

РАЗДЕЛ IV

ЛОГИКА

Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского
Серия «Философия. Культурология. Политология. Социология». Том 27 (66). 2014. № 1-2. С. 359–368.

УДК 162.4 : 004.838.3

РАССУЖДЕНИЯ ПО АНАЛОГИИ: О ЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВАНИЯХ КОНЦЕПЦИИ ДЖ. ХАММЕЛА И К. ХОЛИАКА

Леоненко Л.Л.

Обсуждаются логические проблемы, связанные с концепцией рассуждений по аналогии, предложенной Дж. Хаммелом и К. Холиаком. Показано, что используемые в ней понятия и принципы предполагают выход за пределы классической логики предикатов.

Ключевые слова: аналогия, модель, прототип, индивид, предикат, арность

Целью статьи является анализ ряда логических проблем, связанных с компьютерным моделированием рассуждений по аналогии в области cognitive science. **Задача** статьи – проанализировать с позиций логики концепцию аналогии, предложенную видными специалистами в области когнитивной психологии Джоном Хаммелом и Кейтом Холиаком [1; 2]. Эта задача **актуальна**, поскольку модель аналогии Хаммела-Холиака является одной из наиболее признанных в сфере cognitive science, а вопросы прояснения ее логических оснований, на важность которых указывают и сами ее авторы [2, р. 248], мало изучены.

О терминологии. Пусть задан язык L , в терминах которого описываются: i) объекты a и b , а также ii) процедура Sp их сравнения, оценивающая сходство a и b . Аналогией я называю произвольный вывод вида:

$$L: \approx_{Sp}(a,b) \in \Omega, \quad \mathfrak{I}(a) \\ \mathfrak{I}'(b)$$

где Ω – некоторое множество значений степеней сходства (достаточных, чтобы можно было считать a и b «аналогами»); а \mathfrak{I} и \mathfrak{I}' – некоторая информация о соответственно a и b , выраженная в языке L . Запись $L: \approx_{Sp}(a,b) \in \Omega$ означает, что найденная процедурой Sp степень сходства a и b принадлежит Ω .

Типологию аналогий можно получить, уточняя использованные выше понятия: “объект”, “сходство”, “язык”, “процедура”, “информация”.

Следуя А.И. Уёмову [3], я буду называть объект a моделью, а b – прототипом. Замечу, что А.И. Уёмов считал возможными аналогии, *не* базирующиеся на сходстве объектов a и b . Мою полемику с ним по этому поводу см. в [4].

LISA: Модель аналогии Хаммела-Холиака. С целью моделирования процессов выполнения аналогий людьми Дж. Хаммел и К. Холиак разработали компьютерную систему LISA (от Learning and Inference with Schemas and Analogies) [1; 2]. Термин “learning” авторы используют в значении “приобретение знаний о сходстве элементов модели и прототипа”. Термин “схема” означает, что система способна обобщать выводы по аналогии, выявляя общие черты существенных для вывода предикатов и предметов.

В LISA модель и прототип аналогии представляют собой множества высказываний. Аналогия трактуется как установление отображения между высказываниями модели и прототипа, а также входящими в них предикатами и индивидами. “Качество” аналогии определяется по соответствию отображения, установленного LISA, тем, которые устанавливаются людьми при тех же модели и прототипе. Например, если модель включает (среди прочих) предложение

Джон любит (loves) Мэри (m1)

а прототип – предложения

Сьюзен нравится (likes) Билл (p1)

Билл любит (likes) мороженое (p2)

Билл учит Сьюзен (p3)

то люди обычно строят отображение: (m1) \leftrightarrow (p1), *любит* \leftrightarrow *нравится*, *Джон* \leftrightarrow *Сьюзен*, *Мэри* \leftrightarrow *Билл*. При этом люди учитывают одни сходства предикатов и объектов, и игнорируют другие (например, признают маловажным, что многие свойства отношений *любит* и *учит* совпадают).

