

УДК 338.24.01

Р.Г.Болбаков

# Основы когнитивного управления

Статья раскрывает принципы и методы когнитивного управления. Раскрыто содержание когнитивного анализа. Статья раскрывает понятие и принципы создания когнитивной системы. Когнитивная система рассматривается как система поддержки принятия решений. В качестве основной когнитивной модели рассматривается когнитивная карта. Описаны принципы построения когнитивной карты и методы ее применения.

Ключевые слова: экономика, управление, когнитивные методы, когнитивный анализ, когнитивные системы, когнитивные модели, когнитивное управление

R.G.Bolbakov

## Based on cognitive management

The article reveals the principles and methods of cognitive control. Article describes the content of cognitive analysis. The article reveals the concept and principles of the cognitive system. Cognitive system is regarded as a decision support system. As a basic cognitive model is considered a cognitive map. This article describes the principles of cognitive maps and methods of application.

Keywords: economics, management, cognitive techniques, cognitive analysis, cognitive systems, cognitive models, cognitive control

### *Введение*

Ряд авторов определяют структуру информационного пространства управления как иерархию упорядоченных информационных подпространств. Об этом говорит Дж. Кальоти [1]: «...поток упорядоченных сигналов, воспринимаемых органами чувств, преобразуется в упорядоченные состояния нашего мозга – зрительные и слуховые образы». Эти упорядоченные подпространства можно обозначить стратифицированными уровнями. На низшем уровне управления оценкой служит количественная и знаковая информация. На следующем уровне управления оценкой служит параметрическая или непараметрическая энтропийная оценка. Она дает возможность получать количество информации с использованием понятия энтропии. На самом высоком уровне управления главным инструментом является ассоциативное образное, вербальное мышление, а объектами анализа могут быть некие образы, фантомы. На этом уровне начинается формализация знаний, принятие решений на основе образных знаний, и когнитивное управление. Отсюда следует, что областью изучения или объектом науки когнитологии можно считать иерархически организованное пространство знаний, состоящее из упорядоченных подпространств [2], причем эти знания ориентированы, что и позволяет сравнительно быстро использовать их в управлении.

### *Основная часть*

В настоящее время получение достоверной информации и ее оперативный анализ

являются основой успешного управления. Это особенно актуально, если объект управления и его внешняя среда представляют собой комплекс сложных процессов и факторов, существенно влияющих друг на друга [3]. В настоящее время важно использование мягкого резонансного управления сложными социально-экономическими системами, сущность которого состоит в способах самоуправления и самоконтроля систем. Слабые, так называемые резонансные явления, чрезвычайно эффективны для «раскрутки» или самоуправления, так как они соответствуют внутренним тенденциям развития сложных систем. Основная проблема заключается в том, как малым резонансным воздействием подтолкнуть систему на один из собственных и благоприятных для системы путей развития, как обеспечить самоуправление и самоподдерживаемое развитие. Одно из наиболее продуктивных решений проблем, возникающих в области управления и организации, состоит в применении когнитивного управления. Основой когнитивного управления является когнитивный анализ, когнитивные модели когнитивное моделирование, когнитивная система.

### *Когнитивный анализ*

Первоначально когнитивный анализ сформировался в рамках социальной психологии, а именно – когнитивизма, занимающегося изучением процессов восприятия и познания. Применения разработок социальной психологии в теории управления привело к формированию особой отрасли знаний – когнито-

логии, концентрирующей на исследовании проблем управления и принятия решений. Сейчас методология когнитивного моделирования развивается в направлении совершенствования аппарата анализа и моделирования ситуаций. Теоретические достижения когнитивного анализа стали основой для создания компьютерных систем, ориентированных на решение прикладных задач в сфере управления

Примером когнитивного анализа являются PEST и SWOT анализы. Их применяют в стратегическом менеджменте [3]. Например, PEST-анализ (Policy – политика, Economy – экономика, Society – общество, социум, Technology – технология), при помощи которого чаще всего определяется состояние ресурса или «сфера жизненных интересов» по перечисленным подсистемам; SWOT-анализ (Strengths – плюсы, т. е. то, за счет чего может существовать исследуемая система; Weakness – минусы, слабые стороны; Opportunities – возможности системы; Threats – опасности и угрозы существованию системы). Подобные методологии стратегического анализа используются в настоящее время в комиссиях ООН, например, при выборе показателей (индикаторов) для оценки устойчивого развития территорий, государств, городов. Используя знания об объекте, группы экспертов проводят анализ ситуации на территории, выбирают ориентированные показатели и соответствующие инициативы по предотвращению неблагоприятного развития того или иного сценария. Модели исследуемого объекта чаще всего предлагают экспертам заранее. Они (модели) представляют собой некий «каркас» и являются слабоструктурированными – понятными, т. е. когнитивными

Когнитивный анализ И. В. Прангишвили [5] определяет как «последовательную причинно-следственную структуризацию информации о происходящих в исследуемых областях процессах...». Такие процессы описываются множеством факторов, которые взаимосвязаны причинно-следственными цепочками «если ..., то ...». Причинно-следственная цепочка «если ..., то ...» в теории автоматов или алгебре логики называется секвенцией и использовалась в практике формализации задания для автомата.

