

КОГНИТИВНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ

З. К. Авдеева, С. В. Коврига, Д. И. Макаренко, В. И. Максимов

Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, г. Москва

Представлен краткий обзор когнитивного подхода в моделировании и управлении. Выделен класс управленческих задач, для решения которых целесообразно применение когнитивного моделирования. Сформулированы основные определения. Представлен метод формирования стратегии решения слабоструктурированных проблем на основе когнитивных моделей применительно к социально-экономическим системам. Обозначены некоторые направления дальнейшего развития когнитивного подхода.

Светлой памяти
Ивери Варламовича Прангишвили посвящается

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия самостоятельной научной дисциплиной стала теория принятия решений, исследующая задачи управления системами различной природы (техническими, биологическими, социально-экономическими). В теории принятия решений активно применяются методы математики, психологии, информатики [1]. Одно из новых направлений современной теории поддержки и принятия решений заключается в когнитивном моделировании при исследовании управления слабоструктурированных систем и ситуаций [2–12 и др.], которое развивается в нескольких научных подразделениях Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН [13–26]. Академик ГАН И. В. Прангишвили, говоря о методах эффективного управления сложными системами, выделил среди оправдавших себя на практике научных методов повышения эффективности управления в организационных, социально-экономических и политических системах *когнитивное моделирование* для решения слабоструктурированных проблем, которые часто встречаются при управлении сложными системами [27, 28].

Основная цель статьи состоит в формировании целостного представления о когнитивном подходе, активно развивающемся сегодня в науке управления и смежных науках (социологии, экономике и др.), дальнейшем уточнении его базовых понятий в науке управления, которое начато в работе [26], и выделении класса управленческих задач, для решения которых целесообразно применение когнитивного моделирования.

1. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ КОГНИТИВНОГО ПОДХОДА

Истоки понятия «когнитивная карта» лежат в психологии. В рамках изучения особенностей познания человеком своего окружения фундаментальное значение приобрело исследование *когнитивных карт*¹ — субъективных представлений о пространственной организации внешнего мира. Когнитивная карта — понятие, относящееся к познавательным процессам, связанным с приобретением, репрезентацией и переработкой информации об окружающей среде, в ходе которых субъект не является пассивным наблюдателем, а активно взаимодействует со средой [30]. Формирование когнитивных карт² у субъекта понимается как процесс, состоящий из серии психологических преобразований, с помощью которых субъект приобретает, хранит, копирует, вспоминает, манипулирует информацией об относительных положениях и атрибутах его пространственного окружения. Этот процесс является существенным компонентом принятия решений при пространственном поведении [30]. Психологические исследования в большей степени ориентированы именно на изучение этих про-

¹ Впервые понятие «когнитивная карта» было введено в 1948 г. психологом Э. Толменом как образ пространственного окружения [29].

² Например, карта-путь как последовательное представление связей между объектами по определенному маршруту или карта-обозрение как одновременное представление пространственного расположения объектов.



цессов и их влияния на формирование тех или иных представлений, позволяющих субъекту действовать и принимать решения в окружающей обстановке.

В политологии и социологии когнитивное моделирование как методика развивалось в 1960—1980-х гг. американским исследователем Р. Аксельродом и его коллегами в США и Скандинавии [2, 3]. В этих науках понятие «когнитивная карта» не связывается с пространственной ориентацией и трактуется как схематичное представление субъектом фрагмента картины мира, относящегося к конкретной проблемной ситуации. «Когнитивная карта — это способ репрезентации мыслительных структур, ориентированный на конкретную проблему и позволяющий моделировать процесс мышления политика при обдумывании им действия, которое способствует идентификации будущих событий» [3]. Построение и анализ когнитивных карт позволили выявить представленную в политических текстах каузальную структуру рассуждений и на основании этого делать выводы о видении автором текста политической ситуации, определять факторы, которые учитывают политики при принятии решений. Аксельрод Р. развивал методику когнитивного моделирования, опираясь на идеи психологии [31], причинного вывода [32], теорию графов и теорию принятия решений [2]. В качестве основных проблем принятия решения им были выделены проблемы объяснения ситуации; проверки гипотез о том, как устроена ситуация; прогнозирования; выбора решения из ряда альтернатив.

На основе исследований Р. Аксельрода и его коллег показано, что в сложных ситуациях субъект склонен упрощать представление о ситуации, не замечать обратные связи и т. п. Как следствие, при принятии решений не учитываются отдаленные последствия, взаимосвязи различных проблем и т. п.

