

О ПЕРСПЕКТИВАХ СОВРЕМЕННОЙ ПАРАДИГМЫ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Н.А. Абрамова

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

Россия, 117997, Москва, Профсоюзная ул., 65

E-mail: ninaabramova@mail.ru

Ключевые слова: когнитивное моделирование, парадигма, проблема достоверности, рефлексивный подход.

Аннотация: В докладе рассматривается связь проблемы достоверности когнитивного моделирования при решении мультидисциплинарных прикладных задач с современной парадигмой этого научного направления. Выделяются некоторые характерные черты этой парадигмы, значимые для достоверности. Демонстрируется пример парадоксальных ошибок ученых, объяснимых негативным влиянием парадигмы через механизм подавления рефлексии. Представлен рефлексивный подход к анализу моделей и методов КМ, способствующий выявлению человеко-зависимых рисков для достоверности конечных результатов в этих моделях и методах.

1. Введение

В последние два десятилетия растет число публикаций, как теоретических, так и прикладных, относящихся к когнитивным картам и когнитивному моделированию (КМ). О развитии направления КМ свидетельствует обширная география публикаций как в России, так и за рубежом (не менее 14 стран). Периодически появляются обзоры по этому направлению. Последние из них – это [1-3].

Прикладная ниша КМ охватывает сложные и слабоструктурированные, как правило, междисциплинарные ситуации и системы (социально-экономические, производственно-рыночные и др.), для характеристики которых широко используются качественные («мягкие»), нередко – высоко абстрактные понятия, обозначающие значимые факторы, связанные причинно-следственными влияниями, и экспертные оценки. Сюда же относятся сравнительно новые ситуации, для которых характерен недостаток опыта.

Судя по числу публикаций, в том числе, прикладных, и по расширению их географии можно считать, что КМ как научно-прикладное направление со своей прикладной нишей развивается вполне успешно. Тем не менее, наш анализ массива опубликованных когнитивных карт и решений конкретных задач на основе методологии и средств программной поддержки КМ свидетельствует о наличии ряда практически значимых ограничений и проблем, свойственных сегодня этому направлению. Существенно, что рассматриваемые проблемы не осознаются большей частью научного сообщества.

В ряду специфичных проблем КМ, частично представленных в литературе [4-6 и др.], особое место занимает проблема достоверности, рассматриваемой в качественном смысле как возможность полагаться на конечные результаты решения конкретных прикладных задач. Рискованность применения когнитивных карт подтверждена в комплек-

се исследований, проведенных в ИПУ РАН, в виде ряда типовых ошибок в картах, и в качестве основного средства преодоления проблемы предложены и разработаны разные виды верификации, включая их инструментальную поддержку [7-11 и др.].

В качестве фактора, способствующего систематическому характеру ошибок, которые часто не замечаются специалистами, выделен традиционный подход ученых к идентификации ситуаций в терминах когнитивных карт, при котором редуцируются собственно когнитивные аспекты процесса идентификации. Значимость этого фактора риска для достоверности была показана, в том числе, экспериментально [5].

В ходе дальнейшего поиска ответов на вопросы, кто виноват и что делать с проблемами КМ, оказалось уместным обратиться к известным идеям Т. Куна [122]. Эти идеи относятся к связи развития какого-либо научного направления с той или иной парадигмой, которая, с одной стороны, создает образцы для «нормального» (по Куну) текущего развития, но, с другой, – при определенных условиях оказывает негативное влияние на достигаемые результаты. Исходя из идей развития науки в рамках парадигмы и междисциплинарной модели экспертной верификации [5, 133], ряд проблем в КМ можно объяснить через механизм подавления рефлексии, присущий влиянию парадигм.

В докладе выделяются некоторые характерные черты современной парадигмы КМ, демонстрируются примеры парадоксальных ошибок ученых, объяснимые негативным влиянием этой парадигмы, и представлен рефлексивный подход к анализу моделей и методов КМ [144], который способствует выявлению человеко-зависимых рисков для достоверности конечных результатов в этих моделях и методах.

