

УДК 378: 656

И.Н.Розенберг

Когнитивное управление транспортом

Статья раскрывает особенности когнитивного управления на транспорте. Показано, что когнитивное управление включает: когнитивный анализ, когнитивное моделирование и когнитивные модели. Описана информационная когнитивная модель. Описаны когнитивные карты как основа когнитивной модели. Описан сценарий когнитивного моделирования.

Ключевые слова: транспорт, управление, когнитивные модели, управленческие технологии, когнитивное управление

I.N.Rozenberg

Cognitive transportation management

This article describes the features of cognitive control in transport. The article reveals the content of cognitive control. The article suggests that cognitive control includes cognitive analysis, cognitive modeling and cognitive models. This article describes the information cognitive model. This article describes the cognitive maps as a basis for the cognitive model. This article describes a scenario of cognitive modeling.

Keywords: transport, management, cognitive models, management techniques, cognitive control

Введение

Получение достоверной информации, ее оперативный анализ являются основой современного управления. Это особенно актуально, в сфере транспорта, где объект управления и внешняя среда представляют собой комплекс связанных факторов, существенно влияющих друг на друга. В настоящее время широко применяют автоматизированное [1-3] и интеллектуальное [4-7] управление. Наряду с этими методами возможно применение когнитивного управления [8, 9], которое основано на когнитивном анализе и когнитивном моделировании. Длительное время когнитивный анализ формировался в рамках процессов восприятия и познания. Применения разработок социальной психологии в теории управления привело к формированию особой отрасли знаний – когнитологии [10], концентрирующейся на исследовании проблем управления и принятия решений. В настоящее время когнитивное моделирование развивается в направлении совершенствования аппарата анализа и моделирования ситуаций. Когнитивное моделирование позволяет выполнять структурный анализ и поддержку принятия решений в сложных и слабо структурированных ситуациях.

Развитие когнитивного моделирования

Методология когнитивного моделирования для принятия решений в слабо структурированных ситуациях, была предложена американским ученым Р. Аксельродом [11]. Теория когнитивного анализа является основой для

создания систем, ориентированных на решение задач в сфере управления. Когнитивный анализ позволяет, при наличии аппарата когнитивных моделей и технологий, оперативно решить следующие задачи:

- построить модель информационной ситуации [12] и информационной позиции [13] для объекта управления;
- оценить влияние внутренних и внешних факторов, влияющих на возможные сценарии развития ситуации [14], в которой находится объект управления;
- оценить тенденции развития ситуаций, в которой находится объект управления;
- обосновать варианты управленческих решений;

Применение технологии когнитивного моделирования позволяет решать задачи управления, которые классифицируют как управление при непредвиденных обстоятельствах (contingency school of management) [15].

Когнитивный анализ иногда называют «когнитивной структуризацией». Это обусловлено использованием слабо структурированной, с точки зрения автоматизированного управления, информацией. Когнитивный подход является одним из инструментов исследования нестабильной и слабо структурированной среды.

Суть когнитивного моделирования состоит в применении адаптивных моделей включающих, познавательный фактор как часть моделирования и моделей. Это расширяет пространство управляющих параметров и создает тем самым большие возможности

для решения задач. В тоже время сложность этих моделей выше, чем классических алгоритмических моделей автоматизированного управления. Однако сложность эта алгоритмическая или «машинная». В то время как подключение возможностей ассоциативно-мышления человека может существенно ускорить решение проблемы без нахождения точных алгоритмов. Аналогом может служить вычисление сложных интегралов методом оценивания. При известных параметрах и ситуациях некоторые параметры упрощают и в результате интеграл, полученный методом оценивания, практически не отличается от интегрирования в «лоб», но с экономией времени на 2-3 порядка.

Таким образом, сущность когнитивного подхода заключается, как уже упоминалось, в том, что бы помочь эксперту отразить ситуацию и разработать наиболее эффективную стратегию управления, основываясь не столько на своей интуиции, сколько на упорядоченном и верифицированном (насколько это возможно) знании о сложной системе.

