

УДК 004.891, 004.85, 004.588
ББК 32.813

О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОЦЕССОВ ПОСТРОЕНИЯ, ЧТЕНИЯ, ВЕРИФИКАЦИИ И АНАЛИЗА КОГНИТИВНЫХ КАРТ

Абрамова Н.А.¹, Порцев Р.Ю.², Телицына Т.А.³

*(Учреждение Российской академии наук
Институт проблем управления РАН, Москва)*

Решение задач на основе когнитивных карт рассматривается как человеческая (и/или экспертная) деятельность, которая поддерживается различными видами технологического обеспечения (научно-методическим, языковым и инструментальным). Такая деятельность по решению задач на основе когнитивных карт, как правило, включает в себя следующие типовые процессы - построение, чтение, анализ и верификация карт. Для этих типовых процессов рассмотрены основные составляющие научно-методического обеспечения. В качестве инструментального обеспечения этих процессов разработано и развивается программное средство «Map Constructor». Практические возможности технологического обеспечения процессов построения, чтения, верификации и анализа когнитивных карт демонстрируются на примере прикладной когнитивной карты.

Ключевые слова: когнитивная карта, технологическое обеспечение, верификация.

¹ Абрамова Нина Александровна, доктор технических наук (ninaabramova@mail.ru).

² Порцев Руслан Юрьевич, младший научный сотрудник (poruss@mail.ru).

³ Телицына Татьяна Андреевна, научный сотрудник (tanyaudsu@yandex.ru).

1. Введение

В последние годы появляется все больше публикаций, как теоретических, так и прикладных, относящихся к когнитивному моделированию и применению когнитивных карт (КК) к слабо-структурированным социально-экономическим, производственным, медицинским и другим объектам, системам и проблемным ситуациям, часто междисциплинарной природы.

В основе когнитивного моделирования лежит представление проблемной ситуации в виде КК - совокупности факторов, связанных причинно-следственными влияниями. 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, как правило, представляется его весом. (Пример КК приведен на рис.2 ниже.) Об успешности практических применений КК в управлении, в том числе, в управлении организационными системами, можно судить по многим отечественным и зарубежным публикациям (см., например, обзоры [5, 15]).

Однако моделирование сложных и слабоструктурированных ситуаций в принципе несет в себе риски из-за человеческого фактора в силу неизбежного и существенного участия людей в решении конкретных проблем (по крайней мере, для формализации первичных представлений о ситуации) [2]. Следствием рисков при когнитивном моделировании ситуаций может быть снижение достоверности результатов, получаемых при моделировании. Одним из направлений по снижению влияния рисков из-за человеческого фактора является разработка и развитие технологического обеспечения человеческой деятельности при когнитивном моделировании.

Для задач анализа и прогнозирования динамики слабо-структурированных ситуаций, как правило, применяются так называемые формальные КК. Такие карты характеризуются более или менее формальной семантикой и становятся «вычислимыми», что позволяет применять формальные методы решения

прикладных задач (такие как имитационное моделирование, аналитические методы) [11, 12].

Среди формальных КК можно выделить семейство типов КК, которые названы функциональными [11], т.е. карт, в которых поведение зависимого фактора представляется функцией агрегирования влияний от факторов-причин. Именно для функциональных КК в данной работе будут рассмотрены различные виды технологического обеспечения.

В докладе когнитивное моделирование рассматривается как наукоемкая междисциплинарная методология решения прикладных задач посредством КК, которая, в большей или меньшей степени, поддерживается инструментальными средствами. Комплекс средств, образующих сегодня методологию когнитивного моделирования, достаточно разнообразен и постепенно расширяется. Выделение типовых задач требует адаптации имеющихся средств (моделей, методов и средств программной поддержки) к специфике таких задач, позволяя создавать специализированные технологии их решения.

