как бы субъективными аналогами слоев ситуаций и слоев текстов. Сказанное наводит на мысль, что субъективные состояния человека играют роль имен классов, обнаруживаемых им в окружающем физическом мире. Можно предположить, что субъективные состояния человека относят к идеальным образованиям лишь по той причине, что они используются в роли имен физических объектов.

Как имена физических объектов, субъективные состояния идеальны. Но взятые сами по себе, они могут рассматриваться как физические объекты. Несомненно, что в мозге человека субъективные состояния реализованы в виде каких-то, пока малоизученных, материальных структур и процессов. Будучи материализованными (в соответствии со своим математическим описанием) в вычислительной машине, субъективные состояния также воплотятся во вполне определенные физические объекты и процессы (например, в магнитные дипо-

ли, зафиксированные в запоминающем устройстве ЭВМ). И, тем не менее, даже в “бездушной” машине эти искусственные копии субъективных состояний человека не перестанут быть идеальными образованиями, поскольку и там они выступают в роли имен физических объектов окружающего машину мира.

Таким образом, правы те философы, которые предостерегают от того, чтобы ставить непреодолимую преграду между материальным и идеальным [4]. “Удвоение” мира происходит лишь по той причине, что любой механизм, анализирующий физическую действительность, будь то человек или “бездушное” вычислительное устройство, вынужден оперировать в процессе этого анализа не самими классами материальных объектов, а их именами. Физический объект, используемый в роли имени другого физического объекта, приходится рассматривать в этом его качестве как нечто идеальное.

Однако если сменить точку зрения и рассматривать имя просто как некий объект, существующий сам по себе, то оно сразу же превратится в материальное образование. Таким образом, отношение объекта к разряду материальных или идеальных зависит исключительно от той роли, которую этот объект играет. Если данный объект выступает в роли имени другого объекта, то в своем качестве он идеален; если тот же объект играет иную роль, то его придется рассматривать как материальный. В чем же первопричина “удвоения” мира, деления его на материальное и идеальное? Видимо, дело в том, что когда появляется множество предикатов, то, если не ввести имена для этих предикатов, входящих в это множество, то нет никакой возможности его формально выразить.

Операция дизъюнкции для этого не подходит. Так например, исключая из правой части равенства (10) имена предикатов (вместе с предикатами узнаваний, в которых эти имена фигурируют в роли показателей), получим формулу $X^{a_1} \vee X^{a_5} \vee X^{a_2} \vee X^{a_3} \vee X^{a_4} \vee X^{a_6} \vee X^{a_7}$. Выделить из нее исходные предикаты невозможно, так как они исчезли, полностью растворившись в их дизъюнкции. Если же имена для предикатов введены, то получение исходных предикатов вполне возможно. Например, положим $x = \alpha_1$. Подставляя это значение в правую часть равенства (18), получаем предикат $X^{a_1} \vee X^{a_5}$, соответствующий имени α_1 .

Быть может, мы здесь сталкиваемся с каким-то фундаментальным ограничением в природе: если некий механизм, производящий эффективную обработку сигналов, имеет дело с системами (иными словами — с системами множеств), то введение имен для предикатов (множеств) этих систем становится неизбежным. Если разобрать на части такой механизм, то в нем обязательно обна-

ругаются физические структуры, которые реально воспроизводят эти имена. Весьма вероятно, что без использования имен предикатов эффективное действие любого механизма указанного назначения невозможно. Именно в связи с этим в достаточно сложных системах обработки информации появляются идеальные объекты (т.е. имена). Оперирование идеальными состояниями не является исключительной привилегией человека. В любой “бездушной” машине, выполняющей ту же работу, что и человек, идеальные состояния должны появляться принудительно, иначе машина не сможет эффективно действовать. Таким образом, нет оснований считать, что чувствовать и мыслить (т.е. оперировать идеальными состояниями) могут только люди, но ни в коем случае не машины.