Модели, построенные на когнитивных картах, Р. Аксельрод относил к нормативным моделям в том смысле, что они организуют познавательную деятельность субъекта при выработке решений: как и любая формализация, когнитивная карта и методы ее исследования предписывают субъекту, как он должен принимать решения в сложных ситуациях. Эмпирические исследования ряда авторов позволили показать, что применение методов когнитивного моделирования позволяет повысить эффективность принятия решений в слабоструктурированных проблемах: уточнить представление субъекта о проблеме, найти противоречия, понять других субъектов и др.

В то же время, Р. Аксельрод отмечает недостаток формальных методов построения когнитивных карт, ориентированных на достоверность и интерпретируемость результатов анализа проблемных ситуаций [2].

Методы когнитивного моделирования нашли применение при коллективной выработке и принятии решений (работы Д. Харта, Ф. Робертса и др.) [2]. Английский ученый К. Иден разработал общий подход к построению коллективных карт [4], опираясь на исследования в области психологии принятия решений, в частности, на теорию персональных конструкторов Дж. Келли [33]. К. Иден подчеркивает важность положений Дж. Келли о том, что эффективность взаимодействия в группе лиц, занимающихся принятием решений, существенно зависит от того, насколько каждый участник по-

нимает способы интерпретации ситуаций другими членами группы.

Применение методов когнитивного моделирования в социологии и политологии, как правило, направлено на выявление представлений субъекта, принимающего решения в различных ситуациях; на разрешение субъективных конфликтов, вызванных различиями в представлениях о проблеме, отсутствием взаимопонимания между взаимодействующими субъектами.

Развитие методов когнитивного моделирования в значительной мере обусловлено необходимостью исследования *слабоструктурированных систем (СС) и ситуаций*, которые включают в себя множество элементов различной природы, и зависимости между элементами которых носят как количественный, так и качественный характер. Когнитивный подход к исследованию слабоструктурированных ситуаций был предложен Р. Аксельродом и Ф. Робертсом³ [2, 6] из-за ограниченности применимости точных моделей для построения моделей СС и исследования поведения изучаемой системы, подготовки и принятия управленческих решений по разрешению слабоструктурированных проблем⁴ и ситуаций, возникающих при функционировании и развитии таких систем. При таком подходе в основе построения моделей СС или ситуации лежит *субъективное понимание и представление субъекта управления о параметрах управляемой системы и связях между ними*. Когнитивная карта как образ внутренних представлений субъекта служит «инструментом для формирования и уточнения гипотезы о функционировании исследуемого объекта, рассматриваемого как сложная система. Для того чтобы понять и проанализировать поведение сложной системы, целесообразно построить структурную схему причинно-следственных связей. Когнитивная карта особенно полезна для анализа действия трудно формализуемых факторов, измерение которых часто является очень сложной проблемой... Анализируя свои и чужие когнитивные карты, исследователь может быстро углубить понимание проблемы, улучшить качество и обоснованность принимаемых решений. Кроме того, когнитивная карта является удобным средством для изменения устоявшихся стереотипов, способствует генерации новых точек зрения» [5].

В настоящее время когнитивный подход к исследованию СС активно развивается в России и за рубежом [7—9, 11—26]. Одна из характерных тенденций этого развития состоит в поиске механизмов, объединяющих различные научные направления исследований проблем принятия решений при управлении СС.

2. КЛАСС УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ЗАДАЧ, ДЛЯ РЕШЕНИЯ КОТОРЫХ ЦЕЛЕСОБРАЗНО ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В науке управления в традиционных теоретических методах внимание концентрируется на процессах поиска оптимального решения из фиксированного набора

³ Р. Аксельрод в большей степени занимался развитием методологии, а Ф. Робертс — математического аппарата.

⁴ Понятие «слабоструктурированная проблема» (Ill-structured) было введено Г. Саймоном [34].

альтернативных решений для достижения четко поставленной цели. Вопросы *идентификации проблем, формирования целей* и множества альтернатив их достижения зачастую остаются в стороне. В реальных управленческих ситуациях очень часто возникает задача, которая состоит не только и не столько в том, чтобы сделать выбор между альтернативными решениями, сколько в том, чтобы проанализировать ситуацию для *выявления реальных проблем и причин их появления*. Понимание проблемы — обязательное предварительное условие нахождения приемлемого решения. Для СС характерны проблемы, которые с трудом поддаются вычлениению в исследуемой управленческой ситуации, что ограничивает возможности применения традиционных методов поиска оптимального (или даже удовлетворительного) решения в задачах управления такими системами.

