

**КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«КОГНИТИВНАЯ НАУКА  
В МОСКВЕ: НОВЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ»**

**16 ИЮНЯ 2011 г.**

**ТЕЗИСЫ**



Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

## **ОБ ОДНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ПО РАССТАНОВКЕ ВЕСОВ ВЛИЯНИЙ В КОГНИТИВНОЙ КАРТЕ**

Н.А. Абрамова, Т.А. Воронина  
[abramova@ipu.ru](mailto:abramova@ipu.ru), [tanyaudsu@yandex.ru](mailto:tanyaudsu@yandex.ru)

ИПУ РАН, Москва, Россия

В последние годы появляется все больше публикаций, как теоретических, так и прикладных, в основе которых лежит представление слабо структурированных объектов и ситуаций в виде когнитивных карт (КК). В этом контексте по существу речь идет о переводе первичных представлений экспертов о сложных объектах и ситуациях на тот или иной формальный язык, так что полученная карта имеет определенную математическую семантику.

Во многих работах подразумеваются КК, которые представляют структуру причинно-следственных влияний между значимыми факторами (концептами) ситуации. При этом факторы представлены переменными, а причинно-следственное влияние состоит в том, что рост (уменьшение) значения одного фактора ведет либо к однонаправленному, либо к противоположно направленному изменению значения другого фактора. Сила влияния представляется его весом. (Простейший пример КК, который является фрагментом реальной прикладной карты, приведен на рис.1 ниже.) Переменные могут быть как абстрактными, поддающимися только экспертной оценке, так и объективно измеримыми (как в примере). Однако во всех случаях они оцениваются единообразно, как правило, на шкале с вербальными значениями типа «низкий», «высокий» (со своими смыслами этих значений для разных переменных). При моделировании карт эти значения переводятся в универсальную числовую нормированную шкалу – обычно в интервал  $[-1,1]$  или  $[0,1]$ . То же относится и к оценке весов влияний.

Специалисты, работающие в области когнитивного моделирования (cognitive mapping) обычно по умолчанию принимают, что эксперты предметной области могут дать оценку значений и/или приращений факторов, равно как и весов влияний факторов друг на друга в подходящей шкале. (См., например, [4, 8].) Однако, сегодня известен целый ряд рисков для достоверности конечных результатов решения задач, характерных для применения моделей на основе КК (см, например, [1, 5]), и один них – это *риск недостоверной оценки весов влияний*. К ряду свидетельств такого риска относятся не только результаты теоретических исследований широкого профиля по когнитивным смещениям при оценке весов в

разных контекстах, но и свидетельства специалистов, работающих в области практического применения КК [3]. В качестве значимого фактора риска рассматривается искажающий эффект между пониманием веса экспертом и представлением веса в математической модели, агрегирующей все прямые влияния на один фактор [1].

В рамках исследований по проблеме достоверности весов влияний в КК и путях ее повышения был проведен многоцелевой эксперимент, в котором объектом исследования являлись мыслительный процесс расстановки весов и используемые в нем когнитивные средства. Участниками эксперимента были 8 человек, ведущих теоретические исследования в области КК (от аспирантов до докторов), в большей или меньшей степени имеющих дело с построением и верификацией карт, знакомых с проблемой рисков для достоверности конечных результатов применения карт при решении прикладных задач (основные специальности – математика, информатика). Предполагалось, что они в той или иной мере готовы к выполнению роли посредников при построении карт экспертами предметной области при высоких требованиях к достоверности. При этом имелась в виду *модель посредника*, согласно которой посредники, недостаточно владея знаниями предметной области, тем не менее ответственны за обеспечение приемлемой адекватности перевода первичных знаний экспертов на математический язык, равно как и обратного перевода математической модели на «человеческий» язык; иными словами, они ответственны за интуитивную понятность математического смысла «когнитивной» карты для экспертов.

