

УДК 65.681.51

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АДАПТИВНОГО МЕНЕДЖМЕНТА

А.И. ГУРКО¹

¹к.т.н., доцент кафедры «Инженерная экономика»
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. На основе общей абстрактной модели экономического объекта дано описание способа повышения ее адекватности за счет алгоритмов адаптивного менеджмента. В основу положена матричная информационная модель экономического объекта. Предложен алгоритм формирования матрицы абсолютных частот в процессе обучающей выборки, фиксирующий количество переходов экономического объекта в различные состояния, при действующих входных показателях.

Ключевые слова: менеджмент, адаптивный, моделирование, процессы, информационная модель.

THE ALGORITHM FOR SOLVING THE PROBLEM OF ADAPTIVE MANAGEMENT

A.I. GOURKO¹

¹ Phd, Associate Professor of the Department
of «Engineering Economics»
Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Annotation. Based on a general abstract model of an economic object, a description of a method for increasing its adequacy through adaptive management algorithms is given. It is based on a matrix information model of an economic object. An algorithm for generating a matrix of absolute frequencies in the process of training sampling is proposed, which fixes the number of transitions of an economic object into various states, given the current input indicators.

Key words: management, adaptive, modeling, processes, information model

Постановка задачи адаптивного менеджмента

Рассмотрим экономический объект с позиций теории информации. Он представляет собой шумящий информационный канал. Вход экономического объекта \vec{X} характеризуется его предысторией, показателями воздействия внешней среды и управляющих воздействий менеджмента. Показатели выхода \vec{Y} характеризуют состояние экономического объекта, установленное в результате входных воздействий \vec{X} .

Постановка задачи адаптивного менеджмента предполагает формулирование общей абстрактной модели экономического объекта, описание способа повышения ее адекватности за счет алгоритмов адаптивного менеджмента [1]. Главные функции менеджмента состоят в идентификации состояния экономического объекта, разработке и реализации управленческого решения для приведения объекта в требуемое, целевое состояние.

Задача эффективного менеджмента в терминах теории информации состоит в определении входных воздействий \vec{X}^* , которые с учетом сложившейся ситуации \vec{Y} , с наибольшей эффективностью переводят экономический объект в целевое состояние \vec{Y}^* .

Информационная модель адаптивного менеджмента

По сути, информационная модель менеджмента должна отображать взаимосвязи между: входными параметрами экономического объекта; факторами (показателями) внешней среды; и соответствующим им состояниям экономического объекта. Удобной формой представления такой модели является матричная форма. Рассмотрим матрицу строки, которой соответствуют входным показателям \vec{X} экономического объекта, а столбцы – соответствующим показателям состояния \vec{Y} (см. *таблицу 1*). В результате получим матрицу, элементами которой являются критерии влияния входных показателей X_i на перевод экономического объекта в состояние Y^j . Критерии I_i^j определяют содержание созданной информационной модели экономического объекта (таблица 1).

Таблица 1 – Матричная информационная модель экономического объекта для адаптивного менеджмента

входные показатели \vec{X}	состояния экономического объекта \vec{Y}				дифференцирующая мощность фактора
	1	...	j	...	
1	I_1^1	...	I_1^j	...	σ_1
...
i	I_i^1	...	I_i^j	...	σ_i
...
детерминированность состояния экономического объекта	σ^1	...	σ^j	...	σ

К полученным частным критериям I_i^j целесообразно применить предложенную академиком А. А. Харкевичем семантическую меру ценности, содержащейся в них информации. Количество информации в \vec{X} можно оценить по изменению целесообразного поведения экономического объекта, получившего это сообщение.

Именно целевое состояние экономического объекта, в которое он должен перейти в результате реализации полученного от менеджмента информационного сообщения, определяет его целесообразное поведение. Целевые состояния экономического объекта образуют подмножество множества его допустимых состояний. Это означает, что менеджмент может изменять целесообразность поведения, если в результате его воздействий изменяется вероятность перехода экономического объекта из текущего состояния в целевое.

Количество информации в сообщении I_i^j о наступлении события:

$$\{ \text{на объект действует входной параметр } X_i \} \\ \Rightarrow \{ \text{объект перейдет в состояние } Y^j \}$$

определим, воспользовавшись мерой Харкевича [2]:

– ценность информации, переданной менеджером (формула 1);

$$I_i^j = \log_2 \left(\frac{p_i^j}{p^j} \right) \quad (1)$$

где p_i^j - вероятность перехода экономического объекта в состояние Y^j под воздействием входного параметра X_i ;
 p^j - вероятность случайного перехода объекта в состояние Y^j .

— количество информации, переданной менеджером (формула 2);

$$I_i^j = \log_2 \left(\frac{p_i^j}{p_i} \right) \quad (2)$$

где, p_i^j - вероятность обнаружения входного параметра X_i при переходе экономического объекта в состояние;

p_i ; p_i - вероятность обнаружения входного параметра X_i при переходе объекта в любое конечное состояние \vec{Y} .