Одна из причин заключается в недостатке информации о состоянии СС в условиях слабо контролируемой и изменяющейся внешней среды. Отсутствие достаточных знаний о системе, относительно которой принимается решение, не является единственной неопределенностью, обусловленной субъективными причинами. Также можно выделить неопределенность целей развития СС и критериев выбора управленческого решения [1, 35]. Как правило, неудовлетворенность текущим состоянием системы осознается субъектом управления, но его представления о причинах и возможных способах изменения ситуации в СС размыты, нечетки и противоречивы. Формализация нечетких представлений — одна из главных задач, которую надо решать при разработке моделей и методов принятия решений в слабоструктурированных ситуациях [1].

Важно также учесть, что субъекту управления очень часто приходится принимать решения в постоянно изменяющихся условиях и при ограниченных временных ресурсах.

Другая трудность связана с тем, что субъекту управления приходится манипулировать качественной информацией в виде гипотез (предположений), интуитивных понятий и смысловых образов. Многочисленные исследования процессов принятия решений подтверждают, что субъекту управления несвойственно мыслить и принимать решения только в количественных характеристиках. Он мыслит, прежде всего, качественно, и для него поиск решения — это поиск, в первую очередь, *замысла решения*, где количественные оценки играют вспомогательную роль [1]. Поэтому структуры знания в мышлении субъекта управления оказываются важнейшими элементами ситуации, неустраняемыми из модели принятия решений.

Особенность исследования СС состоит в том, что процесс подготовки и принятия решений по управлению СС, как правило, представляет собой групповую деятельность. Каждый участник этого процесса понимает проблемную ситуацию, исходя из «своих» внутренних представлений и знаний (картины, модели мира) о ситуации. Картина мира включает в себя набор убеждений, особенностей восприятия, ценностных и практических установок субъекта, которыми он руководствуется в своей деятельности и влияет на процесс разрешения проблемной ситуации.

Таким образом, подготовку и принятие решений в задачах управления СС следует рассматривать как *сложный интеллектуальный процесс разрешения проблем*, не сводимый исключительно к рациональному выбору. Для поддержки этого процесса требуются новые подходы к разработке формальных моделей и методов решения проблем и формирования целей развития СС, особенно на ранних этапах подготовки управленческих решений. В работах О. И. Ларичева и А. Б. Петровского [36, 37] отмечается, что первый этап при применении методов принятия решений — «предварительный анализ проблемы и ее структуризация» — наиболее сложный и трудно формализуемый. На этом этапе к работе привлекаются «опытные консультанты-аналитики», а арсенал применяемых методов, как правило, включает в себя эвристические экспертные методы (мозговой штурм, интервьюирование и т. п.).

Когнитивный подход к моделированию и управлению СС направлен на разработку формальных моделей и методов, поддерживающих интеллектуальный процесс решения проблем благодаря учету в этих моделях и методах когнитивных возможностей (восприятие, представление, познание, понимание, объяснение) субъектов управления при решении управленческих задач.

Имеющийся положительный опыт применения моделей и методов, разработанных на основе когнитивного подхода (см., например, работы [7, 12, 38]), свидетельствует о целесообразности развития последнего при решении задач управления СС.

3. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И МОДЕЛИ В СОВРЕМЕННОМ КОГНИТИВНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Ключевые понятия, сложившиеся и широко используемые в рамках когнитивного подхода и его различных школ, в публикациях зачастую не определяются; при этом нередко возникает неоднозначность понимания вплоть до противоречий как из-за различий понимания в разных школах, так и, в некоторых случаях, в рамках одной школы. Авторами статьи предпринята попытка уточнить некоторые основные понятия когнитивного подхода к решению задач анализа и управления СС. Здесь также кратко рассмотрены основные типы математических моделей, используемых в современном когнитивном подходе к решению задач анализа и управления СС.

Когнитивное моделирование в задачах анализа и управления СС — это исследование функционирования и развития слабоструктурированных систем и ситуаций посредством построения *модели СС* (ситуации) на основе когнитивной карты⁵. В этой модели *когнитивная карта* [7, 8, 13—15, 26] отражает субъективные представления (индивидуальные или коллективные) исследуемой про-

⁵ Важно отметить, что модель включает в себя когнитивную карту как обязательный элемент наряду с возможными другими параметрами. Во многих публикациях, развивающих когнитивный подход к управлению СС, когнитивную карту часто отождествляют с когнитивной моделью. Однако следует помнить, что в психологических исследованиях понятие «когнитивная модель» связывается с ментальной моделью субъекта, порожденной под воздействием его познавательных возможностей.



блемы, ситуации, связанной с функционированием и развитием СС⁶. Основными элементами когнитивной карты являются базисные факторы⁷ (или просто факторы) и причинно-следственные связи между ними [7, 8, 13–15, 26].

Содержательно, *базисные факторы* — это факторы⁸, которые определяют и ограничивают наблюдаемые явления и процессы в СС и окружающей ее среде и интерпретированы субъектом управления как существенные, ключевые параметры, признаки этих явлений и процессов.

