

НАУЧНО • ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Серия 2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ
ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Издается с 1961 г.

№ 10

Москва 2007

ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

УДК 001.101

П. М. Евграфов

“Сложностная” ценность знания. Связанные и несвязанные знания

Описывается методика оценивания знаний сложной структуры по критерию их сложности. Показано, что данный критерий универсален для знаний с различными общественно полезными свойствами и имеет фундаментальное значение для науки и для человечества в целом, так как выражает собой базовую ценность человечества — его интеллектуальный потенциал. Вводятся понятия связанных и несвязанных знаний, освещаются аспекты их оценивания.

ВВЕДЕНИЕ: УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КРИТЕРИЙ ЦЕННОСТИ ЗНАНИЯ

Наряду с прикладным значением темы, затронутой в статье, которое мы видим, в частности, в повышении объективности оценивания интеллектуальных возможностей при обучении или тестировании, для нас представляется весьма актуальным освещение различных аспектов значимости науки и учёных. Именно с этой задачей имеет прямую связь тематика нашей статьи.

Фридрих Ницше в своём произведении “Так говорил Заратустра” писал: “Изначально человек придал ценность вещам... он дал вещам смысл,

человеческий смысл. ...Лишь через оценку появляется ценность: и без оценивания был бы пуст орех бытия”.

В самом деле, всё бытие человечества состоит из оценивания вещей, явлений, людей. Именно так человек познаёт окружающий мир, и именно оценка того или иного объекта определяет поведение человека относительно этого объекта. Наиболее объективный, научный подход к изучению действительности основывается на дифференцированном численном оценивании свойств этой действительности. Так, мерой ценности знания является его численная оценка в виде зарплаты, цены, отметки при обучении или тестировании, скорости движения, мощности двигателя и т. п.

Прежде всего нас интересует оценка неэлементарных, *сложных знаний*, отражающих наши представления о каких-то (соответственно, сложных) предметах, процессах или явлениях. Все перечисленные объекты могут обладать многочисленными свойствами, проявления которых весьма разнообразны. Знание о таком сложном объекте представляет собой упрощённую информационную модель этого объекта.

Признание факта преобразования знаний говорит о том, что *знание* является сложным, многоэлементным объектом — элементарный, неделимый объект не может изменяться. Неизвестно, существует ли элементарный квант знания, но то, что *знание* есть *сложный* объект, — очевидно. Даже на бытовом уровне, сравнивая различные знания, мы подразумеваем, что они различаются по сложности.

Материальность и дискретность знания позволяют нам ввести понятие *сложного знания*, которое мы будем использовать в дальнейшем. Полагая, что это понятие для многих не является принципиально новым, но формулировки такой нам не встречались.

Сложное знание — это многоэлементная информационная структура, отдельные части которой находятся во взаимной связи и которой оперирует мышление (интеллект).

В большинстве методик оценки знаний объединяющим, главным признаком является привязка ценности знания (оценки за знание) к общественно полезному эффекту, получаемому от применения данного знания. Однако существуют такие виды деятельности, где не представляется возможным либо вообще провести, либо *достоверно* провести численную оценку общественно полезного эффекта, хотя эффект, несомненно, есть.

Методики дифференцированной численной оценки сложных знаний должны обеспечивать элементарную оценку каждой *части знания* (ЧЗ) с учётом её вклада в общую оценку. Во многих случаях вклады отдельных ЧЗ в общий эффект качественно различны и не поддаются объективному численному сопоставлению. Эту проблему дифференциального оценивания различных по общественно-экономическому эффекту частей сложного знания принципиально не могут преодолеть любые методики оценивания знания по его общественно полезному эффекту.

Может ли быть предложен какой-то другой критерий оценивания сложных знаний, позволяющий в одном, универсальном отношении оценивать отдельные элементы?