3. Предикат осознания как принадлежность

Выше мы произвели расчленение (декомпозицию) ситуационно-текстового предиката $t = P(X, Y)$ на три части: функцию восприятия $x = f(X)$, функцию понимания $y = g(Y)$ и предикат осознания $t = L(x, y)$. При этом мы также ввели промежуточные сигналы x и y , характеризующие соответственно восприятие ситуации X и смысл текста Y . Формулируя задачу декомпозиции предиката P , мы руководствовались убеждением каждого человека, основанным на самонаблюдении, о наличии в его сознании восприятий и мыслей, возникающих под действием ситуаций и текстов. Решается же эта задача чисто физическим методом без привлечения субъективных данных. Множество M всех сигналов x , множество N всех сигналов y , функции f и g , а также предикат L определяются единственным образом по известному предикату P , заданному на $A \times B$, если не считать выбора обозначений.

Исследователь располагает свободой выбирать множества A и B ситуаций и текстов произвольно, по собственному усмотрению с поставленной задачей. Знание внутренней структуры ситуаций и текстов не требуется, они рассматриваются как простые элементы (точки) множеств A и B . Предполагается лишь, что исследователь способен отождествлять или различать любые две ситуации из множества A и любые два текста из множества B . Иными словами, постулируется, что на множествах P и P определены предикаты равенства. Любой предикат P , заданный на $A \times B$, без каких бы то ни было исключений, может быть успешно подвергнут декомпозиции; важно лишь, чтобы это был именно предикат, а не что-то иное. Для выполнения последнего условия достаточно, чтобы испытуемый на любую пару сигналов $x \in A$ и $y \in B$ всякий раз реагировал двоичным ответом t (0 или 1), и чтобы этот ответ однозначно определялся парой (X, Y) .

Описанным методом декомпозиции структура сигналов x и y не вскрывается, они пока вводятся лишь как простые элементы (точки) множеств M и N . На множествах M и N вводятся предикаты равенства D_1 и D_2 , которые однозначно (с точностью до обозначений элементов множеств M и N) определяются предикатом P . Подчеркнем, что предикаты D_1 и D_2 вводятся посредством соображений объективного характера, опирающихся только на физически наблюдаемые факты. Значения предикатов $D_1(x_1, x_2)$ и $D_2(y_1, y_2)$ могут быть заранее вычислены для любых $x_1, x_2 \in M$ и $y_1, y_2 \in N$ без обращения к субъективному опыту испытуемого.

Вместе с тем, предикаты D_1 и D_2 допускают психологическое истолкование (интерпретацию), согласующееся со свидетельством сознания испытуемого. Если в результате вычислений оказалось, что $D_1(x_1, x_2) = 1$, то восприятия x_1 и x_2 испытуемым должны отождествляться; если же $D_1(x_1, x_2) = 0$, то испытуемый должен обнаружить их отличие друг от друга. Точно так же, когда $D_2(y_1, y_2) = 1$, то испытуемый должен обнаружить, что мысли y_1 и y_2 тождественны; когда $D_2(y_1, y_2) = 0$, то они должны осознаваться испытуемым как разные. Если же окажется, что указанной согласованности между объективными и субъективными данными нет, то такие результаты математического описания интеллектуальной деятельности испытуемого следует признать неадекватными. Значит, что-то при исследовании интеллекта было сделано не так, как надо, и проведенная работа нуждается в усовершенствовании.

У читателя может возникнуть недоумение по поводу того, что данные субъективного характера привлекаются для контроля доброкачества результатов исследования интеллекта испытуемого, которое только что было охарактеризовано как чисто физическое. Разве могут физические знания нуждаться в обосновании субъективным свидетельством интроспекции? Не вернее ли утверждать обратное? Все это, конечно, так. Научные результаты физического характера потому и называются субъективными, что не требуют для признания своей истинности подкрепления соображениями субъективного характера. И тем не менее, здесь не все так просто и прямолинейно, как может показаться с первого взгляда.