2. О понятии и роли парадигм в прикладных науках

Термин «парадигма» обозначает комплекс средств для представления и развития знаний в некоторой научной области или направлении, который на определенном этапе развития принимается и разделяется научным сообществом, объединяя большинство его членов, и служит в качестве образца для порождения новых знаний. Состав элементов парадигмы определяют с некоторыми различиями: как совокупность концепций или шаблонов мышления, включая теории, методы исследования, постулаты и стандарты; как систему идей, взглядов и понятий, исходной концептуальной схемы, модели постановки проблем и их решения, методов исследования; как совокупность фундаментальных научных установок, представлений и терминов.

Психологический аспект действия парадигмы состоит в том, что, с одной стороны, при решении задач в рамках парадигмы она становится основой для быстрого (в терминах Канемана [155]) эвристического мышления, которое способно выявить аномалии, активизировать рефлексивность; но, с другой, – при определенных условиях она оказывает негативное влияние на достоверность достигаемых результатов через механизм подавления рефлексии. Двойственный характер действия парадигмы отражен в междисциплинарной модели мыслительных процессов (модели автоответчиков и детекторов), которая предлагает ответ на вопрос, как мы делаем ошибки и справляемся с ними, исходя как из идей психологии, так и из изучения процессов верификации [5, 133].

Негативное влияние парадигмы, в значительной мере, проявляется в том, что ее адепты склонны не замечать аномалий, не поддающихся объяснению в рамках этой парадигмы; иначе говоря, не рефлексировать по поводу обнаружения аномалии.

Предлагаются два уточнения понятия и роли парадигмы.

Во-первых, применительно к прикладным наукам, целесообразно не только соотносить это понятие с развитием собственно научных знаний, но и распространять его,

как и сопутствующие идеи, на наукоемкую деятельность: решение конкретных прикладных задач и построение информационных технологий и СППР.

Во-вторых, аномалия по Куну – это необъяснимый в рамках парадигмы факт, предположительно относящийся к области действия парадигмальной теории. Роль аномалий, особенно при их накоплении, состоит в фальсификации действующих парадигм. Представляется методологически уместным сами парадигмы или их части (не только теории) также рассматривать как аномалии, если они препятствуют объяснению фактов, обнаруженных в ходе развития и применения научного знания. Отметим, что при этом возникает проблема диагностирования парадигмы: локализации ее аномалий по отношению к необъяснимым фактам.

3. Современная парадигма КМ и ее связь с достоверностью

Центральное место в парадигме КМ занимает, как известно, базовый метод прогнозирования развития ситуаций посредством имитационного моделирования, в котором этапу собственно моделирования предшествует выполняемый людьми этап построения имитационной модели на основе когнитивной карты, или в иных терминах, этап идентификации ситуации в терминах когнитивных карт. Первый этап, в свою очередь разбивается на структурную идентификацию, результатом которой является знаковая карта, и последующую параметрическую идентификацию.

В контексте проблемы достоверности решающую место занимают допущения, связанные с человеческими этапами, которые играют роль факторов веры. Согласно теории психологической относительности и когнитивной эволюции Ч. Бейли [166], допущения, наделенные недостатками, могут служить аномалиями в парадигмах. С учетом характера допущений, связанных с базовым методом, можно считать, что современная парадигма в КМ – это парадигма чрезмерного доверия.

Характерные допущения (и факторы веры) такого рода таковы:

- допущение о достаточности выделения множества значимых факторов и множества их причинно-следственных связей при структурной идентификации для получения достоверной когнитивной карты;
- парадигма экспертных возможностей [10], согласно которой (по умолчанию) считается, что эксперты могут дать приемлемую оценку значений переменных (параметров) когнитивной карты в предопределенной универсальной шкале (или шкалах);
- допущение о достоверности результатов имитационного моделирования в рамках данного метода.

