

Иновационные возможности высокотехнологичных компаний

Innovative possibilities of the hi-tech companies

Пинчук Валерий Михайлович, аспирант Белорусского государственного экономического университета, Главный советник управления промышленного комплекса Аппарата Совета Министров Республики Беларусь

Pinchuk Valery, PhD student of the Belarus State Economic University, chief adviser of the industrial complex Department of the State military-industrial committee of the Republic of Belarus
e-mail: vmpinchuk@mail.ru

Аннотация

Рассматриваются методологические подходы к анализу инновационных возможностей высокотехнологичных компаний. Предложены методика и результаты исследований инновационных возможностей с применением когнитивного моделирования, основанного на построении нечетких когнитивных карт инновационного процесса и анализа динамических процессов.

Ключевые слова: инновационные возможности, стратегическое развитие, когнитивное моделирование, когнитивная карта, факторы инновационного развития

Abstract

Methodological approaches to the analysis of innovative possibilities of the hi-tech companies are considered. The technique and results of researches of innovative possibilities with application cognitiv modelling based on construction indistinct cognitiv cards of innovative process and the analysis of dynamic processes is offered.

Keywords: innovative possibilities, strategic development, cognitiv modelling, cognitiv card, factors of innovative development

Поступила в редакцию / Received: 07.06.2015

Web: <http://elibrary.miu.by/journals/item.eiup/issue.43/article.2.html>

Введение

Процессы глобализации в мировой экономике, ускорение научно-технического прогресса оказали существенное влияние на возможности инновационного развития. Управленческие решения по выбору направлений стратегического развития характеризуются высокой степенью неопределенности и необходимостью учета влияния значительного количества факторов риска, различных по своему происхождению, силе влияния и продолжительности.

Мировой опыт по применению систем поддержки принятия решений в сфере высоких технологий показывает, что данные системы должны быть чувствительны к стремительным изменениям окружающей среды, возрастающему потоку информации, подлежащему обработке и анализу. Создание сложных систем, требующих значительного времени на разработку, не приводит к достаточно эффективным практическим результатам. Поддержка принятия решений в данном случае обоснованна и оправданна только на стратегическом уровне управления.

Актуальность создания эффективных инструментов, позволяющих с достаточной степенью достоверности оценить инновационные возможности организаций и спрогнозировать результаты завершения инновационных проектов, объясняется высокой степенью риска и непредсказуемостью инновационной деятельности. Современные инновационные проекты в высокотехнологичных отраслях характеризуются следующими особенностями:

- сокращенным сроком реализации проектов и жизненного цикла инноваций;
- привлечением на длительный срок значительных финансовых средств, созданием сложных схем финансирования проектов;
- управлением значительным количеством факторов риска, различных по своему происхождению, силе влияния, продолжительности;
- обеспечением патентной защиты продукции и созданием объектов интеллектуальной собственности.

Проблемы стратегического управления и поддержки принятия решений, для которых традиционные методы исследования являются малоэффективными, могут быть решены с применением методов нечетких множеств и систем. Основы современной теории нечетких систем заложены в работах Р. Беллмана, Л. Заде, Б.Н. Петрова, Г.М. Уланова, И.И. Гольденблата, Д.И. Шапиро, Р.И. Трухаева, Д.А. Поспелова [1, 2, 3, 4, 5].

1. Основные положения когнитивного моделирования

Одним из наиболее эффективных подходов к исследованию трудно структурированных систем и процессов является методология когнитивного моделирования. Практическое применение данного метода в макроэкономике, политике, социологии, менеджменте и других областях деятельности предложено в работах В.Б. Силова, Ф.С. Робертса [6, 7].

В когнитивной модели информация о системе представляется в виде набора понятий (факторов) и связующей их причинно-следственной сети, называемой когнитивной картой. Когнитивная карта отражает субъективные представления экспертов о законах и закономерностях, присущих моделируемой системе. Построение когнитивной карты моделируемой системы фактически означает снятие неопределенности за счет формирования модели знаний эксперта об этой системе.