При становлении когнитивного подхода принятым было формальное представление когнитивной карты в виде *знакового графа*, т. е. ориентированного графа, вершинам которого сопоставлены факторы, а ребрам — знаки (+ или –). В последнее время все чаще когнитивная карта представляется в виде *взвешенного графа*, в котором вершинам сопоставляются факторы, а ребрам — веса в той или иной шкале. Поэтому можно принять, что формально общей для всех работ когнитивного подхода является когнитивная карта в виде знакового или взвешенного графа над множеством факторов.

Различные интерпретации вершин, ребер и весов на ребрах, а также различные функции, определяющие влияние связей на факторы, приводят к различным модификациям когнитивных карт и средствам их исследования [26]. При этом интерпретации могут различаться как в содержательном плане, так и в математическом. Благодаря наличию множества модификаций когнитивных карт можно говорить о различных типах моделей, основу которых составляют эти карты.

Выбор способа структурирования слабоструктурированных систем и ситуаций в виде множества факторов и причинно-следственных связей между ними не случаен⁹. Он обусловлен тем, что явления и процессы функционирования и развития СС включают в себя различные события, тенденции, определяемые многими факторами, причем каждый в свою очередь влияет на некоторое число других факторов. Образуются сети причинных отношений между ними [5, 8, 39, 41]. В книге известного

немецкого психолога Д. Дернера¹⁰ [39], посвященной исследованию мышления субъекта управления и анализу причин ошибок при разрешении проблемных ситуаций в функционировании и развитии сложных систем, указывается, что «сиюминутная ситуация с ее признаками — это только актуальное состояние системы и ее переменных. Следует не только понимать, что происходит, но и предвидеть, что произойдет или может произойти в будущем, а также предположить, как будет изменяться ситуация в зависимости от конкретных вмешательств. Для этого требуется структурное знание, т. е. знание о том, как системные переменные взаимосвязаны и влияют друг на друга». Д. Дернер отмечает, что в идеальном варианте это знание представляется в форме «математических функций», но в случае невозможности построения последних применимы схемы причинно-следственных отношений, позволяющие реконструировать различного рода предположения (гипотезы), содержащиеся в голове субъекта управления, причем не в виде «каузальных цепей», а в виде «каузальных сетей».

Исследование взаимодействия факторов позволяет оценивать «распространение влияния по когнитивной карте, изменяющее их состояние (значение). Поведение (состояние) системы может быть описано на основе значений системных переменных, что делает возможным использование классических подходов из теории систем, в частности, для моделирования, анализа динамики, управления... Анализ когнитивной карты позволяет выявить структуру проблемы (системы), найти наиболее значимые факторы, влияющие на нее, оценить воздействие факторов (концептов) друг на друга. Если в когнитивной карте выделены целевые и входные концепты, на которые можно воздействовать, то круг решаемых задач включает оценку достижимости целей, разработку сценариев и стратегий управления, поиск управленческих решений» [8].

Задачи анализа ситуаций на основе когнитивных карт можно разделить на два типа: статические и динамические [26]. *Статический анализ*, или анализ влияний — это анализ исследуемой ситуации посредством изучения структуры взаимовлияний когнитивной карты. Анализ влияний выделяет факторы с наиболее сильным влиянием на целевые факторы, т. е. факторы, значения которых требуется изменить. *Динамический анализ* лежит в основе генерации возможных сценариев развития ситуации во времени. Таким образом, возможности решения задач анализа и управления определяются типом используемых моделей — статических или динамических.

Для проведения обоих видов анализа, как правило, применяется математический аппарат двух типов: аппарат линейных динамических систем и аппарат нечеткой математики.

В сравнительно недавних обзорах довольно подробно освещены современные направления когнитивного подхода для моделей, основанных на нечеткой математике [7–9], и статических моделей (при применении различного математического аппарата) [26].

¹⁰ Д. Дернер явно не использует понятие «когнитивная карта», но по существу в своей работе пишет именно о них.

⁶ В рамках формирования когнитивного подхода в науке управления термин «когнитивная карта» понимается в широком смысле, т. е. не связывается с представлениями в контексте пространственной ориентации, как это принято в психологических исследованиях (см. § 1).

⁷ В различных публикациях также используется термины «концепт» [2–4, 7–11], «параметр» [6, 20, 23] или «переменная» [39].

⁸ Фактор (от лат. factor — действующий, производящий) — причина, движущая сила какого-либо процесса, явления, определяющая его характер или отдельные его черты [40].