Такие задачи рассматриваются как технологические задачи. Технологическая задача – это задача, которая должна решаться в составе комплексной прикладной задачи управления по некоторой технологии, поддерживаемой разными видами обеспечения (теоретического, языкового, методологического, психологического, лингвистического, инструментального и др.). В книге «Поиск подходов к решению проблем» [10] используются понятия научно-методического и языкового обеспечения, НМЯ-обеспечения (без инструментальных средств) и более общее понятие технологического обеспечения (с инструментальными средствами).

Технологическая схема процесса решения задачи описывает последовательность этапов, их результаты и основные виды обеспечения, поддерживающие отдельные этапы процесса.

В соответствии с технологическим подходом к анализу и поиску решения слабоструктурированных проблем [10, стр. 55] решение задач на основе КК рассматривается в докладе как человеческая (и/или экспертная) деятельность, которая, как правило, включает в себя следующие типовые технологические

задачи - построение, чтение, анализ и верификация КК. Для этих задач рассматриваются основные составляющие их технологического обеспечения. Практические возможности технологического обеспечения процессов построения, чтения, верификации и анализа когнитивных карт демонстрируются на примере прикладной когнитивной карты.

2. Структура обеспечения задач по построению, чтению, верификации и анализу когнитивных карт

Структура обеспечения типовых технологических задач по построению, чтению, верификации и анализу когнитивных карт будет продемонстрирована в докладе на примере практической задачи по разработке модели социально-экономической ситуации в г. Астана, включая адаптацию методологии когнитивного моделирования к особенностям проблемной ситуации и знаний о ней (коротко, задача «Астана»). Однако в докладе будут приведены не все этапы выполнения этой задачи, а лишь те, которые ниже, на рис.1, выделены прямоугольником.

Для анализа проблем развития социально-экономической ситуации в г. Астана в складывающихся условиях выполнения Программных документов по развитию города решалась типовая задача прогнозирования динамики целевых факторов исследуемой ситуации в зависимости от скачкообразного изменения факторов, подверженных внешнему влиянию (в условиях равновесной ситуации). Внешнее влияние – это влияние, обусловленное воздействием внешней среды или управлением (управленческим решением органов власти г. Астана в соответствии с Программными документами по развитию города).

На рис. 1 представлена технологическая схема процесса решения задачи «Астана». Обратные связи означают возврат на коррекцию карты в случае обнаружения несоответствий или аномалий в карте. Для коррекции может потребоваться диагностика причин несоответствия и более или менее сложный поиск решения по коррекции. (Для краткости эти процессы не раскры-

ты на рисунке.) А на рис. 2 приведена полученная когнитивная карта ситуации в городе.