* * *

Как известно, непосредственный выход научной деятельности — интеллектуальный, выражающийся в “производстве” новых знаний. Вопрос “Зачем нужны новые знания?” или “В чём ценность новых знаний?” для большинства выглядит риторическим. Ответ кажется очевидным: новые знания, воплощённые в материальных предметах, будут удовлетворять общественные потребности. Достигения фундаментальной науки — не сейчас, а когда-то позже — будут, опять же, удовлетворять наши возросшие потребности. Это — идеология общества потребления, гонка в никуда. Ведь если человечество живёт лишь затем, чтобы потреблять,

то какой смысл в его существовании для природы и окружающего нас мира в целом? Выходит, наша жизнь — бессмыслица. Но есть только одна полная бессмыслица — хаос. Хаос называют по-разному: дьяволом, злом, неопределённостью, энтропией. Но этот хаос по законам диалектики уравнивается порядком, закономерностью. Кто-то называет этот порядок божественным вмешательством, кто-то — добром, кто-то — логосом. Даже нежилой мир наполнен закономерностями, жизнь же тем более существует исключительно благодаря взаимосвязям и закономерностям. Поэтому не может не быть некоего космического смысла существования жизни вообще и человечества — в частности.

Вряд ли имеется альтернатива мнению, что *ниша, занимаемая человечеством в биосфере Земли, зальта им благодаря своему интеллекту и направленности его деятельности на удовлетворение общественных нужд*. Именно интеллект и особенности психики есть главные отличия человека от животного, поэтому *интеллект и его общественная направленность являются главной ценностью человека*. Физические качества человеческого индивидуума в общечеловеческом масштабе, будучи, безусловно, необходимыми и в качестве надёжной оболочки для интеллекта, и в качестве обеспечения различных нужд общества, всё же являются вторичными.

В таком понимании значимости интеллекта мы совсем не одиноки. Русский философ Н. А. Бердяев в своей работе “Философия свободы” писал: “В онтологическом своём значении разум есть положительный *Смысл* бытия, его верховный центр, его источник, его цель. Отрицание мирового смысла есть вместе с тем и отрицание разума”. Здесь Бердяев взглянул на разум даже с более высоких позиций, чем мы. Мы ограничились признанием разума высшей ценностью человечества, Бердяев определяет его как высшую ценность Космоса, всего бытия.

Действительно, если ретроспективно (со времён каменного века до наших дней) взглянуть на меняющийся в ходе развития человечества лик планеты, то становится очевидным, что *главный вектор человеческого общественного развития направлен в сторону интеллекта*.

Это положение дополнительно подтверждают новейшие научные исследования в области генетики. Вывод этих исследований состоит в том, что эволюция человека была сосредоточена в основном на совершенствовании его центральной нервной системы. Эволюция при этом понимается как последовательное закрепление полезных признаков в геноме. Оказывается, что такие органы, как сердце и печень, содержат в себе всего 3–4% генов от всего генома человека, а мозг — около 60% (по некоторым оценкам в его формировании на разных стадиях развития участвуют до 80–90% генов).

Интеллектуальность индивида выражается в количестве имеющихся у него знаний и в способности “производить” и усваивать новые знания, т. е. наращивать их количество.

Отсюда следует вывод, что *единным критерием ценности любых знаний является их объём, характеризующий сложность знаний*.

Сложность, как действительно объективный численный критерий, не должна быть привязана ни к качественным оценкам экспертов, ни к уровню

знаний каждого конкретного индивида. Она должна определяться самим знанием, его структурой.

Нами был выработан следующий подход к определению сложности знаний.

Как и любая численная характеристика, сложность должна определяться относительно некоего нулевого уровня. Так как поиск *абсолютного нуля* так же нереален, сколь и не нужен, как и поиск *бесконечности*, нам необходим критерий реально-го, поддающегося определению и описанию *первоначального уровня знаний*, который может быть использован практически. При этом разные категории индивидов (учащихся или профессионалов) должны характеризоваться своим *индивидуальным первоначальным уровнем знаний*.