⁹ Различают пять видов когнитивных карт по типу используемых отношений [8, 10]: 1) оценивающих фокусирование внимания, ассоциации и важность понятий (концептов); 2) показывающих размерность категорий и когнитивных таксономий; 3) представляющих влияние, причинность и системную динамику (каузальные когнитивные карты); 4) отражающих структуру аргументов и заключений; 5) иллюстрирующих фреймы и коды восприятия. Практика применения когнитивных карт показывает, что для исследования СС целесообразно применение карт третьего вида [8].

Вкратце остановимся на современных исследованиях СС и ситуаций, использующих линейные динамические модели, которые представлены работами [13–18, 20–23].

Формально в линейной динамической модели, основу которой составляет когнитивная карта, фактор определяется как переменная, принимающая значения из некоторой числовой шкалы.

Изменение значений факторов во времени задается формулой [6, 8, 14, 16, 20, 21]:

$$x_i(t+1) = x_i(t) + \sum_{j \in I_i} a_{ij}(x_j(t) - x_j(t-1)), \quad i = 1, \dots, N,$$

где $x_i(t+1)$ и $x_i(t)$ — значения i -го фактора в моменты времени $t+1$ и t соответственно; $x_j(t) - x_j(t-1) = \Delta x_j(t)$ — приращение фактора x_j в момент времени t , характеризующее темп изменения (тенденцию) фактора x_j ; a_{ij} — вес влияния фактора x_j на фактор x_i ; I_i — множество номеров факторов, непосредственно влияющих на фактор x_i .

В работах научного коллектива В. В. Кульбы [20, 21] предложен подход к анализу устойчивости СС, основанный на методологии знаковых и функциональных графов и импульсных процессов на них. Центральным вопросом в исследованиях становится устойчивость систем и поиск стратегий управления на основе модификации структуры с целью стабилизации моделируемых процессов. В рамках созданного подхода исследуется явление резонанса, возникающего в результате взаимодействия циклов. Ставится и решается задача аппроксимации произвольного орграфа орграфом специальной структуры — розой. Разработана методология формирования сценариев развития СС, которая позволяет исследовать их поведение при различных управляющих воздействиях [22, 23]. Исследование динамики процессов СС основано на допущении возможности модификации структуры модели. Изменение структуры модели, например, установление или удаление взаимосвязей между факторами, сопряжено с учетом ограничений, учитывающих возможность предметной интерпретации полученных решений.

Опыт применения моделей, построенных на когнитивных картах, для решения слабоструктурированных проблем показал, что в ряде случаев модификация структуры сложно интерпретируется в терминах предметной области. Работы В. И. Максимова и его коллег в большей степени ориентированы на анализ устойчивых процессов в модели, поскольку наличие устойчивости лучше поддается корректной предметной интерпретации исследуемых явлений [13, 14]. В качестве входных параметров моделирования задаются начальные темпы изменения факторов (начальные тенденции), характеризующие предысторию изменения исследуемой ситуации. Собственно значения факторов не фиксируются, т. е. моделируется динамика изменения ситуации на основе приращений факторов.

Особое внимание в исследованиях научного коллектива В. И. Максимова уделяется поиску и разработке методов структуризации первичных представлений субъекта управления, направленных на построение когнитивных карт, и повышению технологичности, научно-методической и инструментальной поддержки решения практических задач управления. Разработаны метод

структурно-целевого анализа развития СС; подход к исследованию конфликтных ситуаций, порождаемых противоречиями в интересах субъектов, которые оказывают влияние на развитие исследуемой системы; подход и методы решения слабоструктурированных проблем и формирования сценариев развития СС [16, 17, 19] (см. третью страницу обложки). При этом *проблема* определяется как несоответствие существующего состояния СС или его динамики желательному состоянию, которое задано субъектом управления. Комплексное применение перечисленных методов позволяет проводить статический и динамический анализ при исследовании СС.

4. МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Типичным классом СС, для решения проблем развития которых целесообразно применение когнитивного моделирования, являются социально-экономические системы (СЭС).

В общем виде *управление развитием* СЭС можно представлять как построение стратегии развития системы, определяющей основные цели, общие направления их достижения и ее реализацию.

Один из ключевых этапов построения стратегии управления СЭС состоит в выявлении проблем развития системы, оказывающих негативное влияние на достижение стратегических целей управления.

Далее представлена общая схема метода формирования стратегии решения слабоструктурированных проблем на базе линейных динамических моделей, основу которых составляет когнитивная карта, применительно к СЭС.

Задача управления состоит в переводе СЭС в одно из состояний, соответствующих *целевому образу* системы. В предлагаемом подходе допускается определение состояния системы как в значениях факторов модели, так и в темпах изменения факторов.