Физическими методами в теории интеллекта изучается объективно наблюдаемое поведение испытуемого. В результате такого изучения для рассматриваемой здесь задачи должны быть, в конце концов, получены исчерпывающие сведения о предикате P . Все обстояло бы благополучно, если бы удалось составить таблицу зависимости сигнала $t = P(X, Y)$ от всевозможных значений сигналов X и Y . Тогда задачу исследования рассматриваемой

здесь стороны интеллекта человека можно было бы считать полностью решенной. Однако множество всех ситуаций и множество всех текстов, которые можно в эксперименте предъявить испытуемому, практически необозримы. Реально невозможно все ситуации и тексты по очереди перебрать и для всевозможных пар экспериментально определить двоичную реакцию испытуемого. Для выполнения всех таких опытов не хватит не только всей жизни испытуемого, но даже времени существования Солнечной системы.

Поэтому приходится действовать как-то иначе, идти обходным путем. Точно такая же проблема существует и в физике. И там “силовым приемом” полного перебора всех возможных случаев никогда не удастся достичь результата. Физики преодолевают эту трудность следующим образом: они пытаются угадать формулу, описывающую изучаемый процесс, и отыскивают условия (т.е. постулаты, законы), из которых эту формулу можно было логически вывести. Сформулированные условия подвергаются выборочной опытной проверке. Если они во всех экспериментах выполняются, а сами опыты достаточно разнообразны, то, даже, несмотря на их малое число, теория признается справедливой. Именно по такой методике Ньютон построил и обосновал небесную механику, и с тех пор эта методика принимается за образец для подражания во всех серьезных физических исследованиях.

Если следовать этой методике также и в теории интеллекта (а это кажется естественным и разумным, да и других путей не видно), то надо будет угадать формулу для представления предиката P , а затем сформулировать такую систему его свойств из которой бы логически вытекала допустимость такого представления. Любая формула расчленяет описываемую ею функцию на части, представляет ее в виде суперпозиции каких-то иных функций. Этот процесс называется декомпозицией функции. Декомпозицию любой функции можно производить многими разными способами. Но на каком из них следует остановиться?

При решении последнего вопроса крайне важно не ошибиться. Естественно ожидать, что предикат P , который характеризует весьма сложные процессы восприятия, понимания и осознания, будет иметь и столь же сложное строение, вскрываемое в процессе декомпозиции. Почти наверное, функции, полученные в результате первого акта декомпозиции, придется подвергнуть дальнейшей декомпозиции. И возможно, так придется делать много раз. Если мы с самого начала поведем декомпозицию предиката P по неправильному пути, то очень скоро зайдем в тупик.

Именно эту проблему помогают решить интроспективные сведения, сообщаемые испыту-

емым о его субъективных переживаниях. Имея возможность узнать кое-что о сигналах внутри “черного ящика” своей психики, испытуемый может подсказать исследователю правильный способ декомпозиции предиката P . Вместе с тем, результаты опытного определения физической реакции $t = P(X, Y)$ испытуемого на сигналы X и Y , конечно, никак не зависят от субъективных переживаний испытуемого. Свидетельствуя о возникновении в его сознании восприятия x ситуации X и смысла y текста Y , испытуемый наводит исследователя на мысль ввести промежуточные сигналы x и y и произвести декомпозицию предиката $t = P(X, Y)$ на три функции: $x = f(X)$, $y = g(Y)$ и $t = L(x, y)$.

Возвратимся к задаче декомпозиции предиката P . Ранее он был расчленен на три части — функции f , g и предикат L . Сейчас объектом рассмотрения будет предикат L . Выше мы уже занимались определением вида этого предиката для случая, когда число элементов в множествах P и P невелико. Рассмотренный там метод основан на “силовом приеме” перебора всевозможных вариантов. Однако, как только что было сказано, этот прием не позволяет получить математическое описание изучаемого объекта в условиях, когда множества P и P необозримо велики, а именно этот случай имеет место на практике. Сейчас мы при расшифровке вида предиката L пойдем по другому пути, а именно — по пути формулировки таких его свойств, из которых можно было бы извлечь дополнительную информацию о структуре предиката L .