Чаще всего проблему представляют задачи, имеющие качественный характер, т. е. когнитивные. В таких случаях в первую очередь необходима когнитивная структуризация (cognitive mapping) или, другими словами, уточнение «гипотезы о функционировании исследуемого объекта». Достигается это вышеупомянутыми цепочками «если ..., то ...».

Когнитивный анализ иногда именуется исследователями «когнитивной структуризацией».

Когнитивный анализ рассматривается как один из наиболее мощных инструментов исследования нестабильной и слабоструктурированной среды. Он способствует лучшему пониманию существующих в среде проблем, выявлению противоречий и качественному анализу протекающих процессов. Суть когнитивного (познавательного) моделирования – ключевого момента когнитивного анализа – состоит в том, чтобы сложнейшие проблемы и тенденции развития системы отразить в упрощенном виде в модели, исследовать возможные сценарии возникновения кризисных ситуаций, найти пути и условия их разрешения в модельной ситуации

Когнитивный анализ состоит из нескольких этапов, на каждом из которых реализуется определенная задача. Последовательное решение этих задач приводит к достижению главной цели когнитивного анализа

### **Когнитивное моделирование**

Когнитивное моделирование предназначено для структуризации, анализа и принятия управленческих решений в сложных и неопределенных ситуациях (геополитических, внутривластных, военных и т.п.), при отсутствии количественной или статистической информации о происходящих процессах в таких ситуациях.

Когнитивное моделирование способствует лучшему пониманию проблемной ситуации, выявлению противоречий и качественному анализу системы. Цель моделирования состоит в формировании и уточнении гипотезы о функционировании исследуемого объекта, рассматриваемого как сложная система, которая состоит из отдельных, но все же связанных между собой элементов и подсистем. Для того чтобы понять и проанализировать поведение сложной системы, строят структурную схему причинно-следственных связей элементов системы. Анализ этих связей необходим для реализации различных управлений процессами в системе.

Когнитивное моделирование позволяет в экспресс режиме, в короткие сроки на качественном уровне:

- оценить ситуацию и провести анализ взаимовлияния действующих факторов, определяющих возможные сценарии развития ситуации;
- выявить тенденции развития ситуаций и реальные намерения их участников;
- разработать стратегию использования тенденций развития политической ситуации в национальных интересах России;
- определить возможные механизмы взаимодействия участников ситуации для достижения ее целенаправленного развития в интересах России;

- выработать и обосновать направления управления ситуацией в интересах России;

- определить возможные варианты развития ситуации с учетом последствий принятия важнейших решений и сравнить их.

Применение технологии когнитивного моделирования позволяет действовать на опережение и не доводить потенциально опасные ситуации до угрожающих и конфликтных, а в случае их возникновения - принимать рациональные решения в интересах субъектов России.

Для задач, связанных с организационными системами, проблема неопределенности в описании и моделировании функций участников является не методологической, а внутренне присущей самому предмету исследований. Возможны различные постановки задачи об управлении ситуацией в зависимости от полноты доступной участникам информации о ситуации и об остальных участниках, в частности для поиска резонансного и синергетического эффектов, когда улучшение ситуации при одновременном воздействии на нее нескольких участников больше «объединения» положительных эффектов от каждого из участников по отдельности.

### **Когнитивная система**

Когнитивную систему часто связывают с системами поддержки принятия решения (СППР) [6] или системой поддержки руководства (ESS – Executive Support System) [7]. Когнитивная система [8] – это структурированная, логически описанная или формализованная модель «мягкой» (слабоструктурированной) системы, предложенной для когнитивного анализа.

Построение когнитивной системы включает анализ режимов ее работы, анализ внешней среды, где она функционирует. Выделяют внешние и внутренние параметры когнитивной системы. Внешние параметры характеризуют свойства внешней среды. Их обозначают их вектором  $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Внутренние параметры характеризуют свойства отдельных элементов системы, их обозначают их вектором  $Z=(z_1, z_2, \dots, z_r)$ . Совокупность внешних и внутренних параметров образует входные параметры. Величины, характеризующие свойства когнитивной системы называют выходными параметрами. Их обозначают вектором  $Y=(y_1, y_2, \dots, y_t)$ . Совокупности, выражающие зависимость между входными и выходными параметрами считают математическим описанием когнитивной системы:

$$Y=F(X, Z), \quad (1)$$

Выражение (1) представляет собой нечеткое отношение между двумя множествами параметров  $A=(X, Z)$  и  $Y$ .