Когнитивная карта есть то или иное представление связей (отношений в той или иной форме), которое существует между атрибутами (понятиями, концептами) в данной предметной области знания [6, с. 72].

Процесс когнитивного моделирования происходит на двух уровнях: концептуальном и математическом. На первом этапе на основе знаний и представлений о предметной области формируется модель в форме понятий, определений и причинно-следственных связей между ними (концептуальный уровень). На втором этапе данная модель представляется в виде когнитивной карты, обработка содержащейся в ней информации осуществляется с помощью математического моделирования (математический уровень). На третьем этапе полученные результаты исследований в математическом виде представляются в виде понятий и определенных предметной области (возврат на концептуальный уровень).

Алгоритм когнитивного моделирования представлен на рисунке 1.

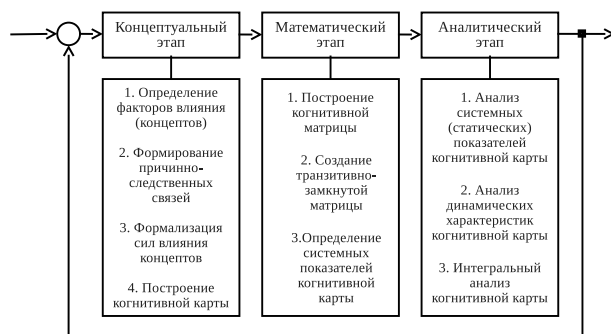


Рисунок 1 – Алгоритм когнитивного моделирования

Источник: разработка автора на основе источников [6, 7].

В данной работе предлагается методика оценки инновационных возможностей на основе метода построения и анализа нечетких когнитивных карт и исследования импульсных процессов.

Процесс когнитивного моделирования основан на формализации причинно-следственных связей между основными характеристиками исследуемой системы. Результатом формализации является представление системы в виде причинно-следственной сети, называемой когнитивной картой, представленной в виде:

$$G = (E, W), \quad (1)$$

где $E = (e_1, e_2, \dots, e_n)$ – множество факторов (концептов);

W – бинарное отношение на множестве E , задающее набор связей между элементами.

Элементы e_i и e_j считаются связанными отношением W , если изменение значения концепта e_i (причины) приведет к изменению значения концепта e_j (следствия).

Если увеличение концепта (причины) приводит к увеличению концепта (следствия), влияние считается положительным (усиливающим).

Если увеличение концепта (причины) приводит к уменьшению концепта (следствия), влияние считается отрицательным (ослабляющим).

Нечеткая когнитивная карта – это причинно-следственная сеть, отражающая какую либо область знания посредством дуг и узлов нечеткой сети. Процедура построения когнитивной карты называется когнитивным отражением [6, с. 97].

2. Создание когнитивной карты оценки инновационных возможностей

Процесс создания когнитивной карты оценки инновационных возможностей состоит из следующих этапов:

- 1) выявление и ранжирование факторов, оказывающих влияние на формирование и развитие инновационных возможностей;
- 2) интерпретация воздействия (отсутствует, минимальное, слабое, среднее, значительное, максимальное);
- 3) определение причинно-следственных связей между данными факторами и классификация степени (сильное, среднее, слабое) воздействия;
- 4) построение когнитивной карты оценки инновационных возможностей.

Анализ источников [6, 7, 8, 9] и научных исследований показывает, что на процесс формирования и дальнейшего развития инновационных возможностей оказывает влияние широкий спектр внешних и внутренних факторов производственного, кадрового, научно-технического и маркетингового характера:

- 1) стратегия развития;
- 2) экономическая политика;
- 3) управление персоналом;
- 4) маркетинговая деятельность;
- 5) научные исследования;
- 6) техническое сотрудничество;
- 7) привлечение инвестиций;
- 8) создание инноваций;
- 9) модернизация производства;
- 10) производственная кооперация;
- 11) производство продукции;
- 12) прибыль организации.