В описываемом в статье варианте состояние СЭС определяется темпами изменения факторов модели, и, соответственно, исследуется динамика изменения моделируемой ситуации на основе тенденций факторов.

Целевой образ СЭС определяет желательные направления изменения состояния системы с позиции субъекта управления и формально представляется как

$$C = (X^C, R(X^C)), \quad (1)$$

где X^C — подмножество целевых факторов, $X^C \subseteq X$ (X — множество факторов модели); $R(X^C)$ — вектор оценок динамики факторов, определяющий желательные направления изменения целевых факторов:

$$R(x_i^C) = \begin{cases} +1, & \text{если желательно ускорение темпов} \\ & \text{изменения фактора } x_i^C, \\ -1, & \text{если желательно замедление темпов} \\ & \text{изменения фактора } x_i^C. \end{cases}$$

Стратегия решения проблем развития СЭС состоит из w стратегических шагов, которые задают последовательность изменений состояний системы

$$S^0 \rightarrow S^1 \rightarrow S^2 \rightarrow \dots \rightarrow S^m \rightarrow S^C,$$



где S^0 — исходное состояние, S^C — целевое состояние, соответствующее целевому образу (1), $S^i \rightarrow S^{i+1}$ — *стратегический шаг*, на котором выявляется проблема и на основе ее анализа на множестве факторов X модели выделяется подмножество локальных целей (целевых факторов) и подмножество управлений (управляющих факторов), изменение которых приводит к желательному изменению целевых факторов.

Каждый стратегический шаг $S^i \rightarrow S^{i+1}$ включает в себя:

— выявление проблемы на базе моделирования саморазвития [14, 16] начального состояния i -го шага, в результате которого проблема уточняется в виде подмножества факторов P^i , изменение которых не соответствует целевому образу;

— диагностирование проблемы путем построения «подграфа причин» и структурно-целевого анализа [16, 17, 42] в целях выделения из факторов P^i подмножества локальных непротиворечивых целевых факторов Y^i и поиска вариантов управлений (подмножеств управляющих факторов) U_j^i , способствующих изменению факторов Y^i в желательном направлении. Непротиворечивость целевых факторов означает, что желательное изменение любого целевого фактора из Y^i не приводит к нежелательному изменению остальных факторов из Y^i ;

— моделирование управляемого развития системы, на основании которого формируются различные сценарии управляемого развития для разрешения проблемы с применением найденных вариантов управлений U_j^i и проводится сравнительная оценка сценариев с целью выбора оптимального для данного стратегического шага [14, 16, 18, 19, 42];

— переопределение начального состояния для очередного стратегического шага путем преобразования $L(S^{i*})$ значений факторов результирующего состояния S^{i*} системы на текущем шаге [42] с учетом результатов мониторинга (контроля) изменений значений факторов и их взаимовлияний, которые обусловлены изменениями во внешней среде [19, 42].

На следующем шаге цикл повторяется, так как при новых исходных условиях могут возникнуть новые проблемы, мешающие желательному развитию СЭС.

Процесс построения стратегии заканчивается при достижении удовлетворительного результата, который состоит в том, что в условиях заданных ограничений (неизменность структуры модели, ограничения на ресурс управления и т. п.) удается достичь максимального приближения к желательному состоянию системы, соответствующему целевому образу [42]. Это означает, что, начиная с некоторого стратегического шага, оценка целенаправленного развития системы, заданная в виде функционала степени достижения целей, не изменяется.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыт применения различных моделей и методов на базе когнитивного подхода (в России и за рубежом), повышающийся интерес управленцев-практиков к разра-

боткам в данном направлении показывают целесообразность развития данного подхода в управлении. Отметим наличие некоторых нерешенных (или отчасти решенных) проблем. Выделим некоторые направления исследований, которыми авторы статьи предполагают заниматься в рамках дальнейшего развития когнитивного подхода в моделировании и управлении.

● *Разработка теоретических основ, методов и технологической построения моделей на базе когнитивного подхода при исследовании слабоструктурированных систем и ситуаций.* В этом направлении планируется сформировать основные принципы и систему критериев, ориентированные на повышение достоверности формализации первичных знаний (представлений) [43—46]. Разрабатывается общая концептуальная схема управления процессом построения модели слабоструктурированной системы (ситуации).

Разрабатывается подход к формализации первичных представлений о слабоструктурированной проблеме в виде коллективной когнитивной карты в целях обобщения и согласования разных представлений у носителей проблемы, компетентных в различных предметных областях знаний. Решение этой задачи опирается на разработанные методы концептуальной структуризации [42] и критерии и частные технологии формирования и согласования коллективных понятий [47].