Этапы когнитивного анализа

Когнитивный анализ состоит из нескольких этапов, на каждом из которых реализуется определённая задача. Последовательное решение этих задач приводит к достижению главной цели когнитивного управления. Исследователи приводят разную номенклатуру этапов в зависимости от специфики изучаемого объекта (объектов). Если суммировать и обобщить все эти подходы, то можно выделить следующие этапы, характерные для когнитивного анализа любой ситуации.

Формулировка цели и задач исследования с учетом ассоциативных и слабоструктурированных факторов.

- Построение модели информационной ситуации и информационной позиции объекта управления с учетом слабоструктурированных факторов.

- Выделение доминирующих факторов развития ситуации.

- Проведение импакт-анализа (построение когнитивной карты в виде ориентированного графа).

- Оценка влияния разных факторов на основе сравнительных методов (анализ иерархий или не транзитивной теории предпочтений).

- Построение когнитивной информационной ситуации в виде функционального графа.

- Проверка адекватности когнитивной модели ситуации (верификация когнитивной модели).

- Определение с помощью когнитивной модели ситуации возможных вариантов развития ситуации (системы), обнаружение путей, механизмов воздействия на ситуацию с целью

достижения желаемых результатов, предотвращения нежелательных последствий, то есть выработка стратегии управления. Задание целевых, желаемых направлений и силы изменения тенденций процессов в ситуации. Выбор комплекса мероприятий (совокупности управляющих факторов), определение их возможной и желаемой силы и направленности воздействия на ситуацию (конкретно-практическое применение когнитивной модели).

Построение информационной когнитивной модели

Одним из направлений когнитивного управления является развитие формальных методов, опирающихся на информационные модели, создаваемые на основе когнитивных карт. Когнитивный подход к управлению слабоструктурированными объектами и ситуациями, в узком понимании связан с определенным семейством информационных моделей

Цель моделирования состоит в формировании информационной модели исследуемого объекта, рассматриваемого как сложная система, которая состоит из отдельных связанных между собой частей и элементов с не жесткими связями и отношениями. По существу строят структурную схему причинно-следственных и вероятностных связей элементов системы. Анализ этих связей необходим для реализации различных управлений процессами в системе. Когнитивное моделирование включает ряд этапов.

Выявление факторов, характеризующих не обычную стационарную, а проблемную ситуацию, развитие системы (среды). Например, проблемы движения транспорта можно сформулировать в факторах «нарушение графика движения», «высокая аварийность», «Дефицит ресурсов» и др. Выявление связей между факторами. Определение направления влияний и взаимовлияний между факторами. Например, фактор «низкая квалификация» влияет на «высокая аварийность». Выявление характера влияния.

Большое значение при построении когнитивной модели имеет дихотомический [16] и оппозиционный [17] подход. Например оценка влияния и связи факторов (слабо, сильно). В итоге это приводит к модели в виде взвешенного ориентированного графа.

Базовыми понятиями когнитивного моделирования являются когнитивная карта и функциональный граф. 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. Часто вместо термина когнитивные карты употребляют причинно-следственные карты [18]. В некоторых работах такие карты относят к причинно-следственным схемам, в которых отражается определенная логическая или функциональная особенность причинно-следственных отношений [19], или к концептуальным картам с фиксированным типом связей (причинно-следственных) [20].

Для создания карты строят структурную схему причинно-следственных связей факторов ситуации. Два элемента системы А и В, изображаются на схеме в виде отдельных точек, 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. Такое влияние 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. Подобные схемы представления причинно-следственных связей широко используются для анализа сложных систем в экономике и социологии.

Когнитивная карта отображает лишь факт наличия влияний факторов друг на друга. В ней не отражается ни детальный характер этих влияний, ни динамика изменения влия-

ний 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.

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», «ажитажным» 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.

Формально, когнитивная модель информационной ситуации может, как и когнитивная карта, быть представлена графом, однако каждая дуга в этом графе представляет уже некую функциональную зависимость между соответствующими факторами; т.е. когнитивная модель ситуации представляется функциональным графом. Пример функционального графа, отражающего ситуацию в условном регионе представлен на рис. 1.