Причинно-следственные связи между факторами, характер их взаимодействия и степень их взаимного влияния представлены в таблице 1.

Итогом завершения данного этапа является когнитивная карта, отражающая существенные причинно-следственные связи инновационных возможностей.

На основании построенной когнитивной карты сформирована когнитивная матрица, содержащая показатели интенсивности влияния, полученные экспертным методом.

Таблица 1 – Степень влияния факторов

Интерпретация влияния	Степень влияния
отсутствует	0,0
минимальное	0,2
слабое	0,4
среднее	0,6
значительное	0,8
максимальное	1,0

Источник: разработка автора.

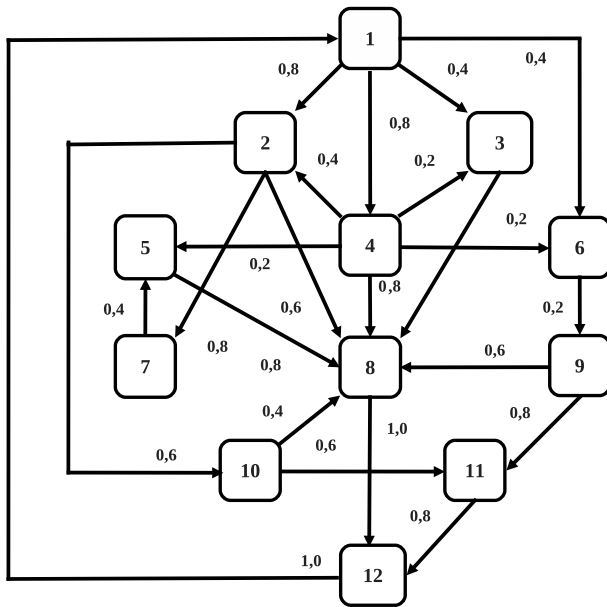


Рисунок 2 – Когнитивная карта оценки инновационных возможностей

Источник: разработка автора на основе источников [6, 7].

В данной когнитивной карте и когнитивной матрице представлены наиболее важные непосредственные связи, которые определены экспертным методом. Однако для более полного анализа причинно-следственных связей инновационных возможностей необходимо учитывать опосредованные взаимовлияния концептов. Алгоритм учета данных опосредованных взаимовлияний можно представить в следующем виде: если концепт A оказывает влияние на концепт B , который в свою очередь влияет на концепт C , то можно утверждать, что концепт A оказывает влияние на концепт C .

Задача нахождения взаимовлияния концептов заключается в определении совокупного причинного эффекта от концепта e_i до концепта e_j на графе соответствующей когнитивной карты, задаваемой нечеткой матрицей по формуле

$$(e_i \rightarrow e_{ki} \rightarrow \dots \rightarrow e_{kn} \rightarrow e_j). \quad (2)$$

Учесть все имеющиеся в системе опосредованные взаимовлияния позволяет операция транзитивного замыкания. Алгоритм выполнения данной операции приведен в источнике [1, с. 97].

Для анализа системы наибольший интерес представляют интегрированные показатели воздействия, определяемые по соответствующим формулам.

Воздействие i -го концепта на систему:

$$P_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{ij}, \quad (3)$$

где P_{ij} – воздействие i -го концепта на j -й концепт.

Воздействие системы на j -й концепт:

$$P_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{ij}, \quad (4)$$

где P_{ij} – воздействие i -го концепта на j -й концепт.

Для более полного анализа применяется показатель централизации воздействия, определяемый по формуле:

$$I_i^p = P_i - P_j \quad (5)$$

Полученные результаты представлены в таблице 3.

3. Анализ системных показателей когнитивной карты

На основе данных анализа когнитивной карты инновационных возможностей приведем краткую характеристику наиболее значимых концептов.