При решении этой задачи будем исходить из рабочей гипотезы, гласящей, что предикат $L(x, y)$ соответствует отношению принадлежности $x \in y$. Такого типа предикат будем называть принадлежностью. Рассмотрим те соображения эвристического характера, которые склоняют нас к этой гипотезе. Каждому смыслу текста $y \in N$ соответствует вполне определенное множество S восприятий ситуаций $x \in M$, таких что $L(x, y) = 1$. Это наводит на мысль рассматривать смыслы текстов как имена соответствующих им множеств восприятий ситуаций. На это, правда, можно возразить, что с таким же успехом можно для каждого восприятия ситуации $x \in M$ ввести множество T смыслов текстов $y \in N$, таких что $L(x, y) = 1$, и рассматривать восприятия ситуаций как имена соответствующих им множеств смыслов текстов.

Однако имеется одно обстоятельство, которое не позволяет этого сделать. Если бы восприятия могли выступать в роли множеств, то к ним можно было бы применить операции объединения, пересечения и дополнения. Но можно ли, к примеру, объединить два какие-нибудь восприятия? Нет, поскольку различные восприятия взаимно исключают друг друга. Новое восприятие может возник-

нуть лишь взамен старого, уступившего ему место. Два и более восприятия не могут существовать одновременно. В каждый момент времени может существовать только одно восприятие. Аналогичные соображения заставляют нас отвергнуть возможность выполнения над восприятиями операций пересечения и дополнения.

Совсем иначе обстоит дело со смыслами текстов. Возьмем, например, мысли x_1 и x_2 , выражаемые фразами “Идет дождь” и “Светит солнце”. Каждой из них соответствует вполне определенное множество ситуаций. Пусть мысли x_1 соответствует множество T_1 , а мысли x_2 – множество T_2 . Можно ли из мыслей x_1 и x_2 образовать мысль x , которой бы соответствовало объединение множеств T_1 и T_2 ? Можно, для этого достаточно соединить исходные фразы союзом “или”, понимаемым в объединительном смысле “или также” (есть и другое значение союза “или” – разделительное “или - или”). В результате получаем фразу “Идет дождь, или светит солнце”. Пересечение мыслей выражается союзом “и”, дополнение мысли – частицей “не”, словами “ложно, что...”. Ясно, что операции объединения, пересечения и дополнения, в принципе, можно применить к любым мыслям.

Теперь постараемся сформулировать систему условий, которая характеризовала бы предикат $L(x, y)$, заданный на $M \times N$, как предикат принадлежности. В математике принимается, как само собою разумеющееся, что подмножества любого универсума не совпадают ни с одним из элементов этого универсума. Это свойство согласуется с интроспективными наблюдениями людей: для каждого ясно, что восприятие – это одно, а мысли – совсем иное. Любой человек легко отличает восприятия от мыслей. Восприятия характеризуются предметностью, каждое из них представляет собой образ некоторого фрагмента внешнего мира. Мысли же абстрактны, бестелесны, их источником служит не внешний мир, а разум человека. В соответствии со сказанным формулируем постулат непересекаемости, который гласит: множества M и N не пересекаются. Формально этот постулат можно записать следующим образом:

$$\forall x \in M \forall y \in N \overline{D(x, y)}. \quad (43)$$

В теории множеств используется аксиома объемности или экстенциональности: если элементный состав множеств совпадает, то и сами множества совпадают. В психологической интерпретаций аксиома объемности означает, что если смысл текста y_1 соответствует множеству восприятий ситуаций S_1 , а смысл текста y_2 – множеству восприятий ситуаций S_2 , и эти множества совпадают друг с другом, то смыслы текстов как субъективные состояния испытуемого также совпадают. В соответствии со сказанным формулируем постулат объемности:

$$\forall y_1, y_2 \in N (\forall x \in M (L(x, y_1) \sim L(x, y_2)) \supset D(y_1, y_2)) \quad (44)$$