Следующее используемое нами положение: *новое знание, неизвестное ранее никому (или неизвестное внутри некоего замкнутого круга лиц), самостоятельно приобретается путём проб и ошибок, переборов возможных вариантов решения задачи и анализа результатов*. Весь исторический процесс добывания знаний отдельными людьми и обществом и есть такой процесс проб и ошибок. При этом затрачивалась масса умственной энергии и времени. Чем больше затрат умственной энергии при решении некой задачи, тем она сложнее. Число возможных вариантов решения задачи (правильных, частично правильных и неправильных) как раз и определяет сложность задачи и, соответственно, её ценность (или ценность знаний, составляющих правильное решение задачи).

Отсюда вытекает очередное определение: *сложностью знания (задачи) назовем величину, равную максимальному количеству значимых, практически возможных математическо-логических вариантов решений (знаний), которые могут быть даны индивидом с первоначальным уровнем подготовки*.

Итак, мы предлагаем в качестве универсального численного критерия ценности сложных знаний их *сложность*. С помощью этого критерия можно численно сравнивать знания, имеющие различный и качественно несравнимый общественно-экономический смысл.

Назначение же человечества мы видим в увеличении интеллектуального потенциала, остальное вторично. Именно наука и является генератором интеллектуальных достижений. Если же спросят: "А зачем этот интеллект?" ответ у нас есть, но этот ответ лежит в сфере гипотезы или веры, т. е. за пределами научного знания, поэтому его затруднительно обсуждать в научной статье.

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ СЛОЖНЫХ ЗНАНИЙ

Нами выработаны теоретические основы описания процесса приобретения новых сложных знаний и дифференцированного численного оценивания их. Наиболее полно с ними можно познакомиться в [1]. Каковы исходные положения и в чём состоят результаты этой теории?

Выше в качестве универсального численного критерия ценности сложных знаний была предложена *сложность знания*, которая понимается как мера интеллектуальных затрат индивидуума на его *приобретение*. При этом рассматривается процесс *первичного* приобретения нового знания, т. е.

знания, неизвестного ранее никому или неизвестного внутри некоего замкнутого круга лиц; процесс передачи *готового знания* в этот замкнутый круг из рассмотрения исключается, т. е. рассматривается *самостоятельное приобретение знания*.

Как отмечалось выше, приобретение абсолютно новых знаний есть процесс проб и ошибок, случайных переборов вариантов. В процессе приобретения знания *там, где кончается точное знание, начинается угадывание*. Следовательно, для описания этого *случайного процесса* можно применить объективно существующие понятия и методы *теории вероятности*.

Любое сложное знание может быть представлено в виде логико-комбинаторной структуры частей знания. Эта структура определяется как количественным и качественным составом составляющих ее частей знания, так и типом связей между частями знания. В чисто логических структурах важен лишь количественный и качественный состав элементов, в комбинаторных структурах важен также порядок их расположения.

Вероятностью приобретения полностью правильного сложного знания определённой структуры $P_{\text{ин}}$ называется вероятность указания индивидом с первоначальным уровнем подготовки относительно данного сложного знания всех правильных ЧЗ в порядке, определяемом структурой знания.

В дальнейшем изложении мы по существу и терминологически приравниваем процесс приобретения сложных знаний к процессу решения соответствующих задач. Чем больше сложность задачи, тем меньше вероятность её полного решения. Поэтому можно дополнительно определить, что *сложность задачи (знания) S обратно пропорциональна вероятности полностью правильного её решения (приобретения знания)*. Тогда получим следующее соотношение:

$$S \sim \frac{1}{P_{\text{ин}}}.$$

При этом *ценность полностью правильного знания (решения) $C_{\text{ин}}$ определяется равной сложности знания (задачи)*:

$$C_{\text{ин}} = S.$$

Опуская дальнейшие этапы решения проблемы оценивания сложного знания, перейдём к полученным итоговым выражениям ценности сложного знания C .