«Стратегия развития». Концепт оказывает значительное влияние на систему в целом, но в то же время подвержен соответствующему интенсивному влиянию со стороны системы, что характеризует концепт как относительно неустойчивый. Формирование и последующая реализация эффективной стратегии инновационного развития с учетом влияния внешних и внутренних факторов, задействования механизмов технологического предвидения, мониторинга и оперативной коррекции способствует повышению инновационных возможностей организаций.

«Экономическая политика». Концепт оказывает среднее по силе воздействия влияние на систему в целом, однако подвержен существенному влиянию со стороны системы, превосходящему практически в два раза. Данное обстоятельство предполагает принятие продуманных и взвешенных управленческих решений в финансовой и экономической деятельности организаций с учетом глубокого анализа влияния внешних факторов.

«Управление персоналом». Концепт оказывает среднее по силе воздействия влияние на систему и подвержен адекватному влиянию со стороны системы; характеризуется значительной устойчивостью.

«Научные исследования». Концепт оказывает существенное влияние на систему и подвержен незначительному воздействию со стороны других концептов. Активизация и результативность научных исследований позитивно влияют на повышение инновационных возможностей.

«Создание инноваций». Концепт оказывает сильное влияние на систему и соответственно подвержен адекватному воздействию со стороны системы, сбалансирован. Наряду с концептом «стратегия развития» является одним из ключевых факторов успешной и результативной экономической деятельности.

Таблица 2 – Когнитивная матрица инновационных возможностей

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,0	0,8	0,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,6	0,0	0,6	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,4	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,8	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
12	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Источник: разработка автора на основе источников [6, 7].

Таблица 3 – Основные системные показатели когнитивной карты

N	P_i	P_j	I_i^p
1	0,54	0,63	-0,09
2	0,28	0,48	-0,20
3	0,24	0,23	0,01
4	0,29	0,53	-0,24
5	0,44	0,12	0,32
6	0,09	0,26	-0,17
7	0,20	0,40	-0,20
8	0,57	0,50	0,07
9	0,38	0,08	0,30
10	0,31	0,33	-0,02
11	0,44	0,24	0,20
12	0,52	0,48	0,04

Источник: разработка автора на основе источников [6, 7].

«Прибыль организации». Концепт оказывает сильное влияние на систему и соответственно подвержен адекватному воздействию со стороны системы, сбалансирован. Данный концепт можно рассматривать как общий результат работы организаций, включающий экономическую, маркетинговую, инновационную, научную и производственную деятельность, а также как ключевой фактор, оказывающий влияние на широкий спектр концептов деятельности, способный существенно изменить направления стратегического развития в долгосрочной перспективе.

Анализ основных системных показателей когнитивной карты инновационных возможностей позволяет констатировать следующее.

Основу стратегического развития компаний в сфере высоких технологий составляет инновационная деятельность, направленная на создание, производство и реализацию наукоемкой продукции с учетом особенностей целевых рынков высокотехнологичной продукции, социально-политического окружения, оценки потенциальных угроз и коммерческих рисков.

Инновационные возможности компании в первую очередь определяются совершенством технологического процесса, финансовыми и технологическими возможностями по модернизации производства, проведению собственных научных разработок (приобретение лицензий или патентов), подготовке (привлечению) высококвалифицированных специалистов.

4. Анализ динамики оценки инновационных возможностей

Приведенный анализ системных показателей (концептов) когнитивной карты позволяет выявить наиболее существенные факторы повышения инновационных возможностей, степени их положительного и отрицательного влияния. Однако на практике особое значение приобретает способность оценивать и прогнозировать эффективность инновационных процессов во времени с помощью применения динамических методов анализа. Одним из таких методов, применяемых в когнитивном моделировании, является метод, основанный на исследовании импульсных процессов [7].

Метод используется для прогнозирования состояний концептов в определенные моменты времени. Состояние j -го концепта в моменты времени t и $t + 1$ определяется характером внешнего воздействия (состояния других концептов) в данные моменты времени.