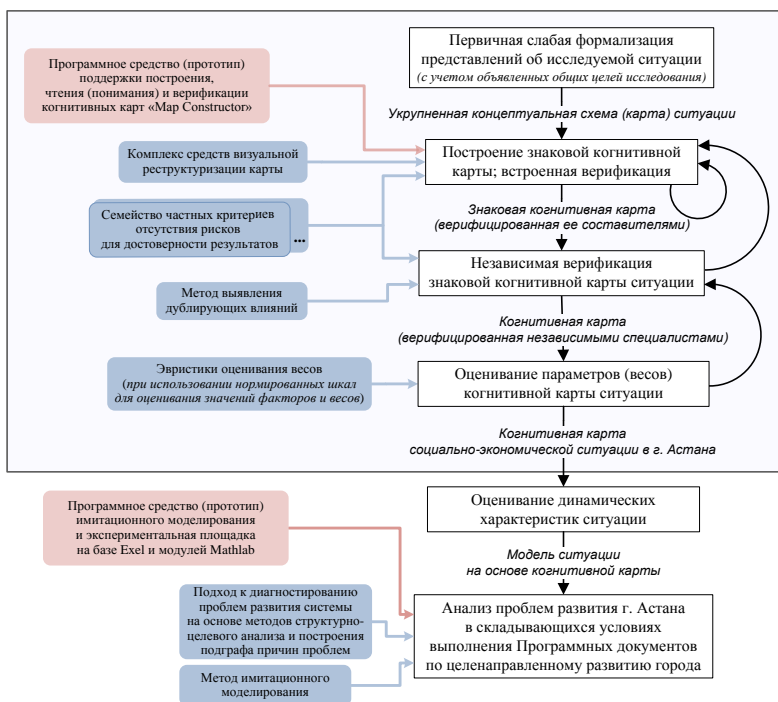


Рис. 1. Технологическая схема процесса решения задачи «Астана»

Задача построения модели проблемной ситуации на основе когнитивной карты – достаточно сложная задача. При решении этой задачи выделенные нами типовые процессы построения, чтения, верификация и анализа карты не обязательно являются независимыми и могут следовать непоследовательно. Однако для простоты понимания в докладе будем рассматривать выделенные типовые процессы как независимые.

ХІ ВСЕРОССИЙСКАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
“УПРАВЛЕНИЕ БОЛЬШИМИ СИСТЕМАМИ”

2.1. ПОДДЕРЖКА ПОСТРОЕНИЯ И ЧТЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ КАРТ

Методы и приемы для поддержки построения, чтения (понимания), а также анализа когнитивных карт основаны на структурно-алгебраическом подходе, направленном на улучшение понимания карты, за счет представления ее в такой алгебраической и соответствующей визуальной форме, которая позволяет читателю заметить большее число значимых фрагментов и свойств модели.

Основная идея структурно-алгебраического подхода к поддержке построения, чтения (понимания) и анализа функциональных когнитивных карт заимствована в подходе к пониманию программ, предложенном Э.Дейкстрой [6] и основанном на философии структурного программирования. Э.Дейкстра более или менее явно ввел ряд принципов, направленных на облегчение понимания программы, включая наглядность структуры и бесконтекстность понимания, использование абстракций, при решающей роли принципа соответствия структурной и функциональной композиций.

В подходе предполагаются 2 основных вида работы человека с визуальным представлением карты: последовательное построение карты и ее «распутывание», когда исходная карта уже построена.

В случае распутывания поддерживается два вида преобразований графов функциональных когнитивных карт: (1) визуальная реструктуризация без изменения структуры причинно-следственных влияний в карте, (2) упрощающие эквивалентные преобразования, к которым относится абстрагирование от деталей, а также расщепление конструкций типа «спагетти» (в терминах Э.Дейкстры).

В основе визуальной реструктуризации лежит идея визуализации таких структурных отношений в графе карты, которые облегчают понимание модели сложной ситуации и улучшают идентификацию значимых свойств поведения модели за счет повышения наглядности и снижения когнитивной нагрузки при работе с картой. (Это соответствует идее ограниченности ког-

нитивных возможностей человека при чтении графов [14], а также соответствует идеям когнитивной графики [7]).

В основе упрощающих структурных преобразований ациклических карт (раздел 2.3) лежит структурная алгебра, позволяющая представить карту как композиционную структуру в этой алгебре.

Как визуальная реструктуризация, так и упрощающие преобразования конкретной карты основаны на выявлении композиционной структуры карты, которая помогает читателю (эксперту-аналитику, верификатору, исследователю) заметить большее число значимых свойств модели, например, наличие ациклических блоков (частичный порядок факторов) наличие рискованных конструкций (параллельных путей с дублирующими влияниями, циклов с ложной транзитивностью влияний и др.).

Перенос идеи структурного программирования Дейкстры на когнитивные карты основан на представлении графа карты G в виде композиции узлов

$$G = (((u_1 * u_2) * u_3) * \dots * u_{n-1}) * u_n$$

где $u_i, i = \overline{1, n}$ – узел когнитивной карты; $*$ – операция объединения графов с поименованными вершинами. (При этом комбинироваться могут только целостные узлы, для которых указаны все входные факторы.)