Основным методом при построении когнитивной системы часто считают метод модифицированной иерархии. Каждому уровню иерархии соответствуют свои модели. Приведем алгоритм комплексного иерархического подхода к построению когнитивной системы:

1. Определяется количество уровней иерархии в когнитивной системе.

2. Определяются основные критерии каждого уровня.

3. Устанавливаются начальные состояния компонентов когнитивной системы и входные значения параметров, определяющих инициализацию событий, устанавливается начальное значение времени моделирования  $t=t_0$ .

4. Строятся структурные, эвристические, имитационные и эволюционные модели.

5. Задается шкала нечетких условий и выбирается путь моделирования.

6. Проверяется логика выполнимости всех событий на всех уровнях иерархии в когнитивной системе.

7. Строится список  $L_c$  событий, для которых выполнены условия инициализации.

8. Если список  $L_c$  пуст, то переход к пункту 9.

9. В противном случае управление передается на выполнение процедуры обслуживания первого события из  $L_c$ . Производится модификация времени совершения данного события в будущем и оно исключается из списка. Переход к пункту 6.

9. В списке запланированных событий находится событие с минимальным временем инициализации и корректируется время, которое полагается равным этому моменту времени.

10. Определяется комплексный критерий всей когнитивной системы.

11. Проверяется условие окончания комплексного моделирования. Если оно не выполняется, то переход к пункту 6.

### **Когнитивная модель**

Интересно понятие когнитивной модели [9, 10]. Одной из распространенных когнитивных моделей является когнитивная карта. Она применяется при когнитивном моделировании сложных ситуаций.

Когнитивная карта (карта познания) – это вид математической модели, представленной в виде графа и позволяющей описывать субъективное восприятие человеком или группой людей какого-либо сложного объекта, проблемы или функционирования системы [11]. Она предназначена для выявления структуры причинных связей между элементами системы, сложного объекта, составляющими проблемы

и т. п. и оценки последствий, происходящих под влиянием воздействия на эти элементы или изменения характера связей.

Секвенциальное описание позволяет достаточно полно преобразовать задание на языке человека в машинную форму. Взаимовлияние факторов отображается с помощью когнитивных карт, которые по сути являются «моделью исследуемой системы в виде взвешенного графа», обычно эту карту заполняет «аналитик-когнитолог».

В когнитивную модель [12] входят когнитивная карта (ориентированный граф) и веса дуг графа (оценка взаимовлияния или влияния факторов). При определении весов дуг ориентированный граф превращается в функциональный.

В рамках когнитивного подхода довольно часто термины «когнитивная карта» и «ориентированный граф» употребляются как равнозначные; хотя, строго говоря, понятие ориентированный граф шире, а термин «когнитивная карта» указывает лишь на одно из применений ориентированного графа. Когнитивная карта состоит из факторов (элементов системы) и связей между ними.

Для того чтобы понять и проанализировать поведение сложной системы, строят структурную схему причинно-следственных связей элементов системы (факторов ситуации). Два элемента системы А и В, изображаются на схеме в виде отдельных точек (вершин), соединённых ориентированной дугой, если элемент А связан с элементом В причинно-следственной связью:  $A \rightarrow B$ , где: А - причина, В - следствие.

Факторы могут влиять друг на друга, причем такое влияние, как уже указывалось, может быть положительным, когда увеличение (уменьшение) одного фактора приводит к увеличению (уменьшению) другого фактора, и отрицательным, когда увеличение (уменьшение) одного фактора приводит к уменьшению (увеличению) другого фактора. Причём, влияние может иметь и переменный знак в зависимости от возможных дополнительных условий.

Когнитивная карта отображает лишь факт наличия влияний факторов друг на друга. В ней не отражается ни детальный характер этих влияний, ни динамика изменения влияний в зависимости от изменения ситуации, ни временные изменения самих факторов. Учет всех этих обстоятельств требует перехода на следующий уровень структуризации информации, то есть к когнитивной модели информационной ситуации.

На этом уровне каждая связь между факторами когнитивной карты раскрывается соответствующими зависимостями, каждая из которых может содержать как количественные (измеряемые) переменные, так и

качественные (не измеряемые) переменные. При этом количественные переменные представляются естественным образом в виде их численных значений. Каждой же качественной переменной ставится в соответствие совокупность лингвистических переменных, отображающих различные состояния этой качественной переменной (например, покупательский спрос может быть «слабым», «умеренным», «ажитоажным» и т.п.), а каждой лингвистической переменной соответствует определенный числовой эквивалент в шкале [0,1]. По мере накопления знаний о процессах, происходящих в исследуемой ситуации, становится возможным более детально раскрывать характер связей между факторами.