Далее, нам потребуется постулат существования противоречия, утверждающий существование такой мысли $y \in N$ которая не соответствует ни одному из восприятий $x \in M$. Иными словами, согласно постулату противоречия должна найтись мысль, которой соответствует пустое множество восприятий ситуаций. Текст, выражающий такую мысль, нетрудно образовать, например, “Идет дождь, и не идет дождь”. Ясно, что не существует ситуации, которая могла бы подойти под такое высказывание. Любое высказывание, которое не подходит ни под одну из ситуаций множества M , будем называть противоречием. Формально постулат существования противоречия записываем в следующем виде:

$$\exists y \in N \forall x \in M \overline{L(x, y)}. \quad (45)$$

Следующее условие назовем постулатом исчерпываемости. Согласно этому постулату для любого восприятия ситуации $x \in M$ должен существовать такой смысл текста $y \in N$, который подходит к этому восприятию, но не подходит ни к какому другому. Иными словами, для каждого наперед заданного восприятия должен найтись такой текст, который исчерпывающе его описывает. Слово “исчерпывающе” здесь употреблено в том смысле, что по тексту, описывающему данное восприятие, его можно отличить от любого восприятия, содержащегося в множестве M . По такому тексту испытуемый должен суметь выбрать из всевозможных восприятий ситуаций множества M единственное восприятие, соответствующее данному тексту. Постулат исчерпываемости формально записываем в виде следующего выражения:

$$\forall x \in M \exists y \in N (L(x, y) \wedge \wedge \forall x_1 \in M (L(x_1, y) \supset D(x, x_1))) \quad (46)$$

Наконец, формулируем последнее условие, которое называем постулатом объединяемости. Пусть y_1 и y_2 – смыслы текстов, которым соответствуют множества восприятий ситуаций T_1 и T_2 . Постулат объединяемости гласит: для любых $y_1, y_2 \in N$ найдется такой смысл текста $y \in N$, которому соответствует множество ситуаций $T = T_1 \cup T_2$. Это означает, что на любую пару мыслей можно воздействовать операцией их дизъюнкции. Постулат объединяемости формально записывается следующим образом:

$$\forall y_1, y_2 \in N \exists y \in N \forall x \in M (L(x, y_1) \vee L(x, y_2) \sim L(x, y)). \quad (47)$$

Справедливо следующее утверждение. Пусть на $M \times N$ задан предикат $L(x, y)$, а на $M' \times N'$ – предикат $L'(x', y')$. Если M равномощно множеству M' , а N – множеству N' и, кроме того, предика-

ты M, N, L и M', N', L' подчиняются условиям непересекаемости, объемности, существования противоречия, исчерпываемости и объединяемости, то предикат L и L' изоморфны. Иными словами, при выполнении перечисленных условий существуют биекции $\phi: M \rightarrow M'$ и $\psi: N \rightarrow N'$ такие, что для всех $x \in M$ и $y \in N$

$$L(x, y) = L'(\phi(x), \psi(y)). \quad (48)$$

Сформулированное утверждение означает, что если множества M и N не пересекаются и заданы с точностью до обозначений, то условия объемности, существования противоречия, исчерпываемости и объединяемости определяют единственный (с точностью до обозначений) предикат L . В этой смысле данная система условий полна. Никакие дополнительные логические условия, накладываемые на предикат L , не смогут определить его точнее, чем только что записанная система условий. Поэтому такая система не нуждается в пополнении. Можно, кроме того, доказать, что эта система условий несократима в том смысле, что исключение из нее любого из четырех условий (объемности, существования противоречия, исчерпываемости или объединяемости) делают ее неполной.

У читателя может вызвать возражение то, что мы связываем постулатами предикаты M , N и L , а не предикаты A , B и P . Ведь с самого начала было провозглашено, что изучение интеллекта человека будет осуществляться на строго объективной основе, а это означает, что все знания об интеллекте должны выводиться исключительно из свойств поведения испытуемого, т.е. из логических условий, связывающих в данном случае предикат $P(X, Y)$ и области задания A и B его аргументов X и Y . Предикаты же M , N и L характеризуют субъективные факторы – множество восприятий испытуемого, множество его мыслей и действия сознания испытуемого по установлению соответствия или несоответствия между восприятиями и мыслями. Возражение это справедливо. Однако, если бы мы стали так делать, то, вместо легко понимаемых и обозримых формулировок постулатов, получили бы громоздкие, неуклюжие и неудобочитаемые утверждения.