Для базового класса древовидных карт, или коротко, деревьев предложен язык композиционных формул L_0 , с множеством операций композиции $\{\circ, \wr, ||\}$, который представляет дерево в виде композиции выходного узла и деревьев-предшественников. Схема языка L_0 такова.

<дерево> ::=
 <узел> | <дерево> \circ <узел> | (<множество_деревьев> || <дерево>) \wr <узел>
 <множество_деревьев> ::=
 <дерево> | <множество_деревьев> || <дерево>

Схема определяет язык «сверху» с точностью до составляющих конструкций (в данном случае узлы когнитивной карты), смысл которых задается посредством моделей, при воз-

возможности последующего определения языков, реализующих заданные модели [1].

Отношения в структуре графа, повышающие наглядность при их визуализации: частичный порядок вершин и узлов (за счет однонаправленности дуг) и независимость поддеревьев-предшественников, естественно присутствуют в исходном графе-дереве и проявляются в предлагаемом языке композиционных формул (Дерево – аналог структурированных программ). В случае более сложных ациклических графов (в общем случае, обладающих свойством «спагетти») увеличение наглядности достигается за счет дублирования перекрывающихся блоков, которое естественно выражается повторностью в том же языке.

2.2. ПОДДЕРЖКА ВЕРИФИКАЦИИ КОГНИТИВНЫХ КАРТ

В соответствии с развиваемым экспертным подходом к верификации при использовании когнитивных карт можно выделить две типовых задачи верификации [3, 12]: это верификация по predetermined критериям достоверности и экспертный анализ, не опирающийся на такие критерии (Рис.3).

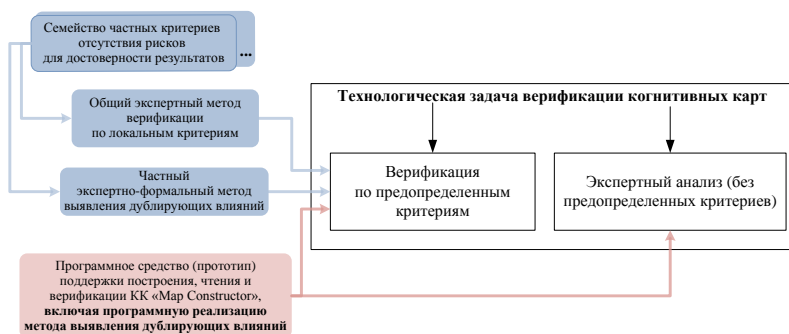


Рис. 3. Типовая задача экспертной верификации КК

Основная идея критериального подхода к верификации состоит в том, что построение КК рассматривается как двухуровневый перевод первичных содержательных знаний эксперта о

проблемной ситуации на формальный язык КК¹. Чтение КК рассматривается как обратный перевод (интерпретация). Предполагается неизбежный искажающий эффект в обоих случаях из-за разницы между интуитивной и математической семантикой языка КК.

Предлагаемый критериальный подход несет в себе идею защиты от искажающего эффекта при формализации. Поэтому был предложен общий критерий адекватности перевода естественного представления о конкретной ситуации на математический язык и обратно [3].

Этот критерий реализован как семейство частных критериев достоверности, отражающих логику построения КК, начиная с элементарных языковых конструкций (факторы-переменные, связи и узлы), вплоть до критериев, применимых к более сложным конструкциям и к карте в целом. Семейство частных критериев включает в себя как интуитивно понятные, но, тем не менее, часто нарушаемые критерии (например, критерий (со-размерной) полноты влияний на фактор), так и противоречащие интуиции (например, критерий нарушения свойства транзитивности влияний) [12]. Работоспособность предложенных на сегодня критериев экспериментально подтверждена на массиве опубликованных исследовательских и прикладных карт [3, 8, 12]. Предложенные на сегодня критерии не охватывают такую важную составляющую КК, как проверку достоверности экспертных оценок значений параметров КК (факторов, весов влияний и др.). Однако в ближайшее время планируется расширение системы критериев достоверности с учетом предложенного подхода к анализу достоверности экспертного оценивания в КК².