Формула (1) идентична формуле превышения полученного сигнала над помехой в информационном сообщении. Формула (2) показывает, что, получив признак X_i распознаваемого объекта, мы получили информационный сигнал о принадлежности этого объекта к классу Y^j (формула 3):

$$D_i^j = \log p_i^j \quad (3)$$

Адаптация модели экономического объекта

На основе матричной информационной модели экономического объекта для адаптивного менеджмента определим обучающую выборку для информации о действующих входных показателях \vec{X} . Таблица 2 представляет матрицу абсолютных частот $\|N_i^j\|$, обеспечивающую методом прямого счета переход экономического объекта из одного состояния в другое.

Таблица 2 – Матрица абсолютных частот

входные параметры \bar{X}	состояния экономиче- ского объекта \bar{Y}				сумма
	1	...	j	...	
1	N_1^1	...	N_1^j	...	N_1
...
i	N_i^1	...	N_i^j	...	N_i
...
сумма	N^1	...	N^j	...	N

Полученные элементы матрицы абсолютных частот N_i^j в процессе обучающей выборки фиксируют количество переходов экономического объекта в состояние Y^j при действующем входном показателе X_i .

Полный факторный эксперимент для экономического объекта невозможен. Е.В. Луценко выдвинул гипотезу, о достаточности использования на практике вариабельности обучающей выборки. Длительное практическое применение расширяет репрезентативность выборки [3, 4].

Используя данные матрицы абсолютных частот, вычислим значения вероятностей p^j и p_i^j (формула 4):

$$p^j = \frac{N^j}{N}; p_i^j = \frac{N_i^j}{N^j} \text{ или } p_i = \frac{N_i}{N}; p_i^j = \frac{N_i^j}{N_i} \quad (4)$$

Если полученные значения подставить в формулы (1) или (2) соответственно, то количество информации в сообщении можно оценить по формуле (5):

$$I_i^j = \log_2 \left(\frac{N_i^j \cdot N}{N_i \cdot N^j} \right) \quad (5)$$

Для дальнейшего использования проведем корректировку полученной величины на нормирующий коэффициент (формула 6):

$$I_i^j = K \cdot \log_2 \left(\frac{N_i^j \cdot N}{N_i \cdot N^j} \right) \quad (6)$$

где $K = \frac{\log_2 W}{\log_2 N}$ – нормирующий коэффициент для оценки количества полученной информации в битах.

W - количество возможных состояний экономического объекта;
 N - суммарное количество зарегистрированных входных параметров.

В соответствии с полученной матрицей абсолютных частот $\|N_i^j\|$ (таблица 2), используя формулу (6), можно адаптировать матрицу информативности входных параметров $\|I_i^j\|$. Полученные значения выражают статистическую меру связи параметров и являются *количественной мерой влияния* X_i на переход экономического объекта в состояние Y^j .

Алгоритм решения задачи адаптивного менеджмента

Между входными и выходными переменными состояния экономического объекта существуют динамические взаимосвязи. Их можно отобразить в виде профилей входных параметров и состояний. Пересчет матрицы абсолютных частот $\|N_i^j\|$ должен осуществляться каждый раз при изменении экспертных оценок или корректировке объема обучающей выборки.

Это инициирует пересчет матрицы информаций $\|I_i^j\|$. Строка матрицы $\|I_i^j\|$ содержит количество информации о переходе экономического объекта в различные состояния Y^j при воздействии параметра X_i . В свою очередь столбец матрицы $\|I_i^j\|$ содержит количество информации о переходе экономического объекта в состояние Y^j , содержащееся в каждом из возможных входных параметров X_i .

Используя данные матрицы $\|I_i^j\|$ можно сделать расчет влияния входных параметров управляющих воздействий менеджмента на переход экономического объекта в различные возможные состояния с использованием обучающей выборки.

Обсуждение результатов

Предложенная модель позволяет описывает поведение экономического объекта в зависимости от нескольких входных параметров. При этом при определении переходного состояния экономического

объекта используется векторный аргумент, называемый интегральным критерием (формула 7):

$$I^j = f(\vec{I}_i^j) \quad (7)$$

Это лишь общий вид. Для решения задач менеджмента необходимо уточнить аналитический вид интегрального критерия. Необходимо представить интегральный критерий в виде, удобном для эффективного решения задачи менеджмента [5].