Согласно этим допущениям, ошибки при использовании метода не предполагаются. Мы верим в первое из допущений в силу кажущейся очевидности. Мы верим в последнее из них, исходя из первых двух и доверия имитационному моделированию. Тем не менее, подверженность простейшего метода структурной идентификации ошибкам показана экспериментально [5]. Представленные ниже примеры из спектра ошибок также говорят о наличии множественных аномалий.

4. Ошибка Маруямы-Робертса

Известная модель М. Маруямы описывает экологическую ситуацию в городе [177], приводилась в качестве образца Ф. Робертсом в [6]. Ошибка состоит в том, что в мо-

дель введено влияние рис.1, которое, согласно формальной семантике карты, должно быть монотонным.



Рис.1. Формально ошибочное причинно-следственное влияние в модели М. Маруямы.

Это означает, что рост (снижение) *миграции в город* влечет соответственно рост (снижение) *числа жителей в городе*. Однако по содержательным соображениям легко вспомнить, что снижение *миграции в город* всего лишь замедляет скорость роста *числа жителей в городе*, обусловленного такой миграцией, но не снижает это число: фактически имеет место связь по производной, которая не выразима в картах рассматриваемого типа. С позиции норм научного мышления, продвигавшихся К.Поппером [19] и принятых в современной методологии науки [20], можно считать, что здесь имеет место отход от критического мышления, связанный с недостатком научной рефлексии. Однако, исходя из идей развития науки в рамках парадигмы, по Т. Куну [12], и из модели [5, 13], учитывающей когнитивные аспекты действия парадигм, более уместным представляется объяснение аномальной ситуации через механизм подавления рефлексии, присущий влиянию парадигмы, которая основана на вере в отсутствие ошибок.

5. Рефлексивный подход

Предшествующий анализ привел к гипотезе о недостатке рефлексии у разработчиков моделей и методов в КМ по отношению к тем, кто применяет эти модели и методы для решения конкретных прикладных задач [144]. Имеется в виду, что, с рефлексивной точки зрения, при составлении модели ситуации на «планшете сознания» (по Лефевру) у составителя модели отражаются не характеристики моделируемой реальности: факторы, причинно-следственные влияния, значения параметров – а его представления об искомым характеристиках этой реальности. Разведение в сознании рефлексизирующего субъекта S_0 , который анализирует метод, моделируемой ситуации как таковой и представлений о ней у составителя модели ситуации, S_1 , может быть связано с вопросом о соответствии его представлений и реальной ситуации. Основанием для такого разведения может быть как осознание обнаруженного несоответствия (аномалии), так и принципиальное признание несоответствия ввиду отсутствия подтверждений соответствия. Напротив, нерефлексивная позиция S_0 означает, по умолчанию, допущение о соответствии.

На основании названной выше гипотезы в [144] предлагается оригинальный рефлексивный подход к разработке и оценке моделей и методов с участием людей в процессе решения прикладной задачи. Центральная идея подхода состоит именно в рефлексивном разведении анализирующим субъектом, например, автором метода, S_0 , реальности и представлений о ней (или разных представлений) у пользователей метода, $S_1, S_2...$ При этом, в противовес парадигме доверия, в рассмотрение вводятся допущения и отношения эквивалентности, для которых требуется предъявление обоснований.

Имеются первые примеры успешного применения подхода.

6. Некоторые выводы

В условиях действия современной парадигмы доверия в КМ потенциал этой методологии в естественной нише ее применения используется недостаточно, и создаются риски для достоверности конечных результатов.

Предлагаемые на сегодня подходы к верификации, ориентированные на выявление рисков и прямых ошибок в когнитивных картах, а также в результатах их моделирования, по-видимому, недостаточны для преодоления негативного эффекта парадигмы.

Практически значима проблема диагностирования парадигмы: выявления ее аномалий по отношению к необъяснимым фактам, в частности, «неожиданным» систематическим ошибкам при решении конкретных прикладных задач на основе КМ. Для решения проблемы целесообразно развитие подходящих диагностических схем

В качестве средства для выявления аномалий в моделях и методах в составе парадигмы целесообразно развитие рефлексивного подхода с рефлексией разработчиков относительно мыслительных процессов у пользователей таких моделей и методов.

