

$$\frac{k_{15} + k_{12} + k_{14}}{k_{41}} = \frac{y_0}{x_0} + \frac{s_0}{x_0} k_{21} + (1 - \sigma) \frac{h_0}{x_0} < \frac{y_0}{x_0} \ll 1 \quad (13)$$

З нерівності (6.13) маємо оцінки:

$$\frac{k_{12}}{k_{41}} \ll 1; \frac{k_{15}}{k_{41}} \ll 1 \quad (14)$$

Нарешті, додаючи рівняння системи (6.7) дістанемо:

$$x_0 k_{15} = h_0 \quad (15)$$

Рівність (15) відображає інтегральну умову матеріального балансу:

у стаціонарному режимі кількість речовини, що надходить до системи ззовні повинна дорівнювати кількості, яка її залишає. Таким чином доведено, що між коефіцієнтами системи (7) завжди виконуються співвідношен-

ня, що визначаються формулами (10), (12), (14). Величини  $\frac{k_{14}}{k_{41}}$ ;  $\frac{k_{12}}{k_{41}}$ ;  $\frac{k_{15}}{k_{41}}$ ;  $\frac{k_{12}}{k_{21}}$ , зокрема, можуть розгляда-

тись як малі параметри системи.

## ВИСНОВКИ

Камерна модель дала змогу обчислити малі параметри системи переносу важких металів у системі ґрунт-рослина, що відрізняється найбільшою складністю через строкатість ґрунтових умов і фізіологічні відміни різних видів рослин. Наведені, у якості прикладу, обчислення і порівняльні емпіричні дані щодо чотирьох трав'янистих рослин).

Визначені параметри можуть слугувати складовими більш складних моделей міграції, включаючи кінцевий елемент висхідної гілки міграційного процесу (тобто поза участю редуцентної ланки) – аж до людського організму, що надає можливості прогнозувати відміни забруднення рослинної й тваринної продукції на однорідному ґрунтовому фоні в залежності від видового складу рослинного покриву, і вплив навколишнього середовища на стан здоров'я реципієнтів.

За різних ландшафтно-географічних умов, така модель дозволяє прогнозувати можливий перерозподіл елементів, які поступили до системи, в залежності від багатьох факторів, зокрема таких як час та інтенсивність дії джерела забруднення та чутливість рослин до тих чи інших типів забруднення, і надає можливість враховувати відміни у механізмах міграції елементів за фенофазами рослин.

## Джерела та література

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 42 с.
2. Бортник Л.М., Ричак Н.Л., Черваньов І.Г. Забруднення ґрунтів великого міста та засади його моніторингу (на прикладі Харкова) // Укр. геогр. Журнал. –1996. – № 1. – С. 96–104.
3. Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу. – Львів: Простір, 1998. – 356 с.
4. Генник Я.В. Нагромадження важких металів у ґрунтах та фітоценозах зеленої зони міста Львова.- Автореф. дис. канд. с.-г. наук. – Львів, 1994. – 20 с.
5. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтно-екології. – К.: Либідь, 1994. – 222 с.
6. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект. – Чернівці: Чернівецьк. ун-т, 2002. – 271 с.
7. Малишева Л.М. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану території. – К.: КНУ, 1998. – 224 с.
8. Перельман А.И. Геохимия. – М.: ВШ, 1989. – 527 с.
9. Тютюнник Ю.Г. Ландшафтно геохимический анализ атмосферного загрязнения большого города тяжелыми металлами. Автореферат дис. канд. геогр. наук. – К., 1987. – 18 с.

**Василенко В.А.**

## ТЕКУЩАЯ ДИАГНОСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

**Постановка проблеми.** Потерю устойчивости развития предприятий вызывает появление проблемных ситуаций, которые возникают под действием внешних (макроэкономических, отраслевых, социально-политических и др.) факторов, так и путем воздействия внутренней среды (менеджмент, производственные процессы, финансовое состояние, маркетинг, ресурсы), создающие реальную угрозу жизнедеятельности рассматриваемой организации. Причины, способствующие неблагоприятным изменениям на предприятии, могут быть различными. Однако симптомы воздействия, как правило, общие: нарушение устойчивости, потеря прибыльности, рост издержек, падение конкурентоспособности, уменьшение доли рынка. При этом ухудшение одного из показателей функционирования предприятия влечет за собой быстрое и негативное изменение множества других, в результате чего происходит стремительное падение экономических позиций предприятия. Очевидно, что своевременное распознавание (диагностика) признаков опасных кризисов и их локализация составляют основу эффективной системы антикризисного менеджмента.

