

Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка" включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Наказ Міністерства освіти і науки України від 29.12.2014 № 1528)

**Ефективна  
ЕКОНОМІКА**

Дніпропетровський державний  
аграрно-економічний університет



№ 6, 2013 [Назад](#) [Головна](#)

УДК 338.1+62

*И. Н. Крейдич,*  
*д. э. н., доцент, профессор кафедры теоретической и прикладной экономики,*  
*Национальный технический университет Украины «КПИ»*  
*О. Б. Гребец,*  
*к. э. н., преподаватель, Славянский колледж Национального авиационного университета*  
*К. М. Швец,*  
*аспирант, Национальный технический университет Украины «КПИ»*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В КОНТЕКСТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛИНГА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

*I. Kreidych,*  
*Doctor of Economics, docent, Professor of the Department of Theoretical and Applied Economics,*  
*National Technical University of Ukraine "KPI"*  
*O. Hrebets,*  
*PhD of Economics, lecturer, Slavic College of National Aviation University*  
*K. Shvets,*  
*postgraduate student, National Technical University of Ukraine "KPI"*

### DECISION'S MANAGEMENT SIMULATION IN THE USE OF THE STRATEGIC CONTROLLING SYSTEM THE MANUFACTURE OF MACHINERY CONTEXT

*Предложено моделирование развития машиностроительного предприятия с учетом взаимовлияния факторов на основе использования нечетких когнитивных карт. Предложенная модель взаимовлияния факторов функционирования машиностроительного предприятия, представленная в виде нечеткой когнитивной карты, отражает реальные тенденции развития экономической и производственной ситуации на предприятии. Результаты проведенного имитационного моделирования путем вычислительных экспериментов, полученные для предложенной модели, соответствуют существующей практике контроля и управления. Данную модель можно использовать для прогнозирования хозяйственной деятельности и для определения ожидаемых значений ряда параметров, которые необходимо контролировать для диагностики тенденций развития. Определены тенденции развития и состояние факторов развития производственной деятельности машиностроительного предприятия. Сформулированы практические рекомендации по выработке управленческих решений. Результаты решения на основе предложенной модели обратной задачи позволили определить распределение вкладываемых в развитие машиностроительного предприятия инвестиционных ресурсов для достижения требуемых результатов по интересующим аналитика факторам с одновременным контролем развития других факторов.*

*The simulation of the machine-building enterprise development, taking into account the mutual influence of factors based on the use of fuzzy cognitive maps, was proposed. The proposed model of the engineering enterprise's interference of functioning factors, presented in the form of fuzzy cognitive maps to reflect real trends in the development of economic and industrial situation in the enterprise. The obtained for the proposed model results of the imitation simulation, conducted by computational experiments, correspond to the current practice and control. This model can be used to predict economic activity and to determine the expected values of a number of parameters that must be monitored for diagnostic development trends. The development trends and the state of the engineering enterprise's industrial activity development factors were identified. The practical recommendations for the decision making management were formulated. The results of the solution, based on the proposed model of the inverse problem, allowed determining the distribution of the invested in the development of the engineering enterprise resources to achieve the desired results on the analyst's interest factors with simultaneous control of the development of other factors.*

**Ключевые слова:** *контроллинг, система контроллинга, управленческие решения, когнитивная карта, нечеткие когнитивные модели, концепты, дестабилизирующие факторы.*

**Keywords:** *controlling, controlling system, management decisions, cognitive map, fuzzy cognitive models, concepts, destabilizing factors.*

**Постановка проблемы.** Важнейшими подпроцессами, входящими в процесс контроллинга социально-экономических систем, являются следующие: выработка управляющих воздействий (управленческих решений), т.к. эффективные управленческие решения при их соответствующей реализации обеспечивают требуемое развитие предприятия, его конкурентоспособность в условиях быстрых внешних изменений; прогнозирование результатов реализации принятых решений, так как необходим объективный критерий оценки качества и реализуемости принимаемых решений, в отличие от простой интуиции, производственного опыта или здравого смысла лица, принимающего решения (ЛПР) [1-3].

Анализ состояния вопроса показал, что при выработке управленческих решений большинство его этапов являются слабоформализуемыми и субъективными, задачи и предметные области принятия решений имеют сложную иерархическую структуру, включают в себя множество соподчиненных факторов и нечетко определенных целей, а стоимость неправильного или неэффективного решения очень велика [1,2]. Таким образом, наилучший алгоритм поддержки принятия решений должен включать мероприятия, базирующиеся на опыте и знаниях менеджера, а также на использовании современных технологий автоматизированной поддержки принятия решений. Такое сочетание позволяет систематизировать и структурировать имеющуюся информацию, исследовать альтернативные варианты

решений и выбрать из них наиболее удачные. [4].