**Цели эксперимента.** Одной из целей была проверка гипотезы о рискованности эвристик, применяемых экспертами и посредниками при расстановке весов в КК с нормированными шкалами. Еще одна цель состояла в выявлении тех знаний, которые фактически срабатывают при получении приемлемого решения, и их сопоставлении со знаниями, которые действительно нужны и которыми участники обладают. При отсутствии решения в виде определенных весов в карте для роли посредника приемлемой считалась идентификация знаний о моделируемой ситуации, которыми участник эксперимента не обладает.

Контроль когнитивных средств, которые работают в процессе расстановки весов в карте, и объяснение процесса проводились в терминах недавно разработанной междисциплинарной модели процесса экспертной верификации когнитивных карт [1]. Модель сочетает понятия и идеи когнитивных наук такие как «детектор ошибок» Н.П. Бехтеревой [2], «когнитивный диссонанс» Л. Фестингера [6], «когнитивный контроль», с компьютерной метафорой «системы прерываний» [1]. Эта модель прошла

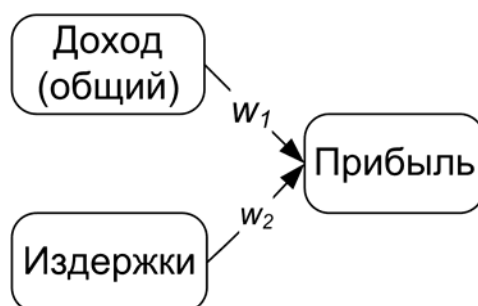
первые проверки на практике при верификации когнитивных карт [5]. Однако в рассматриваемом случае речь идет о целостном процессе, включающем верификацию как неотъемлемую часть процесса построения карты.

Согласно этой модели участники должны были контролировать и фиксировать в мыслительном процессе решения основной задачи такие внутренние события как самопроизвольное возникновение «напрашивающегося» решения (НР), возникновение диссонанса (иначе, срабатывание когнитивного контроля – детектора ошибки, несоответствия и др.)

В качестве дополнительной объяснительной модели была принята известная обобщенная архитектура двух когнитивных систем ([7] и другие авторы), в рамках которой также рассматривают процесс обнаружения умственных ошибок посредством функции самоконтроля, и учитывается зависимость применения тех или иных когнитивных средств от их относительной доступности.

Проверка работоспособности названных моделей для анализа интеллектуальных процессов расстановки весов в когнитивных картах, когда едва ли уместно говорить о противопоставлении интуиции как свободного мышления без усилий и взвешенного (с тщательным обдумыванием) мышления, также являлась одной из целей эксперимента.

**Структура эксперимента. Задача**, которую решали участники эксперимента на его первом этапе, состояла в том, чтобы оценить веса в простейшей когнитивной карте из трех факторов (рис.1). При этом требовалось проконтролировать возникновение и последовательность событий появления НР и диссонансов, и оценить степень уверенности в найденном решении (если оно нашлось в приемлемое для такой работы время).



**Рис.1.** Когнитивная карта для эксперимента.

На следующих этапах, в случае сомнительных решений, проводился анализ использования значимых знаний и – выборочно – предоставлялись знания, направленные на снижение уверенности в найденном решении с целью повлиять на него.

Особенность задачи состоит в том, что имеется интуитивно очевидное, по крайней мере, с первого взгляда, напрашивающееся решение:

$w_1 = 1; w_2 = -1$ , «вытекающее» из известной, по определению, зависимости между факторами для ненормированных шкал:

$$\text{Прибыль} = \text{Доход} - \text{Издержки} \quad (1)$$

**Полученные результаты** в значительной мере оказались неожиданными, и некоторые из них требуют более углубленного анализа. Однако уже сейчас обработка результатов позволяет сделать следующие наблюдения, выводы и предположения.

• *Влияние НР.* По результатам первого этапа эксперимента ответы участников можно разделить на две группы.