По мнению авторов, эти предпочтения людей можно объяснить сочетанием нескольких регуляторов (constraints), направляющих процессы построения аналогий. Важнейшими регуляторами являются требования: 1) структурного подобия модели и прототипа; 2) семантического подобия их элементов; и 3) прагматической (зависящей от цели аналогии) направленности отбора соответствующих друг другу элементов модели и прототипа.

На мой взгляд, наиболее интересной особенностью LISA является моделирование взаимодействия требований 1 и 2. В этом плане центральными понятиями являются: а) понятие **роли**, соответствующей заданному аргументному месту заданного предиката, и б) понятие **объекта-заполнителя** (filler) такой роли. Например, предикат *любит* задает две роли: *влюбленный* и *любимый*. В предложении (m1) заполнителем первой роли выступает *Джон*, а второй – *Мэри*.

Отмечу, что введенные авторами роли представляют собой, по существу, одноместные предикаты. Роль аргументного места x_k предиката $P(x_1, \dots, x_k, \dots, x_n)$ получается экзистенциальной квантификацией по всем его переменным, за исключением x_k . Так, *влюбленный*(x) можно трактовать как $(\exists y) \text{Любит}(x, y)$.

Существенным является то, что в LISA *роли не отличаются от объектов-индивидов по способу их представления* – и те, и другие описываются некоторыми наборами “признаков”. Например, *Джон* может характеризоваться, среди прочих, признаками *человек, взрослый, мужчина*; роль *влюбленный* – признаками *субъект действия* (actor), *эмоция₁, сильная₁, положительная₁*; а роль *любимый* – признаками *объект действия* (patient), *эмоция₂, сильная₂, положительная₂* и т.п. [1, p.435-436; 2, p.222].

По-видимому, имеется в виду следующее: тот, кого любят, является объектом *эмоции*₁, и при этом сам испытывает некую *эмоцию*₂, достаточно положительную и сильную (приятнее, когда тебя любят, чем наоборот). *Эмоция*₂ отличается от *эмоции*₁, характерной для влюбленного. Замечу, что натуральный язык относит предикаты вроде *положительный* к эмоциям, а не к характеризующим ими “ролям”, но эта второпорядковость редуцируется у авторов посредством “навешивания ярлыка” (тега) – признаки любого порядка, связанные с *эмоцией*₁, получают тег 1, и т.д.

При таком представлении сходство как объектов, так и ролей можно определить через меру пересечения множеств их признаков. Так, *Билл* и *Джон* могут иметь полностью совпадающие множества признаков, за исключением их имен. Аналогично, *любимый* и *нравящийся* могут отличаться всего одним признаком, связанным с глубиной соответствующих им эмоций.

На мой взгляд, именно этот единообразный подход к представлению объектов и предикатов-ролей, позволяющий ввести однотипные процедуры их сравнения, является наиболее *логически* значимым в концепции Хаммела-Холиака. Что касается выбора *формальных средств* указанного представления, то он может быть различным. Авторы используют коннекционистские средства – особого вида сети квази-нейронов. Каждой пропозиции, входящей в состав модели или прототипа, соответствует некоторый подграф (дерево) сети. Ниже на Рис. 1 изображено дерево, соответствующее предложению (m1).