Для таких задач поддержки принятия решений, как получение критериальных оценок альтернатив, моделирование предпочтений ЛПР, выбор оптимального решения и др., существуют достаточно хорошо проработанные на сегодняшний день подходы к их моделированию – большинство таких подходов основано на математической теории принятия решений [5,6,7]. С другой стороны, для выработки эффективных управляющих воздействий на современное машиностроительное предприятие (МП) необходимо иметь математическую модель взаимозависимостей параметров его функционирования, хотя бы на качественном уровне отражающую тенденции его развития.

**Целью данной статьи** является разработка модели развития машиностроительного предприятия с учетом взаимовлияния факторов для получения прогнозов тенденций и контроля состояния факторов, интересующих аналитика.

**Изложение материала.** Основная сложность, возникающая при построении моделей социально-экономических систем, состоит в том, что аналитическое описание либо статистическое наблюдение зависимостей между входными и выходными параметрами таких систем затруднено, а зачастую невозможно, и приходится прибегать к субъективным моделям, основанным на экспертной информации, обрабатываемой с привлечением логики «здравого смысла», интуиции и эвристик. Научным направлением, лежащим в основе исследования задач, обладающих указанными характеристиками, является методология когнитивного моделирования [8]. Наиболее эффективным классом когнитивных моделей являются нечеткие когнитивные модели, хорошо зарекомендовавшие себя в задачах исследования структуры моделируемой системы и получения прогнозов ее поведения при различных управляющих воздействиях, с целью синтеза эффективных стратегий управления [1,4].

В качестве методологической основы для разработки такой модели целесообразно использовать подходы, базирующиеся на применении когнитивных карт [9,10]. В общем случае когнитивная карта представляет собой причинно-следственную сеть, отражающую какую-либо область знаний и допускающую следующее формальное представление:

$$G = \langle E, A \rangle,$$

где  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  – множество концептов,  $A$  – бинарное отношение на множестве  $E$ , задающее связи между ними.

Когнитивная карта строится на основании субъективных представлений экспертов о ситуации. Для практического использования в данной работе были приняты нечеткие когнитивные карты (НКК) В. Б. Силова [10]. Значения весов причинно-следственных связей можно получать с использованием методов построения функций принадлежности дискретных нечетких множеств. В качестве таких методов предлагается использовать метод парных сравнений (автор Т. Саати), основная идея которого – обработка суждений эксперта об относительном превосходстве степеней принадлежности различных элементов [11].

НКК допускает наглядное представление в виде взвешенного ориентированного графа, вершины которого соответствуют элементам множества  $E$  (концептам), а дуги – ненулевым элементам отношения  $A$  (причинно-следственным связям). Каждая дуга имеет вес, задаваемый соответствующим значением  $a_{ij}$ . Само отношение  $A$  представимо в виде матрицы размерности  $n \times n$  (где  $n$  – число концептов в системе), которая может рассматриваться как матрица смежности данного графа.

Моделирование саморазвития системы (в нашем случае – машиностроительного предприятия) на основе разработанной модели (нечеткой когнитивной карты) в ходе системного анализа и экспертного оценивания взаимовлияния факторов, выполняется на основе теории импульсных систем по следующему уравнению в матричном виде [9]:

$$x(t) = (I_N + A + A^2 + \dots + A^k + \dots + A^t) x(0)^T, \quad (1)$$

где  $x(t)$  – вектор-столбец значений факторов модели на  $k$ -м шаге моделирования;  $A$  – матрица взаимовлияния факторов (матрица смежности для НКК) размера  $n \times n$ ;  $I_N$  – единичная матрица размера  $n \times n$ , где  $n$  – количество факторов (концептов) в модели, построенной в виде НКК;  $x(0)$  – вектор значений начальных тенденций факторов (концептов) размером  $1 \times n$ .

Моделирование управляемого развития технико-экономической системы, для которой разрабатывается НКК, производится с использованием следующего уравнения в матричном виде [9]:

$$x(t) = (I_N + A + A^2 + \dots + A^t) x(0)^T + (I_N + A + A^2 + \dots + A^{t-1}) B u(0)^T, \quad (2)$$

где  $B$  – матрица размером  $n \times m$ , определяющая управляющие факторы в НКК (факторы, на развитие которых можно влиять путем вложения дополнительных ресурсов);  $u(0)$  – вектор первоначальных управляющих воздействий (денежных, материальных или технических ресурсов, имеющихся в концепте НКК).

Процесс когнитивного моделирования начинается с формирования экспертами списка концептов, наиболее значимых для рассматриваемой задачи. При этом полученная от экспертов информация должна быть обработана на предмет устранения двусмысленностей и повторений, а также согласования используемой терминологии. На следующем этапе эксперты должны установить причинно-следственные связи между концептами, с указанием для каждой связи ее характера (т.е. является она усиливающей или ослабляющей), и оценить силу каждого влияния [4,12].