¹ *Результатом первого уровня формализации является знаковая КК, а результатом второго уровня формализации является КК, дополненная начальными значениями факторов, значениями весов влияний и некоторыми другими параметрами.*

² *Более подробно проблема рисков для достоверности экспертных оценок значений параметров КК и подход к анализу достоверности таких оценок рассматривается в работе [13].*

По возможностям использования формальных методов для поддержки верификации по предопределенным критериям сегодня можно выделить два основных вида методологической поддержки (рис. 3): общий экспертный метод верификации по частным критериям достоверности и частные экспертно-формальные методы.

Общий экспертный метод [3, 8] состоит в проверке КК по предложенным на сегодня критериям. Множество критериев, которые имеются на сегодня, представлено в работах [3, 8, 12]. Проверка по некоторым критериям достоверности (например, по критерию монотонности причинно-следственных влияния в КК) поддерживается сегодня в программном средстве «Map Constructor».

Для отдельных критериев (сложных для проверки или относящихся к сложным конструкциям КК) могут создаваться частные экспертно-формальные методы. На сегодня разработан экспертно-формальный метод, поддерживающий верификацию по критерию отсутствия дублирующих влияний¹ в ациклических картах и в ациклических фрагментах карт [4], который реализован в программном средстве «Map Constructor» [9]. Как показано на рис. 4 проверка по критерию отсутствия дублирующих влияний в карте может выполняться как в процессе построения КК, так и в уже построенной карте.

¹ Дублирующие влияния – это пара влияний между двумя факторами: прямое (одна связь) и косвенное (цепочка связей длины больше 1), в которой по оценке эксперта прямое влияние выражает то же влияние (тот же механизм влияния) что и косвенное влияние. Если в карте присутствуют дублирующие влияния, то это приводит к тому, что одно и то же влияние при моделировании учитывается дважды.

ного понимания понятия фактора [8]. Все это способствовало повышению достоверности выводов, полученных на основе построенной карты.

2.3. ПОДДЕРЖКА АНАЛИЗА КОГНИТИВНЫХ КАРТ

Для повышения качества управления ситуацией в соответствии с объявленной целью необходимо знать значимые структурные свойства этой ситуации, прежде всего, наличие и знак влияния так называемых «условно независимых» факторов (управляемых или неуправляемых) на целевые факторы. Структурный анализ карты служит решению таких задач. (Он также используется при решении задач структурной верификации.)

Для поддержки анализа когнитивных карт применяются упрощающие эквивалентные преобразования (в рамках структурно-алгебраического подхода к поддержке построения, чтения (понимания) и анализа функциональных когнитивных карт), к которым относится абстрагирование от деталей, а также расщепление конструкций типа «спагетти». Упрощающие преобразования на сегодня применимы для ациклической когнитивной карты или ациклических фрагментов карты.

Расщепление состоит в дублировании узла карты с несколькими выходными связями на повторные узлы с одной выходной связью. С помощью такого типа преобразований можно привести граф ациклической карты (общего вида) к графу древовидной структуры.

Второй тип преобразований применим для древовидных карт, будь то исходное дерево или результат приведения ациклической карты, и заключается в абстрагировании от промежуточных факторов и влияний вплоть до получения свернутой карты (с глубиной причинно-следственных влияний, равной 1), представляющей внешнее поведение карты. Это достигается путем последовательного применения локальных преобразований с заменой на каждом шаге блока из двух зависимых узлов карты, связанных одной прямой связью, на один обобщенный узел. При этом если знак связи, соединяющей зависимые узлы,

был отрицательный «-», то знаки связей в подсоединяемом узле меняются на противоположные знаки в обобщенном узле.