Вместе с тем, следует учесть, что предикаты M , N и L нами уже однозначно выражены (с точностью до обозначений) через предикаты A , B и P . Поэтому можно с достаточным основанием считать, что характеризующие предикатами M , N и L состояния из субъективных теперь превратились также и в объективные. Любые субъективно наблюдаемые состояния, после того как их удалось определить в строго объективных терминах, можно рассматривать еще и как физические. Так поступают в колориметрии – наиболее развитой области объективного изучения субъективных со-

стояний. До начала исследования цвет светового излучения рассматривается только как субъективное переживание испытуемого. Но после завершения физической теории цветового зрения и получения математических зависимостей, однозначно выражающих цвет через спектр породившего его светового излучения, цвет квалифицируется также и как физическое явление.

Таким образом, на наших глазах субъективные состояния превращаются в объективные, и этому не следует удивляться. Ранее нами уже отмечалась относительность противопоставления материальных и идеальных явлений. Состояния следует считать только субъективными до тех пор, пока мы не можем узнать о них что-либо лишь о помощи собственного “внутреннего зрения”. Но как только физика находит способы измерения параметров этих состояний, после этого они могут уже рассматриваться не только как субъективные, но и как объективные. Основная задача теории интеллекта как раз в том и состоит, чтобы превратить наши субъективные сведения о собственном разуме (обычно весьма фрагментарные) в стройную и полную систему физических знаний. Если этого удастся достичь, то интеллект человека можно будет искусственно воспроизводить по объективным знаниям о нем в виде специальных автоматически действующих устройств.

В свете сказанного можно утверждать, что постулаты, связывающие предикаты M , N и L , представляют собой просто сокращенные записи условий, ограничивающих вид предикатов A , B , P . При желании эти постулаты всегда можно развернуть и получить из них условия, характеризующие поведение испытуемого с помощью одних только чисто физических понятий. Чтобы продемонстрировать, как практически совершается переход к полной записи постулатов осуществим такой переход для постулата непересекаемости.

Как было сказано выше, каждое восприятие из множества M физически характеризуется как слой V_X разбиения R множества A , который состоит из всевозможных ситуаций $X' \in A$, метамерных ситуации X . О ситуации же X известно, что она порождает восприятие x , т.е. что $f(X) = x$. Множество M всех восприятий физически характеризуется разбиением R . Слой V_X разбиения R , согласно равенству (6) и свойству симметричности предиката E_1 , описывается предикатом $V_X(X') = E_1(X, X')$. Ситуацию X можно рассматривать как имя слоя V_X . Имен слоев может оказаться больше, чем самих слоев, в этом случае какие-то слои получают более одного имени. Это, однако, не вредит делу. Разбиение R формально характеризуется предикатом $E_1(X, X')$. В самом деле, когда X пробегает всевозможные имена слоев разбиения R , то предикат $E_1(X, X')$ поочередно обращается

в предикаты $V_x(X')$, соответствующие всевозможным слоям разбиения R . Таким образом, предикат E_1 задает систему всех слоев разбиения R .

Аналогично, мысль $y = g(Y)$ из множества N физически характеризуется как слой W_y разбиения S множества B , который состоит из всех текстов $Y' \in B$, тождественных тексту Y . Множество N всех мыслей физически характеризуется разбиением S . Слой W_y разбиения S , согласно равенству (7) и свойству симметричности предиката E_2 , описывается предикатом $W_y(Y') = E_2(Y, Y')$. Текст Y можно рассматривать как имя слоя W_y . Разбиение S формально характеризуется предикатом $E_2(Y, Y')$.