Нечеткая когнитивная карта, описывающая взаимовлияние факторов производственной деятельности машиностроительного предприятия, строилась на основе опроса ряда экспертов в области управления предприятием. После согласования используемых экспертами терминов установлено, что на производственную деятельность машиностроительного предприятия в основном оказывают влияние факторы (концепты), которые приведены в табл. 1. Там же указаны оценки их текущего состояния (тенденции развития) в виде лингвистических термов [4].

**Таблица 1.**  
**Факторы, влияющие на производственную деятельность машиностроительного предприятия**

№ п.п.	Фактор модели	Начальный уровень развития
1	Компетентность и квалификация персонала	Ниже среднего
2	Уровень корпоративной культуры	Ниже среднего
3	Мотивация персонала	Низкий
4	Лояльность персонала к проводимым изменениям	Отрицательный низкий
5	Производительность труда на предприятии	Между «низкий» и «ниже среднего»
6	Маркетинговая активность предприятия	Ниже среднего
7	Анализ перспективных потребностей в продукции предприятия	Низкий
8	Доля продаж новой техники в общих продажах предприятия	Между «низкий» и «ниже среднего»
9	Время на проектирование и подготовку производства к выпуску новой техники	Выше среднего
10	Соответствие новой техники заявленным перспективным параметрам	Низкий
11	Технический и технологический уровень разрабатываемой новой техники	Ниже среднего

12	Доля узлов и деталей новой техники в объектах обработки технологических процессов	Средний
13	Адаптивность производственных подразделений к изменениям требований и структуры	Отрицательный низкий
14	<i>Эффективность управления развитием основных фондов и предприятия в целом</i>	<i>Низкий</i>
15	Эффективность управления организационной структурой предприятия	Отрицательный низкий
16	<b>Инвестиционная привлекательность предприятия</b>	<b>Между «низкий» и «ниже среднего»</b>
17	<b>Конкурентоспособность предприятия</b>	<b>Средний</b>
18	Ресурсное обеспечение логистики	Средний
19	<b>Рентабельность новой техники</b>	<b>Низкий</b>
20	<i>Уровень учета при проектировании современных тенденций в развитии техники и технологий</i>	<i>Между «низкий» и «ниже среднего»</i>
21	Эффективность управления запасами	Низкий
22	Координация деятельности подразделений	Отрицательный низкий
23	Степень износа элементов производственных фондов	Средний
24	<i>Уровень информационной среды предприятия</i>	<i>Средний</i>
25	<i>Эффективность процессов контроллинга на предприятии</i>	<i>Между «низкий» и «ниже среднего»</i>
26	Уровень потребительской активности	Низкий
27	Уровень экономической и маркетинговой активности конкурентов	Средний
28	<b>Степень финансовой устойчивости</b>	<b>Между «низкий» и «ниже среднего»</b>

Курсив указывает на факторы, тенденцию развития которых на данном предприятии можно регулировать добавлением дополнительных ресурсов. Жирным шрифтом помечены факторы, развитием которых планируется управлять. Управляющими факторами в данной модели являются факторы 3, 6, 14, 20, 24, 25, управляемыми факторами являются факторы 8, 10, 16, 17, 19, 28. Таким образом, были получены следующие вектора и матрицы.

Для перевода лингвистических термов (оценок экспертов) в числовые веса взаимовлияний факторов на знаковом взвешенном графе и в ходе имитационного моделирования используются следующие соответствия: «низкий» – 0.1; «ниже среднего» – 0.3; «средний» – 0.5; «выше среднего» – 0.7; «высокий» – 0.9 (соответственно, «отрицательный» означает отрицательное значение показателя, т.е. негативную тенденцию развития соответствующего фактора).

Вектор начальных тенденций (ресурсов) факторов модели, в соответствии с таблицей 1, определяется следующим образом:

$$\mathbf{x}(0) = [0.3 \ 0.3 \ 0.1 \ -0.1 \ 0.2 \ 0.3 \ 0.1 \ 0.2 \ 0.7 \ 0.1 \ 0.3 \ 0.5 \ -0.1 \ 0.1 \ -0.1 \ 0.2 \ 0.5 \ 0.5 \ 0.3 \ 0.2 \ 0.1 \ -0.1 \ 0.5 \ 0.5 \ 0.2 \ 0.1 \ 0.5 \ 0.2].$$

На следующем этапе эксперты, привлеченные для проведения исследований на машиностроительном предприятии (МП), устанавливали причинно-следственные связи между концептами, с указанием для каждой связи ее характера (положительная или отрицательная) и силы. После согласования используемых экспертами шкал для оценки текущего состояния факторов и весов их взаимовлияния, на основе полученных результатов была сформирована матрица взаимовлияний  $A$ . Она содержит усредненные (с учетом мнений всех экспертов) оценки интенсивности влияний, и на ее основе была построена НКК факторов хозяйственной деятельности машиностроительного предприятия.