Пусть μ полнота и правильность решения. Когда решение представляет собой полностью правильное знание, значение μ максимально и равно единице. Минимальное значение μ близко к нулю в случае некоего *максимально неправильного* решения. Тогда ценность решения C можно записать следующим образом:

$$C = S \cdot \mu.$$

Пусть m число правильных ЧЗ в полностью правильном знании (ППЗ), i число правильных ЧЗ в реальном решении (знании), k число неправильных ЧЗ в реальном решении. Определив вероятность указания в ответе правильной части

решения как функцию от числа указанных правильных ЧЗ $P_n(i)$, а вероятность указания в ответе неправильной части решения как функцию от числа указанных неправильных ЧЗ $P_n(k)$, ценность реального решения (знания) можно представить в следующем виде:

$$Ц = S \cdot \frac{P_n(m)}{P_n(0)} \cdot \frac{P_n(k)}{P_n(i)}$$

или

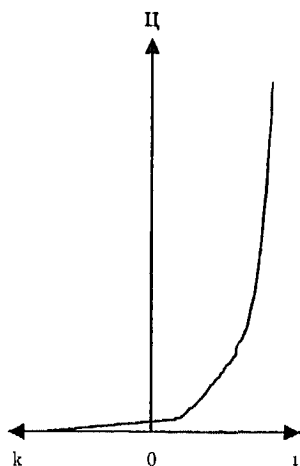
$$Ц = K_{пс} \cdot \frac{P_n(k)}{P_n(i)}$$

где обозначение $K_{пс}$ — коэффициент привязки по сложности.

Как видим, в случае полностью правильного знания (т. е. для $i = m, k = 0$) $Ц = S$.

Эти выражения представляют собой *общую вероятностную модель оценивания сложных знаний*.

Примерный график зависимости результирующей ценности $Ц$ решения от количества k указанных в ответе неправильных ЧЗ для неправильного решения ($i = 0$) и от количества i правильных ЧЗ для правильного решения ($k = 0$) приведён на рисунке. Мы назвали эту зависимость *функцией ценности знания*. Данная зависимость построена по результатам обобщённого анализа различных форм сложного знания.



Вид функции ценности сложного знания

Анализ вида функции ценности знания позволяет сформулировать вывод: *с позиций "сложностной" ценности знания в процессе приобретения нового сложного знания каждая последующая найденная правильная часть этого знания существенно ценнее предыдущей найденной части знания*.

Результат этот достаточно необычен, так как большинство методик оценивания знаний характеризуются линейной зависимостью ценности знания от числа составляющих его компонентов, однако истолковать его с понятийных позиций можно.

Многие умы, ещё с древнейших времён, отмечали, что любой сложный объект не есть арифметическая суперпозиция составляющих его компонентов и их свойств. Принципиально возможно, например, разделить лист дерева на клетки, но сложить их обратно в лист не получится. Ценность спортивного результата в виде однократного поднятия

штанги весом 300 кг не может быть равной ценности 300-кратного поднятия гантели в 1 кг. Знание — объект материального мира, и этот объект подчиняется общим для материального мира законам. Поэтому ценность целого сложного знания не должна быть равной сумме индивидуальных ценностей его компонентов, она существенно больше.

Полученный результат можно иллюстрировать и численно. Так, если приобретается новое сложное знание, построенное по логике "И", и поиск идёт путём выборки, например, $m=4$ правильных частей этого знания из множества частей знания общим числом $n=8$, среди которых есть также и неправильные части знания, и число правильных частей знаний заранее не известно, то, как показали расчёты ценности, проведённые по описанной выше общей вероятностной модели, ценность сложного знания, составленного из одной правильной части, $Ц(1) = 7.32$, из двух частей — $Ц(2) = 17.1$ и далее — $Ц(3) = 51.2$, $Ц(4) = 256$.

СВЯЗАННЫЕ И НЕСВЯЗАННЫЕ ЗНАНИЯ. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СЛОЖНОГО ЗНАНИЯ

Поскольку мы предложили определение *сложного знания*, то естественным образом должно существовать и другое знание, которое условно можно назвать *несложным знанием*. К такому роду знаний можно отнести, во-первых, одноэлементные знания, во-вторых, знания, состоящие из нескольких, но несвязанных между собой элементов. При этом возникают два вопроса.