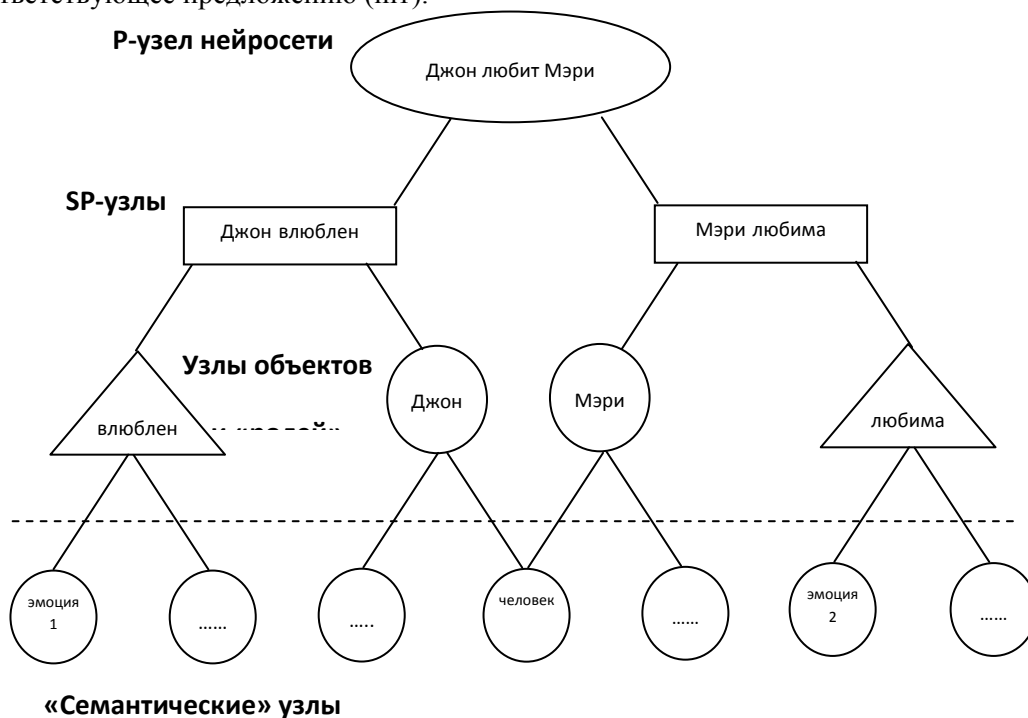


Рис. 1. Представление данных в LISA.

Мы видим, что дерево для пропозиции (m1) содержит 4 уровня квази-нейронов. Корень (P-узел) дерева соответствует исходной пропозиции, а нижний уровень (отделенный пунктиром) – “элементарным” характеристикам объектов и ролей, входящих в эту пропозицию. Узлы нижнего уровня авторы называют «семантическими». Над ними расположен слой узлов, отвечающих объектам и ролям; а еще выше – слой так называемых *суб-пропозиций* (SP-узлов), соответствующих *связыванию* (binding) объектов с ролями. Узлы верхних трех слоев авторы называют «структурными».

LISA может работать и с более сложными пропозициями, вроде:

Сэм знает, что Джон любит Мэри (m2)

В таких случаях дерево для пропозиции содержит больше уровней. Но сходство двух пропозиций по-прежнему определяется через связывающие их нейроны нижнего уровня, т.е. семантические узлы.

“Семантическое пересечение” – мера сходства. Задача LISA, упрощенно говоря, следующая. Пусть в модели имеется предложение (m1), а в прототипе – предложения (p1) – (p3). Нужно оценить степени сходства каждого из последних с первым, и наиболее сходное выбрать в качестве аналога пропозиции (m1). При этом LISA устанавливает отображение соответствующих P-узлов, а также отображение между однотипными узлами деревьев этих P-узлов (т.е. SP-узлов с SP-узлами, объектов с объектами, ролей с ролями).

Процедуру оценки сходства пропозиций можно упрощенно описать так. P-нейрон, представляющий одну из пропозиций, например (m1), возбуждается. Возбуждение передается нейронам низших слоев, пока не достигает семантических узлов. Далее нужно учесть, что множество семантических узлов является “базисом”, общим для всех сравниваемых предложений, так что деревья нейронов двух предложений, вообще говоря, не изолированы. Например, множества семантических узлов, отвечающих предложениям (m1) и (p1), пересекаются. Возбуждение узлов этого “семантического пересечения” передается связанным с ним узлам верхних слоев дерева предложения (p1). Уровень возбуждения этих узлов будет тем выше, чем больше мера пересечения. Итоговый уровень возбуждения корневого P-нейрона предложения (p1) можно принять за меру его сходства с пропозицией (m1).