В результате применения указанных преобразований графа когнитивной карты для каждого целевого фактора можно получить свернутую карту с одним выходом, структурно представляющую внешнее поведение исходной карты. На основе анализа упрощенных карт делается оценка направления изменения динамики (в терминах рост/падение) целевых факторов от динамики входных факторов.

Структурный анализ с использованием эквивалентных преобразований графа карты «Астана» показал, что пути от входных факторов до целевых факторов в карте можно рассматривать как композицию 2-х спагетти: (1) блок суммарного влияния (тело цикла) «*Инвестиционная привлекательность города* → *Уровень развития города*» и (2) блок влияния входных факторов на факторы первого блока (тела цикла). Таким образом, зависимости любого целевого фактора от входных факторов можно рассматривать как композицию двух путей. Первый путь от входного фактора до тела цикла, а второй – цикл с влиянием на целевой фактор.

Далее при наличии весов влияний в когнитивной карте (исходя из линейной модели) можно проводить количественный анализ с помощью упрощающих преобразований (сворачивание путей) с учетом количественных значений весов влияний.

Расстановка весов в карте «Астана» опиралось на следующие эвристики:

- модуль суммы весов влияний в узлах карты ≤ 1 ;
- оценка веса отдельного влияния в узле такая, что при заданных весах влияний в узле сумма максимальных влияний факторов-причин на фактор-следствие не может превзойти максимальное значение фактора-следствия;
- равнозначность влияний изменения факторов-причин на максимальное изменение фактора-следствия в узле (равнозначное доленое участие), если нет явного доминирования каких-то факторов-причин влияния в узле.

В результате анализа весов влияний в блоке суммарного влияния «*Инвестиционная привлекательность города* → *Уро-*

вень развития города» (рис. 5) выявлены положительные и отрицательные влияния, из которых все отрицательные влияния (через факторы, характеризующие экологическую обстановку города) оказались не существенными, в силу ослабления влияний слабыми весами (0,1 и 0,2), которые гасят сильные значения факторов. Поэтому все циклы в карте можно считать положительными.

В результате проведенного анализа оказалось, что никакое воздействие на фактор «Цены на ТЭК» не приведет к изменению значения целевого фактора «Уровень развития города». Вывод стал неожиданным для составителей карты и не соответствовал их представлениям о проблемной ситуации, которые они выразили в виде КК.