Части знаний мы своим сознанием воспринимаем непосредственно либо из текста, либо из речи, проблема их выделения из сложного знания вполне разрешима. Однако связи между этими частями знания, как правило, имеют неявный характер. Поэтому первый вопрос состоит в том, как на практическом уровне отличать, есть или нет связи между элементами знания. Тем самым мы сможем отделить сложное знание от несложного знания. Второй же вопрос состоит в том, что если человеку приходится иметь дело и с несложным многоэлементным знанием, то как следует его оценивать?

В виде сложного знания можно представлять различные информационные объекты, например, математические формулы или графическую информацию. Но наиболее естественной для человека формой информационного обмена с себе подобными является его речь. Соответственно, наиболее естественно, прежде всего, рассматривать сложное знание этого вида.

Языки общения различных народов имеют нечто общее, но в чём-то и различаются. В разности языков лежит причина ограниченности возможностей анализа связей между частями знания на всеобщем мировом языковом уровне. Однако существует универсальный и доступный для понимания язык, с помощью которого можно описывать связи между частями знания в устной и письменной речи. Это логика, дисциплина, основанная Аристотелем как наука правильно строить фразы и выражать свои мысли. Впоследствии логика была развита усилиями многих других учёных.

Первичными логическими операторами, формирующими сложное знание из нескольких частей знаний, как известно, являются логические "ИЛИ"

и логическое "И". Но и логика не проясняет полностью проблему определения явных признаков связей между частями сложного знания. В большом числе случаев тип логической связи во фразе можно определить лишь *по смыслу*, т. е. *по тем знаниям, которые имеются у индивида к моменту анализа фразы и которые имеют прямое или косвенное отношение к ней*. Причём совсем необязательно, чтобы эти знания (этот смысл) целиком содержались в анализируемой фразе, — они могут явиться результатом жизненного опыта, приобретённого задолго до момента анализа данной фразы. *Смысл* неосознаем, неясен, растворён в интеллектуальной атмосфере.

В сложном знании комбинаторной структуры, упоминаемом выше, существует та же, что и для знания логической структуры, проблема выявления неявных связей между элементами. Но эта проблема усугублена тем, что наряду со *смыслом*, определяемым *составом* частей сложного знания, существует *дополнительный смысл*, определяемый *последовательностью расположения* этих частей знания относительно друг друга.

Таким образом, дальнейшее продвижение в решении задачи определения признаков связей между ЧЗ натолкнулось на препятствие, едва ли или, в лучшем случае, с трудом поддающееся строгому научному анализу. Это препятствие — *смысла*, общее определение которого мы дали выше. В таких условиях нам остаётся, оперируя понятием *смысла*, попытаться проанализировать процесс взаимодействия интеллекта со *смыслом* с тем, чтобы, выявив некоторые закономерности, предложить критерии определения наличия связей между ЧЗ. Критерии эти, чтобы не быть бесполезными, должны носить более конкретный характер по сравнению с приведённым определением *смысла*.

Проведём небольшое структурирование понятия *смысла*, сделав тем самым его более конкретным.

В создании людей *смысла* в виде свойств вещей и явлений закрепляется в форме некоего *образа*. На уровне общения *смысла* выражается одним или несколькими словами. Если абстрагироваться от размера семантической (смысловой) единицы, то можно для определения речевого эквивалента различных *смыслов* использовать термин *понятия*, под которым понимаются *отражённые в сознании людей образы явлений действительности и их существенных признаков, передаваемые на уровне общения с помощью слов в устной и письменной речи или других знаков*.

В данном значении *понятие* может выражаться не только одним словом, но даже содержанием целой книги, например, содержанием романа Л. Н. Толстого "Война и мир".

Что является определяющим в процессе создания образов?

Видный советский психолог, основатель *квантовой психологии* и автор одного из направлений *деятельностного подхода* в психологии А. Н. Леонтьев считал, что в основе всех психологических процессов лежит *деятельность* человека. Именно деятельность во всех её проявлениях формирует образы, характеризующиеся свойствами, с которыми сталкивается человек в процессе своей деятельности, и соответственными словесными понятиями. Именно такими словесными понятиями оперирует человеческое мышление.