Математический аппарат был реализован с помощью алгоритмического и программного обеспечения пакета символьного моделирования MatLAB (Matrix Library), так как он наилучшим образом приспособлен к операциям с матрицами и векторами [13].

Рассмотрим ситуацию саморазвития при гипотетически благоприятной ситуации, когда тенденции по всем факторам модели невелики, но положительны (при моделировании использовано значение «очень низкий» – 0.1). Развитие отдельных факторов модели приведено на диаграмме (рисунок 1). На рисунке 1 наиболее информативным этапом моделирования является 6-й этап, так столбцы диаграммы на этом этапе представляют собой установившиеся результаты развития факторов.

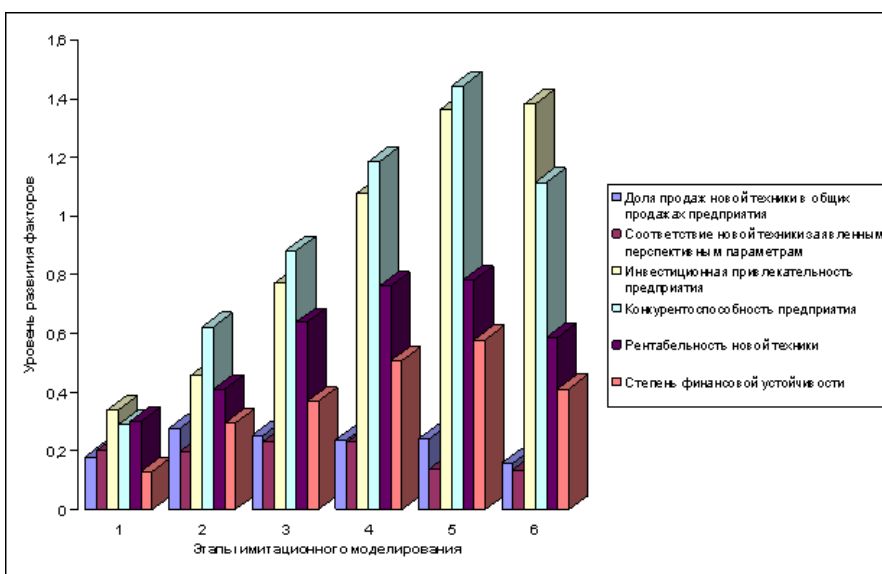


Рис. 1. Развитие отдельных факторов модели предметной области

По результатам моделирования факторы «Уровень корпоративной культуры» (2) и «Мотивация персонала» (3) имеют тенденцию отрицательного развития (3) или ухудшения до практической стагнации (2). В условиях отсутствия возможных дополнительных воздействий на факторы модели, сохраняются положительные тенденции повышения рентабельности МП (9) и степени финансовой устойчивости (19). Обеспечивается существенный рост факторов «Инвестиционная привлекательность предприятия» (16) и «Конкурентоспособность предприятия» (17), а также фактора «Ресурсное обеспечение логистики» (18). Однако, вследствие существенного ресурсного обеспечения 18, наблюдается снижение эффективности управления запасами (21). Ситуация с факторами 2, 3, «Эффективные управление запасами» (21) обусловлена повышенными затратами ресурсов на обеспечение эффективности производственной деятельности, на организационные мероприятия и управленческую деятельность. В ходе интенсивной производственной деятельности естественным образом возрастает износ производственного



6. Лепя С.В., Михеев С.К., Кривіцин В.В. Системи підтримки прийняття рішень. – Херсон : ХМД, 2006. – 234 с.
7. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде. - М.: Физматлит, 2004. – 423 с.
8. Лагереv Д.Г., Подвесовский А.Г. Особенности построения нечетких когнитивных карт для моделирования социально-экономических систем / Д.Г. Лагереv, А.Г. Подвесовский // Экономические проблемы становления рыночных отношений. Сборник материалов II международной научно-практической конференции. Часть 1. – Брянск: БГТУ, 2007. – С. 185-189.
9. Робертс Ф. С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экономическим задачам. – М.: Наука. – 1986. – 496 с.
10. Силев В.Б. Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. – М: ИНПРО-РЭС, 1995. – 228 с.
11. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 275 с.
12. Шемаєва Л.Г. Когнітивний підхід до прийняття рішень щодо взаємодії підприємства із зовнішнім середовищем у контексті стратегічного управління // Економіка розвитку. – 2004. – №1. – С. 99-104.
13. Дьяконов В.П. MATLAB 6. Учебный курс. – СПб.: Питер, 2001. – 592 с.

*Стаття надійшла до редакції 04.06.2013 р.*



ТОВ "ДКС Центр"