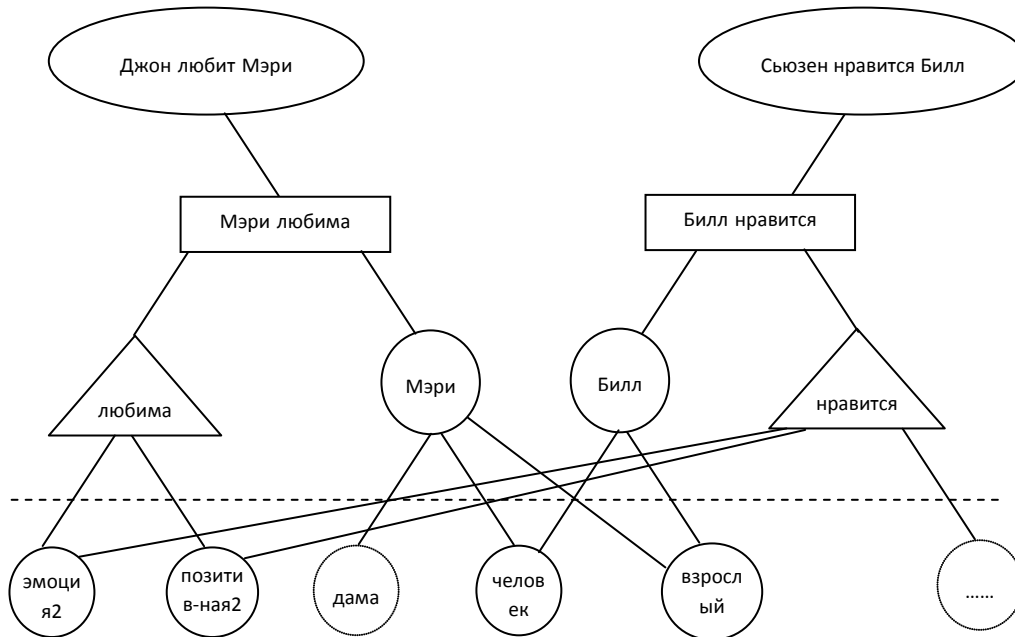


Рис. 2. LISA: Оценка сходства предложений (m1) и (p1) через их семантические узлы (“бледны” границы узлов, не вошедших в семантическое пересечение).

Отобрав в прототипе предложение, наиболее сходное в указанном смысле с выбранным предложением модели, LISA запоминает уровни возбуждения соответствующих друг другу структурных узлов деревьев этих предложений. Например, запоминается, что Мэри оказалась похожей на Билла больше, чем на другие рассмотренные объекты. Это новое знание затем используется при сравнении других пропозиций, в которых упоминаются Мэри и Билл.

После нахождения пар пропозиций, являющихся наиболее близкими аналогами, можно ставить задачу *вывода*: получения новых сведений о прототипе. Пусть, например, модель содержит, кроме (m1) и (m2), пропозиции

Мэри любит Сэма (m3)

Джон ревнует Мэри к Сэму (m4)

а прототип – пропозицию

Биллу нравится Кэт (p4)

На основании уже установленного отображения аналогии между нейроузлами модели и прототипа (в частности, “семантического сходства” узлов, отвечающих (m1) и (p1), и узлов для (m3) и (p4)), LISA способна добавить к прототипу новое предложение:

Сьюзен ревнует Билла к Кэт (p5)

Такие новые пропозиции снабжаются оценками их правдоподобия, зависящими от степеней сходства вовлеченных в аналогию пропозиций, их предикатов и объектов.

Поскольку исходными при построении отображения аналогии являются *пропозиции* (в том числе реляционные), можно считать, что для LISA приоритетным является принцип структурного подобия модели и прототипа. Вместе с тем

учитывается семантическое подобие ролей и их объектов-заполнителей, вовлеченных в аналогию.