Если предположить, что количество информации является аддитивной функцией частных критериев (1), то интегральный критерий можно представить в виде скалярного произведения (формула 8):

$$I^j = \langle \vec{I}_i^j \times \vec{L}_i \rangle \quad (8)$$

Представим это произведение в координатной форме (формула 9):

$$I^j = K \cdot \sum_{i=1}^A I_i^j \times L_i \quad (9)$$

где $\vec{I}_i^j = \{I_i^j\}$, профиль состояния j экономического объекта;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$ – профиль текущего состояния экономического объекта, задается булевыми переменными (формула 10):

$$L_i = \begin{cases} 1, \text{ входной параметр есть} \\ 0, \text{ входного параметра нет} \end{cases} \quad (10)$$

Полученный интегральный критерий оценки переходного состояния экономического объекта состоит из суммарного количества информации, содержащейся во входных параметрах. Для того, чтобы определить состояние экономического объекта при многофакторном входном (в том числе управляющем) воздействии на него, необходимо решить задачу поиска максимума интегрального критерия (формула 11):

$$j^* = \underset{j \in J}{\operatorname{argmax}} (\langle \vec{I}_i^j \times \vec{L}_i \rangle) \quad (11)$$

Надо выбрать состояние экономического объекта, с максимальным значением интегрального критерия. Затем менеджеру необходимо решить обратную задачу: определить эффективные входные параметры воздействия X_i , переводящие экономический объект в заданное целевое состояние Y^j . При этом, входные параметры X_i можно разделить на две группы: управляемые (управляющие воздействия менеджмента); неуправляемые, но влияющие на состояние экономического объекта. К неуправляемым входным параметрам, которые должны учитываться при выработке управляющего воздействия менеджером, относят: заданные технологические параметры экономического объекта; параметры ситуации и факторы предыстории ситуации.

Ценность признаков в матрице $\|I_i^j\|$ для идентификации и прогнозирования состояния экономического объекта определяется на этапе обучения. Целесообразно учитывать влияние предыстории развития ситуации. Для этого необходимо выполнить классификацию актуальных состояний, которые отличаются своей предысторией и определить дополнительные показатели предыстории.

При известном целевом состоянии можно составить список управляющих воздействий, упорядоченный по влиянию управляющих воздействий на перевод объекта в целевое состояние. Кроме того, для эффективного выбора можно группировать альтернативы с максимальным влиянием на переход объекта в целевое состояние.

Входные параметры используются для сравнения влияния, которое они оказывают на поведение экономического объекта. В свою очередь, состояния сопоставляются по тем входным переменным, которые содействуют или противодействуют переходу экономического объекта в эти состояния. Выполняя анализ различимости экономических объектов по входным параметрам или анализ устойчивости управления, оперируют классами распознавания и диагностическими признаками. Применяют методы ранжирования, кластерного анализа, сопоставления содержания информационных профилей, анализа и синтеза семантических сетей, когнитивные диаграммы и др. [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Saah, P., Mbohwa, C., & Madonsela, N. S. (2024). The Role of Adaptive Management in the Resilience and Growth of Small and Medium Size Enterprises. *International Review of Management and Marketing*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.32479/irmm.15139>
2. Харкевич, А. А. Избранные труды в 3-х томах. Том 3. Теория информации. Оpozнание образов / А. А. Харкевич. – М.: Наука, 1973. – 524 с.
3. Симанков, В.С., Луценко, Е.В., Лаптев, В.Н. Системный анализ в адаптивном управлении: Монография (научное издание). /Под науч. ред. В.С. Симанкова. Ин-т совр. технол. и экон. – Краснодар, 2001. – 258 с.
4. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос». Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.
5. Rogers, P. and Macfarlan, A. (2020). What is adaptive management and how does it work? Monitoring and Evaluation for Adaptive Management Working Paper Series, Number 2, September. Retrieved from: www.betterevaluation.org/monitoring_and_evaluation_for_adaptive_management_series.

REFERENCES

1. Saah, P., Mbohwa, C., & Madonsela, N. S. (2024). The Role of Adaptive Management in the Resilience and Growth of Small and Medium Size Enterprises. *International Review of Management and Marketing*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.32479/irmm.15139>
2. Harkevich, A. A. Izbrannyye trudy v 3-h tomah. Tom 3. Teoriya informacii. Opoznanie obrazov / A. A. Harkevich. – М.: Nauka, 1973. – 524 s.
3. Simankov, V.S., Lucenko, E.V., Laptev, V.N. Sistemnyj analiz v adaptivnom upravlenii: Monografiya (nauchnoe izdanie). /Pod nach. red. V.S. Simankova. In-t sovr. tekhnol. i ekon. – Krasnodar, 2001. – 258 s.
4. Lucenko E.V. Universal'naya kognitivnaya analiticheskaya sistema «Ejdos». Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s.

5. Rogers, P. and Macfarlan, A. (2020). What is adaptive management and how does it work? Monitoring and Evaluation for Adaptive Management Working Paper Series, Number 2, September. Retrieved from: www.betterevaluation.org/monitoring_and_evaluation_for_adaptive_management_series.