Деятельность людей определяется поставленными перед ними *целями*, бесцельной деятельности не бывает. Применяемые в ходе деятельности *сложные понятия (образы)* отражают эти цели, так как имеют свойства, связанные с их достижением. Если рассматривается довольно сложная интеллектуальная деятельность, то она состоит из последовательно применяемых сложных понятий и операций над ними. Поэтому *каждое применяемое понятие* соответствует некоей *локальной цели*, находящейся в рамках *общей цели* данной деятельности. Если мы подвергнем интеллектуальным операциям несколько понятий, то результатом этого является новое сложное понятие (и достигается новая цель). В голове у нас в ходе деятельности как бы одновременно существуют *понятие*, описывающее образ этой деятельности, и *цель*, для которой эта деятельность осуществляется. *Смысла* для человека одновременно заключается и в достижении некоей *цели*, и в описании этого процесса в виде соответствующего *понятия*. Смысла, таким образом, может быть структурирован на две составляющие: *цель* и *понятие*. Для описания этой двойственной природы *смысла* мы предлагаем ввести новую категорию — *цель-понятие*.

Цель-понятие категория описания сложных знаний, в которой заключён *смысла* данного сложного знания, выражающийся в достижении некоей практически полезной для индивида цели и в достижении классифицирующего это знание *понятия*.

Так как в своём анализе сложного знания мы остановились на проблеме выявления наличия/отсутствия *связей* между частями знания, будет целесообразно перейти от определения сложного знания к определениям так называемых *связанного* и *несвязанного* знания.

Мы предлагаем следующий критерий связности знаний:

сложное знание является связанным только тогда, когда все составляющие его компоненты необходимы и в количественном своём составе, и, может быть, в своей взаимосвязи для достижения определённой цели-понятия.

Посмотрим теперь с позиций связанного и несвязанного знания на логические и комбинаторные знания.

И знания логики "И", и знания логики "ИЛИ", и комбинаторные знания характеризуются наличием определённого состава частей знаний, объединённых в единую структуру с помощью соответствующих связей. Поэтому, несомненно являясь *сложными знаниями*, все эти формы знания представляют собой, на первый взгляд, также и *связанное знание*.

Относительно знания логики "И" это действительно так, поскольку, по определению, положительный результат логики "И" характеризуется наличием *всех необходимых* элементов. Правильные ЧЗ, из которых состоит полностью правильное знание, являются *необходимыми* для достижения цели-понятия в этой форме знания.

Со знанием логики "ИЛИ" дело обстоит иным образом. С точки зрения формальной логики, учитывая, что для достижения цели-понятия в знании логики "ИЛИ" *необходимо* наличие хотя бы одной правильной ЧЗ, а оставшиеся невыбранными правильные ЧЗ являются *необязательными* для

достижения цели-понятия, знание логики “ИЛИ” является несвязанным знанием.

Относительно комбинаторного знания мы прямо не указывали на *необходимость* присутствия *всех* правильных ЧЗ и в *определённой последовательности* для достижения цели-понятия, хотя предполагали допустимость и таких требований к конкретным знаниям комбинаторной структуры. Поэтому если для достижения цели-понятия сложного комбинаторного знания *необходимо* указать *всех* правильных ЧЗ в определённой последовательности, то такое знание является связанным. Рассмотрение иной возможности отложим на некоторое время.

Вернёмся ненадолго к полученному нами результату, говорящему об ограниченных возможностях формальной логики при описании *смысла* речевой информации. Из этого результата естественным образом следуют наши ограниченные возможности в определении сложностной ценности знаний, поскольку мы очень часто не можем ответить на вопрос, является ли связанным конкретное знание.

Формальная логика есть модель мышления человека. Так как она не может ответить на некоторые наши вопросы, будет естественным попытаться использовать какую-то другую, более развитую модель мышления.