Существуют следующие проблемы построения когнитивной модели: трудности вызывает выявление факторов; выделение существенных и второстепенных факторов; ранжирование факторов; выявление степени взаимовлияния факторов.

Последняя проблема часто решается применением коррелятивного анализа [13]. Выделение существенных и второстепенных факторов может решаться на основе теории предпочтений [14]. Выявление факторов осуществляется на основе латентного анализа. Выделение существенных факторов возможно на основе импакт-анализа [15].

Использование когнитивных моделей качественно повышает обоснованность принятия управленческих решений в сложной и быстроизменяющейся обстановке, избавляет эксперта от «интуитивного блуждания», экономит время на осмысление и интерпретацию происходящих в системе событий

### Заключение

Сущность когнитивного управления заключается в том, что бы помочь эксперту разработать наиболее эффективную стратегию управления, основываясь на своем опыте и, главное, на упорядоченном и верифицированном знании об объекте управления. Сфера применения когнитивного управления постоянно расширяется. В первую очередь это принятие решений в области развития государств, территорий, сообществ; моделирование информационных войн и конфликтов. В конечном счете это задачи информационной устойчивости систем, государств, сообществ; семей, как среднестатистического элемента этих сообществ, и моделирование поведения человека как сложноорганизованной биосистемы. На наш взгляд перспективным направлением является развитие энтропийного подхода [16] для оценки и структурирования информации, применяемой при когнитивном управлении.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кальоти Дж. От восприятия к мысли. О динамике неоднозначного и нарушениях симметрии в науке и искусстве. М.: Мир, 1988. 221с.
2. Земан И. Познание и информация. М.: Прогресс, 1966. 254 с.
3. Tsvetkov V. Ya., Lobanov A. A. Big Data as Information Barrier // European Researcher, 2014, Vol.(78), № 7-1, p. 1237-1242
4. Томпсон А. А., Стрикленд А. Дж. Стратегический менеджмент. Искусство разработки и реализации стратегии: Учебник для вузов / Пер. с англ. Под. ред. Л. Г. Зайцева, М. И. Соколовой. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. 576 с.
5. Прангишвили И. Об эффективности управления сложными социально-экономическими системами // Общество и экономика. 2005. №9. С. 125-134.
6. Тихонов А.Н., Цветков В.Я. Методы и системы поддержки принятия решений. М.: МаксПресс 2001. 312 с.
7. Hung S. Y. Expert versus novice use of the executive support systems: an empirical study // Information & Management. 2003. Т. 40. №. 3. С. 177-189.
8. Кулинич А.А. Когнитивная система поддержки принятия решений «Канва» // Программные продукты и системы. 2002. №. 3. С. 25-28.
9. Tsvetkov V.Ya. Cognitive information models. // Life Science Journal. 2014; 11(4). pp. 468-471.
10. Цветков В.Я. Когнитивные аспекты построения виртуальных образовательных моделей // Интеграция образования. 2014. № 3 (76). С. 71–76.
11. Кулинич А. А. Компьютерные системы моделирования когнитивных карт: подходы и методы // Проблемы управления. 2010. №3. С.2-15.
12. Кудж С.А., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Когнитивные модели и методы. Краткий словарь-справочник. — М.: Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики МГТУ МИРЭА, 2014. 95 с.
13. V. Ya. Tsvetkov. Framework of Correlative Analysis // European Researcher, 2012, Vol.(23), № 6-1, p.839- 844.
14. Цветков В.Я. Основы теории предпочтений. М.: Макс Пресс, 2004. 48 с.
15. Ozhereleva T.A. Impact Analysis of Education Quality Factors // European Journal of Economic Studies, 2013, Vol. (5), № 3. p. 172-176.
16. Болбаков Р.Г. К вопросу о системной информации // Вестник МГТУ МИРЭА. 2014. № 3 (4). С. 38-50.

**Информация об авторе:**

**Болбаков Роман Геннадьевич**  
(Россия, Москва)

Кандидат технических наук, доцент  
Московский государственный технический  
университет радиотехники, электроники и  
автоматики  
E-mail: bolbakov@mirea.ru

**Information about the author:**

**Bolbakov Roman Gennad'evich**  
(Russia, Moscow)

PhD in Technical Sciences, Associate Professor  
Moscow State Technical University  
of Radio Engineering,  
Electronics and Automation  
E-mail: bolbakov@mirea.ru