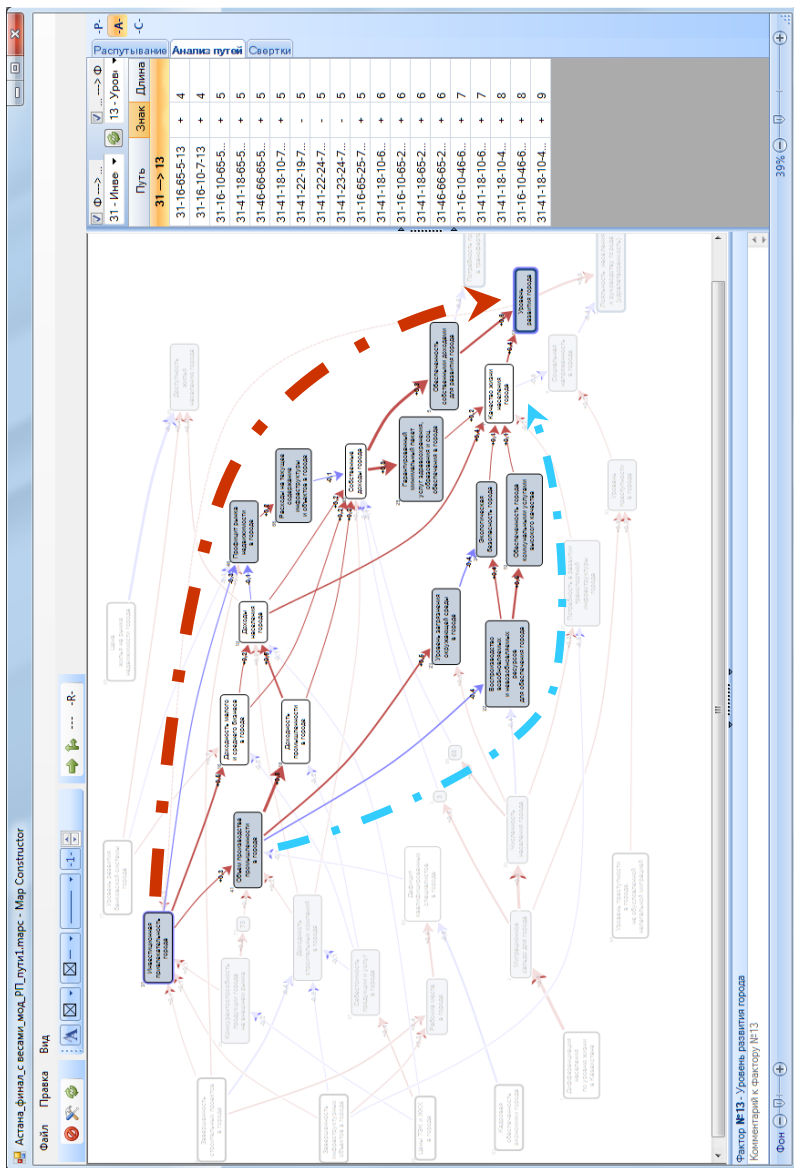


Рис. 5 Блок суммарного влияния (тело цикла) «Инвестиционная привлекательность города → Уровень развития города»

3. Заключение

Технологическое обеспечение на этапах построения, верификации и анализа когнитивной карты подтвердило свою работоспособность. Применение частных критериев в ходе встроенной верификации помогало не только обнаруживать некорректности в строящейся карте, но способствовало обеспечению общего понимания составителями свойств формальной модели (типа когнитивной карты), в терминах которой формализовались их представления. Применение комплекса технологических приемов для поддержки визуализации и верификации карты существенно способствовало выявлению некорректностей при верификации, а также согласованию карты между составителями. Подтвердилась целесообразность проведения независимой верификации, в результате которой выявлен ряд типовых ошибок и некорректностей, упущенных составителями карты.

Выполненный анализ карты показал, что упрощение ситуации с оцениванием весов (неправомерное использование предложенных эвристик), обусловленное недостаточной компетентностью составителей карт в области экспертного оценивания, может привести к выводам, неожиданным для составителей карт и не всегда соответствующим практической ситуации (что еще раз подтверждает значимость проблемы достоверности экспертных оценок параметров КК). В данном случае такие выводы явились следствием ослабления эффекта отдельных влияний при их композиции в цепочки косвенных влияний.

Построение, верификация и анализ карты проводились на программном средстве «Map Constructor», в котором наряду с набором типовых функций по составлению и управлению работой с когнитивной картой реализован ряд

(1) оригинальных функций: по выделению сложных конструкций в карте (узлов и понятийных связей); по идентификации дублирующих влияний в слабо циклических когнитивных картах, как при построении, так и при верификации карт; по выделению всех путей между двумя факторами;

(2) технологических приемов для распутывания карты;

направленных на повышение наглядности в процессе построения, чтения, верификации и анализа карт.

На основе вышесказанного рекомендуется дальнейшая разработка и развитие технологического обеспечения типовых процессов решения задач на основе КК.