Авторы провели ряд экспериментов, показавших, что выбор наиболее сходных аналогов в множествах предложений, подобных рассмотренным выше, LISA выполняет в манере, близкой человеку. С другой стороны, там, где для человека трудно построить аналогию, затрудняется и LISA. В качестве примера рассматривается ситуация:

Прототип: мальчики

Умный (Билл)

Высокий (Билл)

Умный (Стив)

Застенчивый (Том)

Высокий (Том)

Модель: собаки

Голодный (Роувер)

Дружелюбный (Роувер)

Голодный (Фидо)

Игривый (Блэки)

Дружелюбный (Блэки)

Нетрудно заметить, что имеет место изоморфное отображение: *Билл*↔*Роувер*, *Стив*↔*Фидо*, *Том*↔*Блэки*, *умный*↔*голодный*, *застенчивый*↔*игривый*, *высокий*↔*дружелюбный*. При этом очевиден низкий уровень семантического сходства как между объектами, так и между предикатами модели и прототипа в этом отображении. Обнаружить упомянутый изоморфизм можно, например, посредством полного перебора возможных паросочетаний объектов и предикатов. Это, однако, требует сравнительно больших ресурсов, связанных с временем и памятью, используемой для хранения вариантов паросочетаний. Иногда можно сократить полный перебор, но, полагают авторы, при отсутствии семантического сходства элементов модели и прототипа всегда следует ожидать “перерасхода ресурсов”. Эксперименты показали, что такой “перерасход” при построении данной аналогии характерен как для человека, так и для LISA.

Оценивая эти результаты, можно согласиться с тем, что для человека нехарактерно обращение к перебору как к “первому средству” при построении аналогий. Но нельзя отрицать, что люди успешно выявляют изоморфизм и иные виды сходства структур и в тех случаях, когда нет сведений о каком-либо семантическом подобии между объектами и предикатами сравниваемых систем (если, скажем, заменить в рассмотренном выше примере конкретные термины переменными – $P_1(x_1)$, $P_2(x_1)$, ... для прототипа и $Q_1(y_1)$, $Q_2(y_1)$, ... для модели). А LISA, как это отмечают и сами авторы [1, p.456; 2, p.223], не может находить аналогии, если пересечение множеств семантических узлов модели и прототипа пусто.

Таким образом, на мой взгляд, в случае LISA следует говорить об особой процедуре *Sp* сравнения модели и прототипа, базирующейся на упомянутом семантическом пересечении – то есть о некотором *особом типе* вывода по аналогии. Разумеется, этот тип выводов может быть в тех или иных ситуациях более предпочтительным для человека, но он никоим образом не единственен.

Используемый LISA метод оценки сходства модели и прототипа можно трактовать как попытку описания аналогии-пропорции средствами парадигмы (сравн. [3]). Аналоги-пропозиции описываются, в конечном счете, двумя соответствующими им множествами семантических узлов. Мы вполне можем трактовать эти узлы как “признаки” данных пропозиций. Конечно, процедура сравнения пропозиций не сводится к простой оценке меры пересечения множеств

их “признаков” – сравнением “управляет” распространение активностей по иерархии соответствующих объектных, ролевых и SP-узлов. Однако подобные нелинейные способы сравнения признаков встречаются и в других видах парадигмы (см., напр., [5; 6]).

Как снять “ограничение *n*-арности”? Важнейшей особенностью предлагаемого авторами LISA подхода является возможность оценки *сходства предикатов разной арности* через общие им семантические признаки. Авторы отмечают, что практически все другие системы поддержки аналогий подчиняются «непреложному (inviolable) структурному ограничению: *Любой предикат с *n* аргументами может быть отображен только на предикат с тем же числом – *n* – аргументов*» [1, p.432] (курсив мой – Л.Л.). Это “ограничение *n*-арности” (“*n*-ary restriction”) LISA способна преодолеть, что неоднократно подчеркивается авторами как ее преимущество, отражающее способности человека находить сходство предикатов разной местности.

Рассмотрим пример: [1, pp.432, 451]

Прототип:

Эйб высокий

Билл низкого роста

Модель:

Крис выше, чем Дэн

При построении отображения модели на прототип авторы приняли, что множества семантических узлов:

1) предиката *высокий* и первой роли (т.е. первого аргумента, понимаемого как «позиция для заполнения») предиката *выше*; и

2) предиката *низкорослый* и второй роли того же предиката *выше*;

имеют один общий узел (черту – feature) из общего числа четырех присущих каждому из них семантических признаков. Этого оказалось достаточно для LISA, чтобы отобразить *Криса* на *Эйба*, а *Дэна* на *Билла*.

