

Методы моделирования логистики инноваций в условиях трудноформализуемого описания внешней среды

© 2011 А.Э. Заенчковский

Филиал Московского энергетического института, г. Смоленск

E-mail: z_art82@mail.ru

Автором предлагается способ анализа и управления инновационными процессами. Для этого используются когнитивные карты.

Ключевые слова: инновации, управление, когнитивные карты.

Считается, что на сегодня в стране сформированы контуры инновационной политики, происходит процесс концентрации инновационных предприятий “под крышей” инновационно-технологических центров, которые являются основным механизмом поддержки инновационного процесса. Однако в то же время интеграция науки и промышленного сектора происходит довольно медленно, противоречиво и несогласованно, вследствие чего совершенствование инновационной системы выступает актуальной задачей, призванной обеспечить ускоренное промышленно-экономическое развитие страны¹.

В мировой практике существуют различные способы активизации инновационной среды, основным из которых является совершенствование инфраструктурной составляющей и, в первую очередь, информационных систем, не только обеспечивающих своевременное снабжение инноваторов релевантной информацией, но и позволяющих управлять информационным потоком и вести аналитическую работу и поддерживать принятие управленческих решений различного уровня в отрасли. Информация, необходимая для принятия обоснованных решений по управлению инновационным процессом, в силу значительных размеров, неоднородности инновационных кластеров, а также особенностей производственно-инновационного процесса имеет следующие качественные особенности: неточная интерпретация источников и способов передачи информации; разнородность и слабая релевантность информации, полученной не на основе объективных измерений; неформализуемый, зачастую вербальный вид информационных сообщений. Указанные особенности препятствуют применению традиционных методов управления экономическими системами, таких как бюджетирование, управление издержками, трендовый анализ и т.п. Поэтому актуальным становится применение методов управления инновационными структурами, основанных на имитирующих человеческое мышление методах, которые ближе

по восприятию к человеческому мышлению и естественным языкам, чем традиционные формальные логические системы, и могут предоставить эффективные средства отображения неопределенностей и неточностей в управляемых социально-экономических системах, что способствует скорейшей акцепции и реализации управляющих воздействий в экономическом инновационном пространстве.

В качестве такого инструмента, объединяющего концепцию информационной логистики и аспекты моделирования системы (в данном случае информационной) для принятия эффективных управленческих решений, можно использовать когнитивную карту информационной системы².

Когнитивная карта информационной системы представляет собой ориентированный граф, в котором привилегированной вершиной (концептом) является некоторое будущее (как правило, целевое) состояние любого элемента информационной инфраструктуры предприятия. Остальные вершины соответствуют факторам, влияющим на достижение этого целевого состояния. Дуги, соединяющие факторы с вершиной состояния, имеют толщину и знак, соответствующий силе и направлению влияния данного фактора на переход объекта управления в данное состояние, а дуги, соединяющие факторы, показывают сходство и различие во влиянии этих факторов на объект управления. Анализ ситуации и выдача рекомендаций по принятию решений, воздействующих на ситуацию, происходит в результате обработки когнитивных карт. Активное использование когнитивных карт в качестве средства моделирования обусловлено возможностью наглядного представления анализируемой системы.

Применение когнитивных карт позволяет оценить возможные последствия принимаемых решений относительно конкретных элементов информационной инфраструктуры (каналы передачи информации, экспертные системы и базы

данных, производительность информационной системы и предприятия в целом, подсистемы управления функциональными областями предприятия и др.) и определить качественные изменения состояния концептов, однако в данных картах затруднено ранжировать по степени влияния положительные и отрицательные тенденции внутри системы.

Традиционные когнитивные карты позволяют оценить возможные последствия принимаемых решений и определить качественные изменения состояния концептов, но не предоставляют возможности определять и ранжировать по степени влияния положительные и отрицательные тенденции внутри системы, что мешает принятию правильного решения. Для информационных систем, являющихся составляющими инфраструктуры инновационной сферы, целесообразно, по мнению автора, использовать нечеткие когнитивные карты. Нечеткая когнитивная карта выступает сравнительно новым инструментом когнитивного моделирования. Она описывает не только характер и направление, но и степень влияния концептов друг на друга³.