Литература

1. АБРАМОВА Н.А. *Об одном подходе к построению языков функциональных спецификаций, ориентированном на корректность*, Автомат. и телемех., 1995, № 2, С. 164–189
2. АБРАМОВА Н.А. *О проблеме рисков из-за человеческого фактора в экспертных методах и информационных техно*логиях // Проблемы управления, 2007, №2. – С. 11–21.
3. АБРАМОВА Н.А. *Экспертная верификация при использовании формальных когнитивных карт. Подходы и практика* // Управление большими системами. Выпуск 30.1 «Сетевые модели в управлении». М.: ИПУ РАН, 2010. С. 371-410.
4. АБРАМОВА Н.А., ПОРЦЕВ Р.Ю. *Метод идентификации дублирующих влияний при построении ациклической когнитивной карты* // Труды IX Межд. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций». CASC'2011. М.: ИПУ РАН, 2011. С. 260-265.
5. АВДЕЕВА З.К., КОВРИГА С.В., МАКАРЕНКО Д.И., МАКСИМОВ В.И. *Когнитивный подход в управлении* // Проблемы управления. 2007. №3. С. 2-8.
6. ДАЛ У., ДЕЙКСТРА Э., ХООР К. *Структурное программирование (Structured Programming)*. – 1е изд. – М.: Мир, 1975. – 247 с.
7. ЗЕНКИН А.А. *Когнитивная компьютерная графика* / Под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука, 1991. 192 с.
8. КОВРИГА С.В., ТЕЛИЦЫНА Т.А. *О методе верификации когнитивных карт, основанном на частных критериях достоверности* / Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ XII, Москва, 2014). М.: ИПУ РАН, 2014. С. 4132-4143.

9. ПОРЦЕВ Р.Ю., ТЕЛИЦЫНА Т.А. *Компьютерная система построения когнитивных карт с защитой от рисков из-за человеческого фактора* // Весенний финал «У.М.Н.И.К.» РАН – 2013. Сб. тезисов. М. ИНБИ РАН, 2013. С. 11-13.
10. ПРАНГИШВИЛИ И.В., АБРАМОВА Н.А. и др. *Поиск подходов к решению проблем*. М.: Синтег, 1999.
11. ABRAMOVA N.A., AVDEEVA Z.K., FEDOTOV A.A. *An approach to systematization of types of formal cognitive maps* // The 18th IFAC World Congress: Proceedings of the 18th IFAC World. – Milan, Italy, 2011. – P. 14246-14252.
12. ABRAMOVA N.A., KOVRIGA S.V. *Criterial Approach to Verification at Cognitive Mapping of Ill-Structured Situation Dynamics* // In proc. the 30th International Conference of the System Dynamics Society. – St. Gallen, Switzerland July 22 – 26, 2012. – P. 1-23.
13. ABRAMOVA N., TELITSYNA T. *An approach to analysis of expert estimation validity in cognitive mapping* // IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control. Russia, 2013. P. 927 – 932.
14. HUANG W., HONG S.H. AND EADES P. *Predicting Graph Reading Performance: A Cognitive Approach* // In: Proc. Asia Pacific Symposium on Information Visualization APVIS '2006. Tokyo, Japan, 2006. P. 207-216.
15. PAPAGEORGIOU E.I. *Review study on fuzzy cognitive maps and their applications during the last decade* // In: Proc. The 2011 IEEE International Conference on Fuzzy Systems. Taipei, Taiwan, June 27-30, 2011. P. 828-835.

TECHNOLOGICAL SUPPORT OF COMPOSING, READING, VERIFICATION AND ANALYSIS OF COGNITIVE MAPS

Abramova Nina, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, Doctor of Science (ninaabramova@mail.ru).

Portcev Ruslan, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow (poruss@mail.ru).

Telitsyna Tatyana, Institute of Control Sciences of RAS, Moscow (tanyaudsu@yandex.ru).

Abstract: Solving problems based on cognitive mapping is considered as a human activity, which is supported by various kinds of technological support. This human activity usually includes the following typical processes - composing, reading, analysis and verification of cognitive maps. Main components of technological support for these processes are considered in the article.

Keywords: cognitive map, technological support, verification.