Замечу, что формально неважно, какие именно из упомянутых признаков совпадают (почему, видимо, авторы их и не уточняют). Замечу также, что авторы, по-видимому, не считают, что в данном примере два предиката – *высокий*, и *низкорослый*, – отображаются на одно и то же отношение *выше* (см. [1, p.428]). В отображении связываются элементы одного логического типа – два объекта либо два одноместных предиката (роли). Поэтому, как мне кажется, здесь можно говорить лишь о косвенном нарушении ограничения *n*-арности (аналогом одного предложения модели выступают обе пропозиции прототипа, причем в модели нет одноместных, а в прототипе – двухместных предикатов). Тем не менее, кажутся очевидными примеры, в которых подход Хаммела-Холиака приведет именно к отображению предикатов разной местности – скажем, модель: *Джон написал Мэри*, а прототип: *Сьюзен послала Биллу письмо*. В подобных случаях, однако, будет иметь место частичное отображение множеств ролей модели и прототипа (роль «*что* послала» не войдет в отображение).

Рассмотрим еще один пример преодоления системой LISA ограничения *n*-арности [1, pp.432, 451-452; 2, p.247]. В нем требуется отобразить две пропозиции с одним и тем же бинарным транзитивным предикатом *выше ростом* (taller than) на одну пропозицию с тернарным предикатом <упорядочиваться>*от-верха-к-низу* (top-to-bottom), тремя аргументами которого являются *верхний*, *средний* и *нижний* (top, middle, bottom).

Прототип:

*Эйб выше Билла
Билл выше Чарли*

Модель:

От-верха-к-низу(верхний, средний, нижний)

LISA успешно построила “естественные” отображения: *Эйб↔верхний, Билл↔средний и Чарли↔нижний*. Для этого, однако, понадобились следующие предположения:

1) множество семантических признаков роли *верхний* (top) включает три из четырех черт, присущих первой роли предиката *выше* (taller than);

2) множество семантических черт роли *нижний* (bottom) включает три из четырех черт, присущих второй роли того же предиката *выше*;

3) множество семантических черт роли *средний* (middle) является объединением черт, присущих ролям *верхний* и *нижний* (обоснование: *средний* – это тот, кто одновременно кого-то выше и кого-то ниже).

Снова конкретные значения упомянутых выше семантических признаков не приводятся, но утверждается, что допущение о подобной структуре их множеств согласуется с «правдоподобной» гипотезой о том, что понимание людьми тернарного предиката достигается через смыслы более простых бинарных упорядоченностей, ролей их аргументов, и тождества некоторых заполнителей ролей [1, p.451].

Проблема обоснования правдоподобия данной гипотезы, а равно и общего подхода авторов к истолкованию любых пропозиций как, по существу, кортежей “заполненных объектами ролей”, может рассматриваться в различных аспектах. Авторам, ближе психологический аспект, обосновываемый экспериментально. Я же хочу обратить внимание на логический аспект, предусматривающий выражение принимаемых гипотез средствами некоторого исчисления.

Какова же логика? В этом плане следует отметить, прежде всего, известный факт несводимости исчисления предикатов к одноместному исчислению. Поэтому логика, претендующая на формализацию подхода Хаммела-Холиака, должна содержать не только формальные средства “связывания” ролей с их объектами-заполнителями, но и некие правила “связывания” ролей в многоместные предикаты (предполагающие, по-видимому, формальную отличимость ролей от иных одноместных предикатов), поскольку обычные логические операторы не могут обеспечить подобное связывание. Иными словами, нужно формализовать процедуры построения “кортежей из ролей”.