В первой группе (5 человек из 8) НР не только возникло, но и, более или менее явно, повлияло на решение. Во всех 5-ти случаях оно вызвало диссонанс. При этом в 4-х из 5 случаев, при различии вербальных формулировок, диссонанс естественно интерпретировать как срабатывание детектора выхода результата за допустимые границы шкалы (не всегда корректное). Влияние НР выразилось в том, что при поиске решения для нормированных шкал переменных проявилось стремление сохранить стереотип: единую норму для всех переменных. Это привело к решениям: ( $w_1 = 1; w_2 = -1$ ) в 3-х случаях из 5 и ( $w_1 = 1/2; w_2 = -1/2$ ) в 2-х случаях. Во всех 5 случаях участники попали в «ловушку равенства максимальных значений»: получается, что максимально мыслимые значения переменных Доход (Д) и Издержки (И) (или их приращений), соотносимые с единицей на универсальной нормированной шкале, равны между собой в абсолютной шкале, в частности,

*Максимально мыслимый доход = Максимально мыслимые издержки.*

В таком случае получается, что при максимальном доходе и издержках прибыль отсутствует,  $\Pi = 0$ . Это неверно в общем случае, например, для моделирования высокодоходных производств (скажем, из-за уровня цен) или для малозатратных.

Во второй группе НР либо не возникло (1 случай), либо возникло, но было оценено как сомнительное (2 случая; интерпретация – срабатывание детектора типа «что-то тут не так»). Общность 2-х случаев из 3-х в этой группе, при всем различии проявившихся когнитивных средств решения, состоит в том, что для переменных Д и И (или их приращений) предусматривались независимые нормированные шкалы. Найдены ситуации, за счет которых решения первой группы участников эксперимента в общем случае неверны.

• *Состав и доступность фактически использованных знаний.* Участники эксперимента после его проведения проанализировали состав знаний: своих и коллег — которые могли бы повлиять на результаты индивидуальных решений задачи; делались оценки доступности таких знаний

у участников. Неожиданным оказалось то, что ряд знаний, которые могут быть оценены как довольно высоко доступные и\или значимые для достоверности решаемой задачи, вообще не использовались решателями. Это позволяет предположить, что в некоторых случаях при наличии высоко активных стереотипов (в частности, напрашивающихся решений или способов получения решений) может иметь место торможение в использовании даже доступных и значимых знаний, создавая риск для достоверности результатов.

• *Оценка готовности к роли посредников.* На момент проведения эксперимента большинство участников, в той или иной степени, не были подготовлены к роли посредников при высоких требованиях к достоверности результатов применения КК. Необходимо повышение требований к деятельности посредников и подходящие методики.

### Список литературы

1. Абрамова Н.А. *Экспертная верификация при использовании формальных когнитивных карт. Подходы и практика* // Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 «Сетевые модели в управлении». – М.: ИПУ РАН, 2010. С. 371 – 410.
2. Бехтерева Н.П. *Мозг человека. Сверхвозможности и запреты.* // Доклад на Всемирном Конгрессе «Итоги тысячелетия». Санкт-Петербург, 22.11.2000. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://bronnikov.ru/literatura/b\\_1\\_i4.php](http://bronnikov.ru/literatura/b_1_i4.php)
3. Кулинич А. А. *Компьютерные системы моделирования когнитивных карт: подходы и методы.* // Проблемы управления, 2010, № 3, 2–16.
4. Корноушенко Е.К., Максимов В.И. *Управление процессами в слабоформализованных средах при стабилизации графовых моделей среды* // Сб. науч. тр. – М.: ИПУ РАН, 1999, Т.2, С. 82–94.
5. Abramova, N., Kovriga, S., *The expert approach to verification at cognitive mapping of ill-structured situations.* Accepted for publication in proc. of the 18th IFAC World Congress, Milano, Italy, 2011.
6. Festinger L. *A Theory of Cognitive Dissonance.* Row-Peterson, Evanston, MA, 1957. Русский перевод: *Фестингер Л. Теория когнитивного диссонанса:* Пер. с англ. СПб.: Ювента, 1999.
7. Kahneman, D. *Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics* // American Economic Review, 93, 1449-1475, 2003.
8. Stylios C., Georgopoulos V. and Groumpos P. *The Use of Fuzzy Cognitive Maps in Modeling Systems* // In: Proc. 5th IEEE Mediterranean Conference on Control and Systems, paper 67, 1997.