Список литературы

1. Papageorgiou E. Review study on fuzzy cognitive maps and their applications during the last decade // M. Glykas (ed.), *Business Process Management, SCI444*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013. P. 281-298.
2. Groumpos P. Modelling and analyzing manufacturing systems using advanced methods of fuzzy cognitive maps // *J. of computational intelligence and electronic systems*. 2014. Vol. 3, No. 2. P.143-150.
3. Benjamín G., Nápoles G., Falcon R., Froelich W., Vanhoof K., Bello R.. A Review on Methods and Software for Fuzzy Cognitive Maps // *Artificial Intelligence Review*. 2017. DOI: 10.1007/s10462-017-9575-1.
4. Abramova N.A., Telitsyna T.A. An approach to analysis of expert estimation validity in cognitive mapping // *IFAC Proceedings Volumes*. 2013. Vol. 46, No. 9. P. 927-932.
5. Abramova N.A. The cognitive approach to the problem of identification validity in cognitive mapping // *IFAC-PapersOnLine*. 2016. Vol. 49, No. 12. P. 586-591.
6. Робертс Ф.С. и др. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. М.: Наука, 1986. 495 с.
7. Abramova N.A., Avdeeva Z.K., Kovriga S.V. Cognitive Approach to Control in Ill-Structured Situation and the Problem of Risks // *2008 Conference on Human System Interactions*. 2008. DOI: 10.1109/HSI.2008.4581487.
8. Abramova N.A., Kovriga S.V., Makarenko D.I. One approach to analysis of risks due to human factors in decision support systems for ill-structured situations // *Human System Interactions, 2009. HSI'09. 2nd Conference on. IEEE, 2009. P. 707-714*.
9. Abramova N.A., Kovriga S.V. Criterial Approach to Verification at Cognitive Mapping of Ill-Structured Situation Dynamics // *Proceedings of the 30th International Conference of the System Dynamics Society, Albany, New York, 2012. Albany, USA: The System Dynamics Society, 2012*.
10. Abramova N.A., Kovriga S.V. Portcev R.Yu., Telitsyna T.A. On the problem of human-induced risks and verification of models of social and economic systems // *Сборник докладов XIV Международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. Москва, 2014. М.: Издательский дом ВШЭ, 2014. Кн. 4. С. 357-366*.
11. Кулинич А.А. Верификация когнитивных карт на основе объяснения прогнозов // *Управление большими системами*. 2010. Вып. 30.1. С. 453-469.
12. Кун Т. Структура научных революций / Пер. И.З. Налетова. М.: Прогресс, 1977.
13. Abramova N. Interdisciplinary Approach to Verification in Decision-Making with Formal Methods // *Handbook on Psychology of Decision-Making: New Research / Ed. by K.O. Moore & N. P. Gonzalez. NY: Nova Science Pub Inc, 2012. P. 89-111*
14. Abramova N.A., Portcev R.Yu. Reflexive Approach to Multi-Subject Situations in Cognitive Mapping // *IFAC-PapersOnLine*. 2018. Vol. 51, Vol. 30. P. 516-521.
15. Канеман Д. *Думай медленно... решай быстро*. Litres, 2019.

16. Bailey C.E. A general theory of psychological relativity and cognitive evolution // ETC: A Review of General Semantics. 2006. P. 278-289.
17. Абрамова Н.А. О семантиках формальных когнитивных карт. Междисциплинарный подход / Тезисы докладов 5-й Международной конференции по когнитивной науке. Калининград, 2012. М.: МАКИ, 2012. Т. 1. С. 191-193.
18. Maruyama M. The second cybernetics: Deviation-amplifying mutual causal processes // American scientist. 1963. Vol. 51, No. 2. P. 164-179.
19. Поппер К. Нормальная наука и опасности, связанные с ней // Философия науки. Вып. 3. М.: ИФ РАН, 1997.
20. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. М.: СИНТЕГ, 2007. 668 с.