Далее, предполагаемая авторами декомпозиция ролей и объектов на их семантические составляющие и допущение, что некоторое множество составляющих может рассматриваться как элемент рассуждения *наряду* с его подмножеством, влекут либо отказ от первопорядковости логики, либо включение в нее некоторого исчисления индивидов (а возможно, и первое, и второе). Классические исчисления индивидов обычно ограничиваются декомпозицией объектов, а не предикатов. Но в некоторых более поздних работах используется сравнение предикатов через совокупности или иерархии характеризующих их признаков (см., напр., [7], [5]). С другой стороны, приводятся аргументы в пользу уместности декомпозиции предиката не на его признаки, но на более примитивные предикаты, связанные с исходным родо-видовыми либо причинными отношениями,

– и с этих позиций *способ* декомпозиции предикатов (ролей), используемый в LISA, критикуется [8, pp.616-617, 639].

Следует отметить также, что “единообразное” рассмотрение ролей и объектов в виде наборов признаков можно расценить как шаг в направлении “стирания границ” между индивидами и предикатами. Авторы замечают, что «объектные узлы в точности подобны предикатным узлам, за исключением того, что они связаны с семантическими узлами, описывающими скорее предметы, чем роли» [1, p.436]. Остается не выясненным, могут ли множества семантических узлов объекта и роли пересекаться (может ли объект быть “похожим” на роль). Насколько можно судить, авторы здесь склоняются, скорее, к отрицательному ответу. Однако их концепция не запрещает появление роли в виде объекта-заполнителя другой роли. Так, авторы сравнивают пропозицию (m1) с предложением

Джон любит (loves) побеждать в споре (m1^a)

и отмечают в связи с этим, что различные оттенки предиката *любит* «можно учесть через семантику объектов-заполнителей ролей» [1, p.435] (см. также [2, pp.244-245]). Но вполне уместна гипотеза, что возможность заполнения одной и той же роли разными объектами обуславливается некоторыми общими им семантическими признаками; и роль скоро заполнителем указанной роли может быть другая роль, упомянутые признаки должны быть ей также присущи.

Замечу, наконец, что принимая концепцию “заполнения” роли объектом, необходимо прояснить ее взаимосвязи с квантификацией. Если, скажем, положение дел таково, что не только *Джон любит Мэри*, но и

Каждый мужчина любит Мэри (m1^b)

то естественно спросить, кто именно в (m1^b) заполняет роль *влюбленного*. Дж. Хаммел и К. Холиак неоднократно подчеркивают принципиальную ограниченность объема “рабочей памяти”, используемой человеком в рассуждениях, так что с их точки зрения было бы совершенно недопустимым считать эту память занятой сразу всеми пропозициями, упоминающими конкретных влюбленных в Мэри мужчин. Тем не менее кажется весьма правдоподобным, что для человека степень аналогичности высказываний (m1^b) и (p1) будет по-прежнему выше, чем для (m1^b) и любой из пропозиций (p2) или (p3).

Возникает искушение принять, что в (m1^b) роль влюбленного заполняется объектом *каждый мужчина* (характеризуемым семантическими узлами, общими для всех мужчин). Тот, кто поддастся такому искушению, может воспользоваться не-Фрегевскими концепциями квантификации, подобными идеям языка тернарного описания (ЯТО) [9].

Другие логические особенности, предполагаемые толкованием механизма аналогии Дж. Хаммелом и К. Холиаком, – “стирание границ” между индивидами и ролями, снятие ограничения *n*-арности, – также коррелируют с особенностями ЯТО. Таким образом, допуская, вслед за авторами, что указанный механизм играет важную роль в реальных выводах, выполняемых людьми, можно ставить задачу уточнения его логического содержания средствами ЯТО (или иных неклассических исчислений).

С другой стороны, существуют аналогии, формализация которых с привлечением понятия роли аргументного места предиката представляется малоэффективной (таковы, скажем, *анalogии между текстами*, рассмотренные в

[10]). В этих случаях для формализации процедур сравнения модели с прототипом могут понадобиться иные логические и математические средства.