Изучение и моделирование процесса мышления живых существ и особенно человека, безусловно, является важной фундаментальной и научно-практической задачей многочисленных исследователей. Прогресс в этом направлении обещает нам ряд очень значительных результатов. Оценивание знаний – лишь малая часть из возможных приложений. Поэтому, занимаясь моделированием мыслительной деятельности, стоит помнить о самостоятельной, фундаментальной ценности таких исследований, а также о возможных многочисленных практических результатах в связи с этими исследованиями. Наиболее значительной и “респектабельной” общей моделью в научных кругах считается, по-видимому, *нейронная модель мышления*. Как наиболее революционная и весьма перспективная воспринимается *квантовая модель мышления*. Известны также *продукционная модель*, модели в виде *фреймов*, *семантические сети* и др. Не будем останавливаться на изложении достоинств и недостатков упомянутых моделей, об этом много уже писалось. Однако пару слов скажем всё-таки о семантических сетях, поскольку само их название (*семантика смысла*) предполагает повышенное внимание к этой модели в плане решения нашей задачи оценивания знаний. Коротко говоря, некая семантическая сеть создаётся для описания семантических связей в конкретной предметной области. На общую модель мышления такая сеть претендовать не может. Построенная семантическая сеть лишена фундаментального научного значения, она — всего лишь констатация мнения экспертов о конкретных семантических связях между понятиями выбранной предметной области. Логика, на наш взгляд, в сравнении с другими моделями обладает таким несомненным достоинством, как *понятность*, что предопределяет её широкое использование. Именно данное достоинство формальной логики побудило нас к разработке некоторых предложений по усовершенствованию этой модели. Мы,

конечно, не смогли ответить исчерпывающе на поставленный нами вопрос относительно поиска *смысла*, однако некоторые особенности мышления, не теряя понятности и общности логической модели, нам удалось описать.

* * *

Сейчас появилось мнение (и оно, по-видимому, распространяется), что модели искусственного интеллекта должны отражать *противоречивость человеческого мышления*, наличие когос является уже общепризнанным. В отличие от классических математических моделей, которые обязаны обладать свойством *непротиворечивости*, для математических моделей искусственного интеллекта этого требовать нельзя, а даже наоборот. Представляется, что такая позиция справедлива, если модель отражает диалектические противоречия.

Важной особенностью мышления признаётся также его способность оперировать так называемыми *нечёткими* объектами. Привнесение в модели интеллекта возможности описания нечётких объектов выводит эти модели на качественно более высокий уровень.

Разработанные нами модели сложного знания в определённой мере отражают его диалектическую противоречивость и возможную нечёткость. Чтобы отделить эти модели от формальной и нечёткой логик, мы воспользовались общим термином, введённым ещё У. Р. Рейтманом для описания интеллектуальных информационных преобразований — *психологические модели знания* [2]. Наиболее полно разработанные нами модели описаны в [1]. Здесь мы опишем коротко лишь три базовые психологические модели сложного знания.

Все три модели сложного знания предполагают описание наличия в них не только правильных, но и, подобно реальному знанию, неправильных частей знания. Оценка адекватности реального сложного знания некоему *правильному* сложному знанию проводится по достижению этим знанием требуемой цели-понятия. Причём совсем обязательно, что наличие *неправильной* ЧЗ в реальном знании приведёт к недостижению цели-понятия. Подобные элементы по отношению к достижению цели-понятия являются *пассивными неправильными ЧЗ*.

Первая модель, ближайшим аналогом которой является логика “И”, получила название *перечень условий достижения цели-понятия* (далее – форма ПУ). Наряду с правильными, *обязательными* для достижения цели-понятия частями знания, делающими данную форму знания связанным знанием, форма ПУ предполагает возможность наличия ряда *необязательных* ЧЗ. Необязательность определённых ЧЗ связана или непосредственно с допустимостью достижения не точно определённой цели-понятия, а цели-понятия в некоторых пределах, или с нечёткостью границ описываемого объекта. Если отсутствие некоторой ЧЗ влияет на качество или количество достижения цели-понятия, но не выводит цель-понятие за пределы допустимого, то данная ЧЗ является *необязательной*.