Изменение параметров когнитивной карты во времени можно представить в следующем виде:

$$e_j(t+1) = e_j(t) + p_j^0(t+1) + \sum_{i=1}^n \text{sng}(e_i, e_j) p_i(t), \quad (6)$$

где $e_j(t)$ и $e_j(t+1)$ – значения концепта e_j в моменты времени t и $t + 1$ соответственно;

$p_j^0(t+1)$ – изменение значения концепта e_j в момент $t + 1$, вызванное внешними по отношению к системе воздействиями;

$p_i^0(t)$ – изменение состояния концепта e_i за счет изменений, произошедших с момента $t - 1$ до момента t в системе;

$\text{sng}(e_i, e_j)$ – функция, принимающая значение:

1, если влияние концепта e_i на концепт e_j положительное;

-1, если влияние концепта e_i на концепт e_j отрицательное;

0, если влияние концепта e_i на концепт e_j отсутствует.

Применение формулы (6) предполагает, что известны значения концептов в начальный момент времени и значения внешних воздействий (импульсов).

В качестве примера рассмотрим импульсные процессы, происходящие в системе при изменении концепта «стратегия развития» и влиянии данных изменений

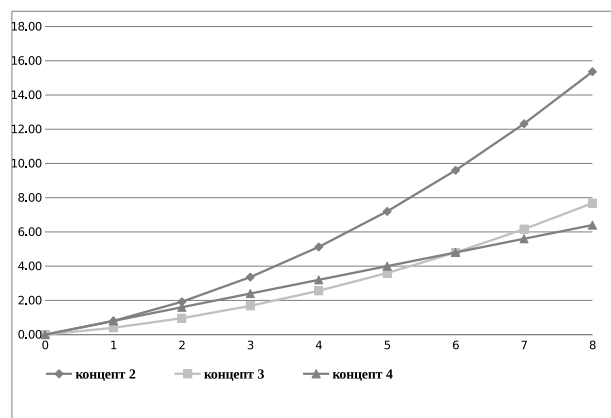


Рисунок 3 – Импульсные процессы влияния концепта «стратегия развития»

на концепты «экономическая политика», «управление персоналом», «маркетинговая деятельность».

Анализируя представленный график импульсных процессов, можно констатировать, что изменение стратегии развития организации оперативно и позитивно сказывается на исследуемых концептах. С течением времени относительная степень воздействия на экономическую политику увеличивается по сравнению с концептами маркетинговой деятельности и управления персоналом. Изменение стратегических направлений развития организации приводит к корректировке экономической политики, увеличению инвестиций в материальные и нематериальные активы, активизации кооперационных связей.

Исследования динамики влияния комбинации нескольких концептов на систему инновационных возможностей позволит:

1. создать эффективную модель функционирования инновационного механизма;
2. спрогнозировать поведение системы при нескольких сценариях развития;
3. способствовать принятию обоснованных решений по стратегическим направлениям деятельности компаний.

Заключение

Любые изменения во внешней среде, а также внутри организации могут быть смоделированы в когнитивной карте с помощью широкого спектра способов, основными из которых являются следующие:

- изменение (усиление или ослабление) значения влияния отдельных концептов на другие концепты;
- добавление или сокращение определенных концептов и связей между ними;
- изменение силы и (или) знака направленности влияния между концептами;
- создание новых контуров влияния между концептами, увеличивающими или уменьшающими дисбаланс системы.

В зависимости от целей и задач проводимых исследований алгоритм метода когнитивного моделирования необходимо корректировать. Проведение экспресс-

анализа инновационных возможностей не требует полного и всестороннего исследования. При выборе же стратегических направлений деятельности компании необходимо, напротив, задействование широкого спектра инструментов оценки инновационных возможностей.