Планируется цикл работ по интеграции когнитивного подхода и методов теории активных систем, поскольку в обоих научных направлениях большое значение отводится исследованию сложных систем, в которых одними из основных элементов являются активные субъекты, существенно влияющие на эффективность управления системой.

● *Развитие инструментальных средств поддержки интеллектуальной деятельности человека при управлении развитием слабоструктурированных систем и ситуаций.*

В настоящее время разработан программно-аналитический комплекс, в котором реализованы функции построения моделей на основе когнитивных карт, структурно-целевого анализа, сценарного моделирования и сравнительной оценки сценариев [18].

Модульная архитектура разработанного комплекса позволяет наращивать его другими инструментальными средствами решения различных задач управления, а также взаимодействовать с современными информационно-аналитическими системами (например, системами сбора и анализа информации, ERP-системами).

ЛИТЕРАТУРА

1. Диев В. С. Нечеткость в принятии решений // *Философия науки.* — 1998. — № 1 (4). — С. 45—52.
2. *Structure of Decision. The Cognitive Maps of Political Elites /* Ed. by R. Axelrod. — Princeton: Princeton University Press, 1976. — 405 p.
3. Херадтвейт Д., Нарвесен У. Психологические ограничения на принятие решения // *Язык и моделирование социального взаимодействия.* — Благовещенск: БГК им. И. А. Бодуэна де Куртенэ, 1998. — С. 381—487.
4. Eden C. Cognitive mapping // *Eur. J. of Operational Res.* — 1988. — Vol. 36, N 1. — P. 1—13.
5. Плотинский Ю. М. Модели социальных процессов. — М.: Логос, 2001. — 296 с.