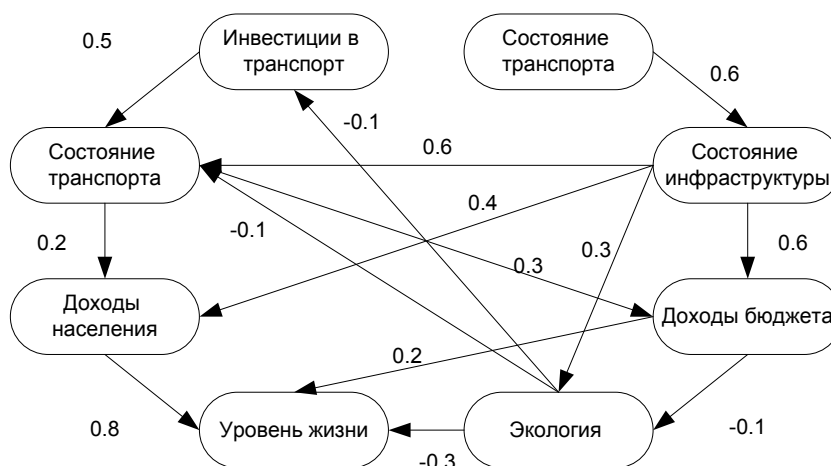


Рис.1. Информационная модель функционального графа

Отрицательные связи на рис.1 показаны со знаком минус. Существуют две главные проблемы при построении когнитивной модели. Первая состоит в выявлении факторов и их деление на базисные и коррелятивные [21]. Вторая состоит в выявлении степени влияния факторов.

Пока в качестве алгоритма выявления элементов исследуемых систем наиболее приемлемым методом является дихотомический анализ [16]. Для оценки характера взаимодействия факторов используются линейный и лингвистический подходы.

Линейный подход основывается на пред-

положении линейной зависимости взаимодействия факторов и позволяет провести дуги, приписать им знаки (+ / -) и точные веса, то есть отразить характер этого взаимодействия. Этот подход применим в том случае, если взаимосвязь факторов может быть выражена математически, с оценкой количественной взаимосвязи.

Однако далеко не все реальные системы и их подсистемы описываются четкими связями. Это связано прежде всего с нестабильными, слабоструктурированными системами. Поэтому линейный подход дополняется лингвистическим.

Лингвистический подход основан на применении лингвистических переменных. Выяснение влияний факторов друг на друга и оценки этих влияний опираются на «прикидки» эксперта и выражаются в количественном виде с помощью шкалы [-1,1] или лингвистическими переменными типа «сильно», «слабо», «умеренно». Кроме того эксперту требуется определить отрицательный или положительный характер влияния факторов, а не только силу влияния. При решении этой задачи возможно использование двух означенных выше подходов.

Среди когнитивных карт выделяют слабо-формализованные когнитивные карты (СФКК) [14] используемые для формирования общего представления о ситуации и анализа (сравнения) точек зрения субъектов относительно некоторой ситуации, а иногда моделирование для понимания механизмов выработки решений, и формальные когнитивные карты (ФКК) используемые для анализа и моделирования слабоструктурированных ситуаций, источником знаний о которых служат мнения субъектов.

Применение когнитивных моделей в системах поддержки принятия решений

Главное назначение когнитивной модели – помочь в процессе выработки правильного решения. Когнитивная модель визуализирует и упорядочивает информацию об обстановке, замысле, целях и действиях. Когнитивная модель служит не только для систематизации, но и для выявления наиболее выгодных «точек приложения» управляющих воздействий субъекта управления. Когнитивная модель поясняет значение факторов и степень их воздействия

Для разработки прогнозов используется сценарный подход (сценарное моделирование) в рамках когнитивного анализа. Сценарный подход [22] представляет собой своего рода «разыгрывание» разных вариантов развития событий в зависимости от избранной модели управления и поведения непредсказуемых факторов.