Выводы. Концепция аналогии Дж. Хаммела и К. Холиака базируется на особой процедуре сравнения модели и прототипа аналогии. В тех областях, где такого рода процедура применима, ее формально-логическая реконструкция потребует обращения к неклассическим логикам.

Список литературы

209. Hummel J. Distributed Representations of Structure: A Theory of Analogical Access and Mapping / J. Hummel, K. Holyoak // *Psychological Review*. – 1997. – Vol. 104. – No. 3. – P. 427–466.
210. Hummel J. A Symbolic-Connectionist Theory of Relational Inference and Generalization / J. Hummel, K. Holyoak // *Psychological Review*. – 2003. – Vol. 110. – No. 2. – P. 220–264.
211. Уемов А.И. Логические основы метода моделирования / А. И. Уемов — М.: Мысль, 1971. — 311 с.
212. Леоненко Л. Л. Аналогія і абдукція / Л. Л. Леоненко // *Філософська думка*. — 2008. — № 3. — С. 14—30.
213. Spanoudakis G. Elaborating Analogies from Conceptual Models / G. Spanoudakis, P. Constantopoulos // *International Journal of Intelligent Systems*. – 1996. – Vol. 11. – No. 11. – P. 917–974.
214. Гладун В. П. Вывод гипотез о составе и свойствах объектов на основе аналогии / В. П. Гладун, В. Ю. Величко, Н. Н. Киселева, Н. М. Москалькова // *Искусственный интеллект*. — 2000. — № 1. — С. 44—52.
215. Осипов Г.С. Метод формирования и структурирования модели знаний для одного типа предметных областей / Г.С. Осипов // *Изв. АН СССР. Техн. кибернет.* – 1988. – № 2. – С. 3–12.
216. Gentner D. Relations, Objects, and the Composition of Analogies / D. Gentner, K.J. Kurtz // *Cognitive Science*. – 2006. – Vol. 30. – P. 609–642.
217. Uyemov A. The Ternary Description Language as a Formalism for the Parametrical General Systems Theory / A. Uyemov // *Int. J. General Systems*. – 1999. – Vol.28 (4-5). – P. 351–366; – 2002. – Vol. 31 (2). – P. 131–151; – 2003. – Vol. 32 (6). – P. 583–623.
218. Leonenko L. Analogies Between Texts: Mathematical Models and Applications in Computer-assisted Knowledge Testing / L. Leonenko // *Information Models of Knowledge*. — Kiev, Ukraine – Sofia, Bulgaria: ITHEA, 2010. — P. 128—134.

Леоненко Л.Л. Міркування за аналогією: до логічних засад концепції Дж. Хаммела та К. Холіака // *Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія: Філософія. Культурологія. Політологія. Соціологія*. – 2014. – Т. 27 (66). – № 1-2. – С. 359–368. Обговорюються логічні проблеми, пов'язані з концепцією міркувань за аналогією, висунутої Дж. Хаммелом та К. Холіаком. Показано, що застосовані у ній поняття та принципи передбачають вихід за межі класичної логіки предикатів.

Ключові слова: аналогія, модель, прототип, індивід, предикат, арність

Leonenko L.L. Analogical reasoning: on the logical grounds of J. Hummel and K. Holyoak's conception // *Scientific Notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Philosophy. Culturology. Political sciences. Sociology*. – 2014. – Vol. 27 (66). – № 1-2. – P. 359–368.

Certain logical problems concerning the conception of analogical reasoning proposed by J. Hummel and K. Holyoak are discussed, and it is also demonstrated in this article that notions and principles accepted in it violate the margins of classical predicate logic. 1) The rejection of so-called “n-ary restriction” principle allows to identify predicates of different arity. 2) The unified representation of individuals and predicates through certain sets of “semantic nodes” treats them as belonging to the same logical level. 3) The notion of “role filler” can lead, in the case of quantified propositions, to the assuming of “arbitrary/indefinite objects”. It can be stated that these three features are kindred to some principles of A. Uyemov's Ternary Description Language.

Key words: analogy, source, target, individual, predicate, arity