6. Робертс Ф. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. — М.: Наука, 1986.
7. Компьютерная поддержка сложных организационно-технических систем / В. В. Борисов, И. А. Бычков, А. В. Деметьев и др. — М.: Горячая линия — Телеком, 2002. — 154 с.
8. Федулов А. С. Нечеткие реляционные когнитивные карты // Теория и системы управления. — 2005. — № 1. — С. 120—132.
9. Силов В. Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. — М.: ИНПРО—РЕС, 1995. — 228 с.
10. Huff A. S. Mapping strategic thought. — Chichester: Wiley, 1990. — P. 11—49.
11. Kosko B. Fuzzy cognitive maps // Intern. Journal of Man-Machine Studies. — 1986. — Vol. 1. — P. 65—75.
12. Горелова Г. В., Джаримов Н. Х. Региональная система образования, методология комплексных исследований. — Майкоп, 2002. — 360 с.
13. Корноушенко Е. К., Максимов В. И. Управление процессами в слабоформализованных средах при стабилизации графовых моделей среды // Тр. И-та проблем управления РАН. — М., 1999. — Т. 2. — С. 82—94.
14. Максимов В. И., Корноушенко Е. К. Аналитические основы применения когнитивного подхода при решении слабоструктурированных задач // Там же. — С. 95—109.
15. Максимов В. И. Когнитивные технологии — от незнания к пониманию // Тр. 1-й междунар. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» (CASC'2001) / ИПУ РАН. — М., 2001. — Т. 1. — С. 4—41.
16. Максимов В. И. Структурно-целевой анализ развития социально-экономических ситуаций // Проблемы управления. — 2005. — № 3. — С. 30—38.
17. Коврига С. В., Максимов В. И. Применение структурно-целевого анализа развития социально-экономических ситуаций // Там же. — С. 39—43.
18. Авдеева З. К., Макаренко Д. И., Максимов В. И. Когнитивные технологии поддержки принятия решений при стратегическом управлении ситуациями // Информационные технологии. — 2006. (В печати).
19. Коврига С. В. Методические и аналитические основы когнитивного подхода к SWOT-анализу // Проблемы управления. — 2005. — № 5. — С. 58—63.
20. Кульба В. В., Миронов П. Б., Назаретов В. М. Анализ устойчивости социально-экономических систем с использованием знаковых оргграфов // Автоматика и телемеханика. — 1993. — № 7. — С. 130—137.
21. Модели, методы и автоматизация управления в условиях чрезвычайных ситуаций / С. А. Косяченко, Н. А. Кузнецов, В. В. Кульба, А. Б. Шелков // Там же. — 1998. — № 6. — С. 3—66.
22. Сценарии управления государством (на примере Союза Сербии и Черногории) / В. В. Кульба, Д. А. Кононов, И. В. Чернов, С. С. Янич // Проблемы управления. — 2005. — № 5. — С. 33—41.
23. Методы формирования сценариев развития социально-экономических систем / В. В. Кульба, Д. А. Кононов, С. А. Косяченко, А. Н. Шубин. — М.: СИНТЕГ, 2004. — 296 с.
24. Кулинич А. А. Когнитивная система поддержки принятия решений «Канва» // Программные продукты и системы. — 2002. — № 3.
25. Кулинич А. А., Титова Н. В. Интеграция нечетких моделей динамики и оценивания ситуаций // Тр. 5-й междунар. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» (CASC'2005) / ИПУ РАН. — М., 2005. — С. 107—126.
26. Кузнецов О. П., Кулинич А. А., Марковский А. В. Анализ влияний при управлении слабоструктурированными ситуациями на основе когнитивных карт / В кн.: Человеческий фактор в управлении / Под ред. Н. А. Абрамовой, К. С. Гинсберга, Д. А. Новикова. — М.: КомКнига, 2006. — С. 313—344.
27. Прангишвили И. В. Системный подход и общесистемные закономерности. — М.: СИНТЕГ, 2000. — 528 с.
28. Прангишвили И. В. О методах эффективного управления сложными системами // Тр. 5-й междунар. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» (CASC'2005) / ИПУ РАН. — М., 2005. — С. 7—15.
29. Tolman E. C. Cognitive maps in rats and men // Psychological Review 55. — 1948. — P. 189—208.
30. Зинченко Т. Память в экспериментальной и когнитивной психологии / Сер. «Мастера психологии». — СПб.: Питер, 2001. — 320 с.
31. Abelson R. P., Rosenberg M. J. Symbolic psycho-logic: A model of attitudinal cognition // Behavioral Science. — 1958. — № 3. — P. 1—13.
32. Shapiro M. J., Bonham G. M. Cognitive processes and foreign policy decision-making // International Studies Quarterly. — 1973. — № 17. — P. 147—174.
33. Kelly G. A. The Psychology of Personal Constructs. Vol. 1: A Theory of Personality. — N.-Y.: Norton, 1955.
34. Simon H. The Structure of Ill-structured Problems // Artificial Intelligence. — 1973. — Vol. 4. — P. 181—202.
35. Трахтенгерц Э. А. Субъективность в компьютерной поддержке решений. — М.: СИНТЕГ, 2001. — 256 с.
36. Ларичев О. И. Принятие решения как научное направление / В кн.: Системные исследования (ежегодник). — М.: Наука, 1983. — С. 227—244.
37. Ларичев О. И., Петровский А. Б. Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития // Итоги науки и техники. — М., 1987. — Т. 21. — С. 131—164.
38. Коврига С. В., Максимов В. И. Построение модели развития железнодорожного транспорта при взаимодействии с субъектами РФ в ходе реформирования // Тр. 1-й междунар. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» (CASC'2001) / ИПУ РАН. — М.: 2001. — Т. 1. — С. 42—103.
39. Дёрнер Д. Логика неудачи. Стратегическое мышление в сложных ситуациях. — М.: Смысл, 1997. — 243 с.
40. Большая советская энциклопедия <<http://slovari.yandex.ru/>>.
41. Хейс Д. Причинный анализ в статистических исследованиях. — М.: Финансы и статистика, 1980. — 255 с.
42. Авдеева З. К. Методы формирования стратегий решения слабоструктурированных проблем на основе когнитивных моделей: Автореф... дисс. канд. техн. наук. — Воронеж: ВГТУ, 2006. — 23 с.
43. Абрамова Н. А., Коврига С. В., Новиков Ф. В. О достоверности формализованных знаний и некоторых критериях ее оценки // Тез. докл. 3-й Междунар. конф. по проблемам управления / ИПУ РАН. — М.: 2006. — Т. 2. — С. 157.
44. Абрамова Н. А., Коврига С. В. О некоторых аспектах формирования и согласования понятий и их влияния на качество интеллектуальной деятельности // Тез. докл. 2-й Междунар. конф. по когнитивной науке / СПГУ. — СПб.: 2006. — Т. 2. — С. 607.
45. Абрамова Н. А., Коврига С. В. О рисках, связанных с ошибками экспертов и аналитиков // Тр. 4-й междунар. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» (CASC'2004) / ИПУ РАН. — М., 2004. — Т. 2. — С. 12—23.
46. Абрамова Н. А., Вассунов И. В. О влиянии формализации на адекватность когнитивной модели управленческой ситуации // Тр. 5-й междунар. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций» (CASC'2005) / ИПУ РАН. — М.: 2005. — С. 47—51.
47. Поиск подходов к решению проблем / И. В. Прангишвили, Н. А. Абрамова, В. Ф. Спиридонов и др. — М.: СИНТЕГ, 1999. — 192 с.

☎ (495) 334-78-00, e-mail: tax@ipu.ru

Статья представлена к публикации членом редколлегии Д. А. Новиковым. □