Сценарий можно интерпретировать как цепочку последовательных информационных ситуаций, целью построения которых является предвосхищение событий и установление логической последовательности их чередования. В общем виде метод построения сценариев формулируется следующим образом: изучается сложная, динамическая, открытая, управляемая, не полностью наблюдаемая система. Следует описать возможные направления ее изменения несколькими (желательно, немногими) вариантами так, чтобы в рамках поставленной содержательной задачи дать наиболее полное представление о возможных будущих состояниях и траекториях развития системы.

Для каждого сценария выстраивается триада «исходные предпосылки - наше воздействие на ситуацию - полученный результат». Когнитивная модель в этом случае позволяет учесть весь комплекс эффектов управляющих воздействий для разных факторов, динамику факторов и их взаимосвязей при разных условиях. Таким образом, выявляются все возможные варианты развития системы и вырабатываются предложения по поводу оптимальной стратегии управления для реализации желаемого сценария из возможных. В общем виде этапы сценарного анализа можно представить следующим образом [22].

1. Выработка цели управления (желаемого изменения целевых факторов).

2. Разработка сценариев развития ситуации при применении разных стратегий управления.

3. Определение достижимости поставленной цели (реализуемости сценариев, ведущих к ней); проверка оптимальности уже намеченной стратегии управления (если таковая имеется); выбор оптимальной стратегии, соответствующей наилучшему, с точки зрения поставленной цели, сценарию.

4. Конкретизация оптимальной управленческой модели – разработка конкретно-практических рекомендаций руководителям. Эта конкретизация включает в себя выявление управляющих факторов (посредством которых можно влиять на развитие событий), определение силы и направленности управляющих воздействий на управляющие факторы, предсказание вероятных кризисных ситуаций вследствие влияния непредсказуемых внешних факторов и т.п.

Следует заметить, что этапы сценарного моделирования могут меняться в зависимости от объекта исследования и управления.

На начальном этапе моделирования может быть достаточно качественной информации, не имеющей точного числового значения и отражающей суть ситуации. При переходе к моделированию конкретных сценариев все

более значимым становится использование количественной информации, представляющей собой числовые оценки значений каких-либо показателей. В дальнейшем для проведения необходимых вычислений используется в основном количественная информация.

Информационное воздействие одного объекта на другой исследуется моделью информационного взаимодействия [23]. Эта модель включает следующие этапы: генерация факторов; генерация информационных элементов и информационных конструкций; передача информации источником воздействия; прием информации реципиентом; моделирование изменения состояния объекта управления. Каждый из перечисленных этапов имеет свои особенности и описывается специальными характеристиками, а общность их осуществления заключается в том, что они погружены в общее информационное поле [24].