Следует отметить, что результаты, полученные в ходе проведения анализа когнитивных карт, не стоит преувеличивать, так как по существу данный метод следует рассматривать как инструмент поддержки принятия управленческих решений. Эффективность применения данного метода значительно повышается, когда руководство компании обладает реальными рычагами для оперативного воздействия на моделируемую систему, так как на подготовку принятия решений расходуются значительные интеллектуальные и материальные ресурсы. Применение метода когнитивного моделирования с целью оценки инновационных возможностей высокотехнологичных компаний является достаточно гибким и эффективным инструментом поддержки принятия решения по стратегическим направлениям развития.

Список литературы

- [1] Беллман, Р. Принятие решений в расплывчатых условиях. Вопросы анализа и процедуры принятия решений / Р. Беллман, Л. Заде. – М.: Мир, 1975. – 456 с.
Bellman, R. Prinyatiye resheniy v rasplyvchatykh usloviyakh. Voprosy analiza i protsedury prinyatiya resheniy / R. Bellman, L. Zade. – М.: Mir, 1975. – 456 p.
- [2] Петров, Г.М. Теория моделей в процессе управления / Б.Н. Петров, Г.М. Уланов, И.И. Гольденблат. – М.: Наука, 1978. – 532 с.
Petrov, G.M. Teoriya modeley v protsesse upravleniya / B.N. Petrov, G.M. Ulanov. I.I. Gol'denblat. – М.: Nauka, 1978. – 532 p.
- [3] Шапиро, Д.И. Принятие решений в системах организационного управления: использование расплывчатых категорий / Д.И. Шапиро. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 184 с.
Shapiro, D.I. Prinyatiye resheniy v sistemakh organizatsionnogo upravleniya: ispol'zovaniye rasplyvchatykh kategoriy / D.I. Shapiro. – М.: Energoatomizdat, 1983. – 184 p.
- [4] Трухаев, Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р.И. Трухаев. – М.: Наука, 1981. – 258 с.
Trukhaev, R.I. Modeli prinyatiya resheniy v usloviyakh neopredelennosti / R.I. Trukhaev. – М.: Nauka, 1981. – 258 p.
- [5] Поспелов, Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления / Д.А. Поспелов. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 276 с.
Pospelov, D.A. Logiko-lingvisticheskiye modeli v sistemakh upravleniya / D.A. Pospelov. – М.: Energoatomizdat, 1981. – 276 p.

- [6] Силов, В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке / В.Б. Силов. – М.: АО «РОСТ», 1995. – 228 с.

Silov, V.B. Prinyatiye strategicheskikh resheniy v nechetkoy obstanovke / V.B. Silov. – M.: AO «ROST», 1995. – 228 p.

- [7] Робертс, Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экономическим задачам / Ф.С. Робертс. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1986. – 496 с.

Roberts, F.S. Diskretnyye matematicheskiye modeli s prilozheniyami k sotsial'nym, biologicheskim i ekonomicheskim zadacham / F.S. Roberts. – M.: Nauka. Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury, 1986. – 496 p.

- [8] Давыденко, Л.Н. Основы экономической теории: принципы, проблемы, политика трансформации. Международный опыт и белорусский вектор развития / Л.Н. Давыденко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 452 с.

Davydenko, L.N. Osnovy ekonomicheskoy teorii: printsipy, problemy, politika transformatsii. Mezhdunarodnyy opyt i belorusskiy vektor razvitiya / L.N. Davydenko. – Minsk: IVTs Minfina, 2010. – 452 p.

- [9] Касперович, С.А. Концепция имитационной модели анализа и планирования эффективности инновационных проектов / С.А. Касперович, Л.А. Радкевич // Экономика и управление. – 2009. – № 1. – Минск: МИУ. – С. 29–32.

Kasperovich, S.A. Kontseptsiya imitatsionnoy modeli analiza i planirovaniya effektivnosti innovatsionnykh proyektov / S.A. Kasperovich, L.A. Radkevich // Ekonomika i upravleniye. – 2009. – No. 1. – Minsk: MIU. – P. 29–32.