На рисунке приведен пример нечеткой когнитивной карты. Узлами 1 ... 5 обозначены концепты (исследуемые и целевые показатели). Стрелками показаны взаимные влияния показателей друг на друга. Индексами вида $i_{x,y}$ показана степень влияния концепта x на концепт y .

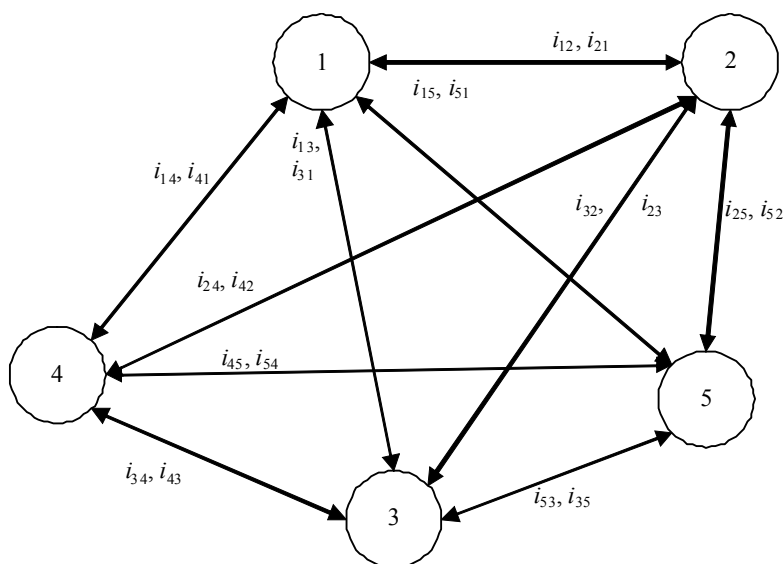


Рис. Вид когнитивной карты для пяти концептов

Данная когнитивная карта представляет собой основной элемент (главную программу) информационно-аналитической системы поддержки принятия решений в инновационной сфере посредством анализа взаимовлияния выявленных концептов. Диапазон оценки связей между кон-

цептами для наглядности целесообразно задать от -1 до +1. Силу связи определяет эксперт или группа экспертов. В качестве основных концептов когнитивной карты региональной инновационной среды могут рассматриваться следующие показатели: уровень инновационной активности предприятий; уровень влияния региональных налогов на инновационную деятельность; размер инвестиционных вложений в инновации; эффективность инновационной деятельности и пр.

В качестве аналитических показателей для инновационной сферы предлагается на основе транзитивно-замкнутой матрицы влияний концепта на концепт рассчитать консонанс и диссонанс карты. Консонанс определяет, насколько согласованно присутствие концептов в моделируемой системе. Рассчитывается по формуле

$$C_{ij} = \frac{|V_{ij} + \bar{V}_{ij}|}{|V_{ij}| + |\bar{V}_{ij}|},$$

где V_{ij} - наибольший положительный путь от концепта i к концепту j ;

\bar{V}_{ij} - наименьший отрицательный путь от концепта i к концепту j .

Диссонанс влияния концепта на концепт определяется по формуле

$$d_{ij} = 1 - C_{ij}.$$

Для расчета взаимного влияния концепта на концепт используется следующая формула:

$$P_{ij} = \text{sign}(V_{ij} + \bar{V}_{ij}) \max(|V_{ij}|, |\bar{V}_{ij}|),$$

для $V_{ij} \neq -\bar{V}_{ij}$.

На основе анализа когнитивной карты определяется степень согласованности всех элементов $i = 1...n$ карты по формуле вида

$$\vec{C}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{|v_{ij} + \bar{v}_{ij}|}{|v_{ij}| + |\bar{v}_{ij}|},$$

где v_{ij}, \bar{v}_{ij} - соответственно, степень положительного и отрицательного влияния (в том числе опосредованного) i -го элемента инновационной среды региона на j -й элемент.

Если данные показатели для некоторых i ниже планируемого значения, осуществляется модификация инновационной среды на основе целевого перераспределения влияния концептов друг на друга.

Для анализа построенной когнитивной модели инновационной среды также можно использовать следующие системные показатели, расчет которых осуществляется по следующим формулам:

- диссонанс влияния концепта на систему

$$\vec{D}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_{ij},$$

- совокупное воздействие концепта на систему

$$\vec{P}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n p_{ij}.$$

Далее идентифицируется степень влияния деятельности того или иного элемента инновационной среды на целевые концепты и определяются основные направления его совершенствования.