Заключение

Когнитивный подход в управлении - перспективное направление в области транспорта, для управления развитием слабоконструктурированных объектов, систем, ситуаций [25]. Использование когнитивных моделей повышает обоснованность принятия управленческих решений в сложной и быстроизменяющейся обстановке. Применение когнитивного моделирования открывает новые возможности прогнозирования и управления в сфере транспорта. В целом когнитивное моделирование позволяет: прогнозировать последствия тех или иных управленческих решений; разрабатывать оптимальные стратегии управления в быстроменяющейся обстановке с учётом воздействия внешних, внутренних, труднопредсказуемых, скоротечных, долгосрочных и иных видов тенденций и факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В. В. Автоматизированное управление транспортом. М.: Финстатинформ, 1996.
2. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Автоматизированные информационные системы управления. М.: Московский государственный университет путей сообщения, 2010. 80 с.
3. Цветков В.Я. Автоматизированные системы: управления и научных исследований. М.: Московский государственный университет геодезии и картографии, 2008. 78 с.
4. Юсупов Р. М. и др. Создание «интеллектуального окружения» на пилотируемом космическом комплексе для позиционирования мобильного робота-помощника экипажа // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. 2013. № 5. С. 397-422.
5. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Многоаспектность построения интеллектуальных транспортных систем/ Сб. трудов СОВРЕМЕННЫЙ ТРАНСПОРТ: инфраструктура, инновации, интеллектуальные системы. СПб.: Из-во СЗТУ, 2010. С.251-255.
6. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Среда поддержки интеллектуальных систем // Транспорт Российской Федерации. 2011. № 6. С.6-8.
7. Цветков В.Я., Розенберг И.Н. Интеллектуальные транспортные системы. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany 2012. 297 с.
8. Adams M. J., Tenney Y. J., Pew R. W. Situation awareness and the cognitive management of complex systems // Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. 1995. Т. 37. №1. p.85-104.
9. Смерічевська С. В., Ібрагімхалілова Т. В. Метод когнітивного моделювання параметрів і факторів структури управління транспортно-логістичною системою // Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності. 2012. Т. 2. №1. С. 290-293.
10. Johnson-Laird P. N. Mental models in cognitive science // Cognitive science. 1980. Т. 4. №. 1. С. 71-115.
11. Axelrod, R. (1976). The cognitive mapping approach to decision making. // In: Structure of Decision. The Cognitive Maps of Political Elites, R. Axelrod (ed.), (3-18), ISBN: 069107578-6, Princeton University Press, Princeton.
12. Tsvetkov V. Ya. Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher, 2012, Vol.(36), № 12-1, p.2166- 2170.
13. Tsvetkov V. Ya. Dichotomic Assessment of Information Situations and Information Superiority // European Researcher, 2014, Vol.(86), № 11-1, pp.1901-1909. DOI: 10.13187/er.2014.86.1901.
14. Авдеева З.К. Сравнительный анализ выборочных когнитивных карт по степени формализации // Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций (CASC'2009): Труды Международной конференции (17-19 ноября 2009 г., Москва). М.: ИПУ РАН, 2009. С.11-22.
15. Encyclopedia of Management. URL: <http://www.enotes.com/management-encyclopedia/management-thought> (дата обращения: 15.04.2015).
16. Tsvetkov V.Ya. Dichotomous Systemic Analysis. Life Science Journal. 2014; 11(6). pp586-590.
17. Цветков В.Я. Использование оппозиционных переменных для анализа качества образовательных услуг // Современные наукоёмкие технологии. 2008. №1. С.62-64.
18. Narayanan V. K., Deborah J. Causal mapping for research in information technologies. USA, H: Idea group. 2005.
19. Schaffernicht M. Causality and diagrams for system dynamics. // Proceedings of the 25th International Conference of the System Dynamics Society July 29 - August 2, 2007, Boston, USA. p. 148.
20. Huff A. S. Mapping strategic thought // Mapping strategic thought / Ed. by A. S. Huff. Chichester: Wiley, 1990. P. 11-49.

21. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Коррелятивные методы анализа информации. / 7-я Международная научно-практическая конференция «Геопространственные технологии и сфера их применения». Материалы конференции. М.: Информационное агентство «Гром» 2011. С.14-15.
22. Кульба В.В., Шелков А.Б., Гладков Ю.М. Применение методов сценарного анализа в информационном управлении // Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций (CASC'2009): Труды Международной конференции (17-19 ноября 2009 г., Москва). М.: ИПУ РАН, 2009. С.85-89.
23. Tsvetkov V. Ya. Information interaction // European Researcher. 2013. Vol.(62), № 11-1. p.2573-2577.
24. Tsvetkov V.Ya. Information field // Life Science Journal. 2014. 11(5). pp.551-554.
25. Малиновский Л.Г. Объективные свойства когнитивных процессов в системах управления // Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций (CASC'2009): Труды Международной конференции (17-19 ноября 2009 г., Москва). М.: ИПУ РАН, 2009. С.66-70.

Информация об авторе:

Розенберг Игорь Наумович

(Россия, Москва)

Профессор, доктор технических наук
Первый заместитель генерального директора
ОАО «Научно-исследовательский и проектно-
конструкторский институт информатизации,
автоматизации и связи на железнодорожном
транспорте»

E-mail: cvj2@mail.ru

Information about the author:

Rozenberg Igor Naumovich

(Russia, Moscow)

Professor
Doctor of Technical Sciences
First Deputy General Director
of Open joint stock company "Scientific-research
and Design Institute of information, automation and
communication on railway transport"
E-mail: cvj2@mail.ru