Теперь мы можем приступить к формулировке в физических терминах постулата непересекаемости $\forall x \in M \forall y \in N D(x, y)$. При переходе от субъективной формулировки к объективной восприятие x заменяем именем X слоя V_x , физически характеризующего восприятие x , а мысль y заменяем именем Y слоя W_y , физически характеризующего мысль y . Соответственно этому множество M заменяем множеством A , а множество N — множеством B . Неравенство восприятия x и мысли y заменяем неравенством слоев V_x и W_y . В результате получаем следующую объективную формулировку постулата непересекаемости: для любых $X \in A$ и $Y \in B V_x \neq W_y$.

Неравенство $V_x \neq W_y$ формально записываем в виде: $\neg \forall Z \in A \cap B (E_1(X, Z) \sim E_2(Y, Z))$. Знак \neg обозначает операцию отрицания предиката. В результате получаем следующую объективную формулировку постулата непересекаемости: $\forall X \in A \forall Y \in B \neg \forall Z \in A \cap B (E_1(X, Z) \sim E_2(Y, Z))$. Но это — еще только сокращенная его запись. Чтобы перейти к полной записи, нужно предикаты E_1 и E_2 выразить через предикат P с помощью равенств (2) и (3): $E_1(X, Z) = \forall Y_1 \in B (P(X, Y_1) \sim P(Z, Y_1))$, $E_2(Y, Z) = \forall X_1 \in A (P(X_1, Y) \sim P(X_1, Z))$. После подстановки окончательно получаем:

$$\forall X \in A \forall Y \in B \neg \forall Z \in A \cap B (\forall Y_1 \in B (P(X, Y_1) \sim P(Z, Y_1)) \sim \forall X_1 \in A (P(X_1, Y) \sim P(X_1, Z)))$$

Выводы

Как видим, новая формулировка постулата непересекаемости связывает предикаты A , B и P , т.е. только те факторы, которые можно непосред-

ственно проконтролировать в физическом эксперименте. Однако, пользоваться этой формулировкой очень неудобно из-за ее громоздкости и труднообозримости. Аналогичное усложнение обнаруживается в еще большей степени и при переводе остальных постулатов на объективный язык. Поэтому нет смысла затрачивать труд на перевод постулатов на физические термины. Можно вполне обходиться простыми и прозрачными по смыслу субъективными формулировками, понимая их просто как графические записи физических свойств поведения испытуемого. Если же понадобится перейти от субъективной к объективной формулировке какого-то из постулатов, то это всегда можно будет сделать, затратив на это дело определенный объем механического труда (такую работу вполне возможно перепоручить вычислительной машине).

Литература: 1. Рассел Б. История западной философии. — М.: ИЛ, 1959. — С. 174. 2. Бондаренко М.Ф. Инструментарий компараторной идентификации / Бондаренко М.Ф., Шабанов-Кушнаренко Ю.П., Шабанов-Кушнаренко С.Ю. // Бiонiка iнтелекту. — 2010. — № 2 (73). — С. 74–86. 3. Шабанов-Кушнаренко Ю.П. Теория интеллекта. Математические средства. — Харьков; Выща шк., 1984. — 144 с. 4. Об относительности противопоставления материального и идеального см.: Рассел Б. История западной философии. — С. 676, 821.

Поступила в редколлегию 02.04.2010

УДК 519.7

Ситуаційно-текстовий предикат / М.Ф. Бондаренко, Ю.П. Шабанов-Кушнаренко, Н.В. Шаронова // Бiонiка iнтелекту: наук.-техн. журнал. — 2010. — № 2 (73). — С. 87–98.

На основi методу компараторної iдентифікації пропонується математична модель бiонiчного пiдходу до проблеми побудови штучного iнтелекту. Розвивається спеціалізований математичний апарат для ефективного моделювання роботи механізмів людського iнтелекту.

Бібліогр.: 4 найм.

UDC 519.7

The situationally-text predicate / M.F. Bondarenko, Yu.P. Shabanov-Kushnarenko, N.V. Sharonova // Bionics of Intelligence: Sci. Mag. — 2010. — № 2 (73). — С. 87–98.

It is offered bionic approach to a problem of construction of an artificial intelligence. The specialized mathematical instrument for effective simulation of activity of mechanism of human intellect develops.

Ref.: 4 items.