В результате, варьируя значения концептов, относящихся к инновационной сфере, можно определить рациональные показатели, характеризующие ее функционирование и развитие. В первую очередь, возможно сделать прогноз развития ситуации анализируемой инновационной системы. Лицо, принимающее решение, может не только проследить переходы своей модели из состояния в состояние, но и оценить “устойчивость” или “сходимость” каждой альтернативы.

Также при использовании аналитического обработчика модели становится возможным получить информацию о взаимовлиянии концептов и в конечном итоге получить ответы на вопросы “как?” и “почему?”. Кроме того, по сформулированной цели (частной когнитивной карте), используя блок моделирования, можно определить исходные условия (обратные решения) для достижения поставленных целей, причем

решение может быть не одно. При этом пользователь может задать цель для всей обобщенной когнитивной карты, не заботясь о ее структуре.

В принципе, основной проблемой при использовании методологии когнитивного моделирования в инновационной сфере может стать процесс построения когнитивной карты, который не поддается формализации. Кроме того, необходимо доказать, что построенная когнитивная карта адекватна реальной моделируемой системе. При этом возможны два подхода к разработке нечетких когнитивных карт: ручной и автоматический.

Ручная разработка будет включать в себя следующие этапы:

- определение ключевых концептов в сфере управления инновационным процессом;
- определение причинно-следственных связей между ними;
- оценка значимости этих связей.

Заключительный этап является самым сложным. Автором для указанной сферы моделирования предлагаются следующие процедуры по его реализации:

- определение связи как положительной или отрицательной;
- обозначение связей нечеткими терминами (слабая, средняя, сильная, очень сильная);
- приведение нечетких значений к числовым (слабая = 0,25, средняя = 0,5, сильная = 0,75, очень сильная = 1).

При ручной разработке нечетких карт главным недостатком является использование базы человеческих знаний, которое подразумевает субъективность карты и задачу определения точности такой оценки. Повысить точность возможно, если будет осуществлена попытка структурирования указанных знаний.

Кроме того, для сложных предметных областей и больших нечетких карт, которые требуют задания большого количества связей и их значимости, ручная разработка становится трудно реализуемым процессом. Поэтому при анализе конкретной ситуации обычно предполагают, какие изменения желательны для наиболее важных базисных или целевых факторов. Задача выработки решений по управлению процессами в ситуации состоит в том, чтобы обеспечить желательные изменения целевых факторов. Цель, в свою очередь, будет считаться корректно заданной, если желательные изменения одних целевых факторов не приводят к нежелательным изменениям других целевых факторов.

Моделирование инновационной сферы также возможно осуществить на основе сценарного подхода. В качестве сценария будут выступать

совокупность тенденций, характеризующих ситуацию в сфере инновационного менеджмента на настоящий момент, желаемых целей развития инновационного комплекса, мероприятия, воздействующие на развитие ситуации, и система наблюдаемых параметров (факторов), иллюстрирующих указанные тенденции.

Сценарий может моделироваться по трем основным направлениям: 1) прогноз развития ситуации без явного воздействия на процессы управления инновациями и без какой-либо попытки их модернизации; 2) прогноз с выбранным комплексом мероприятий (управленческих воздействий на исследуемый объект) (прямая задача); 3) синтез управлений для достижения необходимого состояния (обратная задача).

В целом, рассмотренные инструменты моделирования на основе когнитивных карт позволят повысить эффективность инновационной деятельности за счет достижения оптимальности

параметров принимаемых управленческих решений в самой системе в аспекте влияния на информационные и инфраструктурные ресурсы и параметры, их определяющие.

Представленная методология управления инновационным процессом в условиях быстро изменяющейся внешней среды позволяет в сжатые сроки разработать и обосновать управленческие решения по разработке и выпуску инновационной продукции, определить направления экономического развития и модернизации инновационных объектов хозяйствования в целом.

¹ *Фостер Л.* Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / пер. с англ. А. Хачояна. М., 2008.

² *Силов В.Б.* Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. М., 1995.

³ *Борисов В.В., Федулов А.С.* Обобщенные нечеткие когнитивные карты // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2004. □ 4. С. 3-20.

Поступила в редакцию 06.08.2011 г.