**Анализ последних исследований и публикаций** подтверждает, что диагностирование состояния предприятия, его способности к выживанию и успешной хозяйственной деятельности в настоящее время приобретает важнейшее значение [1,2,3,4,5,6]. Большинство известных авторов [1,2,3,4,6] рассматривают пробле-

му диагностики состояния предприятия сквозь призму его банкротства, практически не уделяя внимания ранним стадиям зарождения проблемных ситуаций, хотя справедливости ради некоторые исследователи из упомянутых работ затрагивают отдельные аспекты диагностирования деятельности предприятий в начальных стадиях кризиса. Наиболее глубоко исследует данную проблему Я. А. Фомин, применяя мощный математический аппарат теории распознавания образов [5]. Данный подход, несомненно, имеет огромное значение для развития теории диагностики, но, к сожалению, весьма ограничен к применению на практике из-за сложности предлагаемых методов. В этих условиях возникает необходимость разработки такой методики диагностики состояния предприятия и его отдельных видов деятельности (в первую очередь производственной), которая бы позволяла определять его способность к устойчивому развитию в любой период времени  $t_i$  с достаточной надежностью получаемых результатов и сравнительной простотой.

**Целью настоящей работы** является разработка метода диагностирования фактического состояния исследуемого объекта и тенденции его изменения в будущем для своевременной выработки оперативных управленческих решений по устойчивому развитию анализируемой системы.

**Изложение основного материала.** Своевременное ситуационное реагирование не только на возникновение проблемных ситуаций, но и на угрозу их появления (что значительно лучше) возможно только на основе хорошо поставленной диагностики, которая в привязке к системе менеджмента определяется как: своевременное распознавание симптомов, признаков и причин приближающегося кризиса. Диагностика состояния предприятия, отдельных его составляющих или показателей производственно-хозяйственной деятельности организации является неотъемлемым элементом системы менеджмента. Эффективность диагностики существенно зависит от требований, предъявляемых к системе распознавания, поставленной цели, задач и последовательности этапов ее выполнения. К системе диагностики предъявляются три важнейших требования:

- 1) своевременность распознавания кризисных явлений;
- 2) достоверность результата распознавания;
- 3) непрерывность процесса диагностики.

Для корректной оценки состояния объекта диагноза необходима разработка базовых параметров (система критериев или классификации допустимых отклонений основных параметров исследуемых явлений). Это позволяет сравнивать состояние выбранного объекта с какой-либо его нормой (стандартом предприятия) или эталоном с тем, чтобы выявить наличие отклонений и определить их величину.

Пусть в качестве исходной информации имеется реалистичный план производства по  $m$  характеристическим показателям, отражающих деятельность предприятия, в виде функциональных зависимостей  $x_i(t)$ ,  $i = \overline{1, m}$ , заданных аналитически или таблично в некоторых таких точках  $t, j = \overline{1, n}$ .

Будем считать, что, используя такие данные можно оценивать их с точки зрения устойчивости протекания производственного процесса (коэффициенты устойчивости, индексы), соответствующему текущему или оперативному плану. При этом предполагаем, что плану поставлен в соответствие некоторый критерий (показатель, диагностируемый признак)  $y_k(x)$ . Качество решения (устойчивость) оценивается по совокупности противоречивых частных критериев, образующих  $s$ -мерный вектор  $y(x) = \{y_k(x)\}_{k=1}^s$ , который определен на множестве возможных решений  $x \in R^m$  состоящих из векторов  $x = \{x_i\}_{i=1}^m$   $m$ -мерного евклидова пространства, компоненты которых могут принимать только дискретные значения  $x_i = x_i^j$ ,  $j = \overline{1, J_i}, i = \overline{1, m}$ . По природе величин  $x_i$ ,  $i = \overline{1, m}$  задана векторная связь  $G(x) \leq 0$ .

То есть требуется определить  $x^* \in X$ , которые при заданных условиях, связях и ограничениях оптимизирует вектор эффективности  $y(x)$ .

Пусть все критерии требуют минимизации, неотрицательны и ограничены

$$M = \{y | 0 \leq y_k(x) \leq A_k, k = \overline{1, s}\}. \quad (1)$$

Тогда

$$x^* = \arg \min_{x \in X} Y[y(x)], \quad (2)$$

где  $Y[y(x)]$  – скалярная функция (скалярная свертка частных критериев), вид которой зависит от выбранной схемы компромиссов.

В разных ситуациях ранг «наиболее важного» критерия может приобретать различные частные критерии.

Под ситуацией понимают  $C = \langle r; x \rangle$ , где  $r$  отражает внешнее воздействие,  $r \in R$  – множество всевозможных факторов.

При этом напряженность ситуации отражает меру близости относительных частных критериев к своим предельным значениям

$$\xi_k(r, x) = A_k - y_k(r, x), k = \overline{1, s}. \quad (3)$$

Универсальной сверткой, которая является выражением схемы компромиссов, адаптирующихся к ситуации, может быть свертка по нелинейной схеме компромиссов

$$Y(y) = \sum_{k=1}^s A_k [A_k - y_k(x)]^{-1}, \quad (4)$$

выражающая принцип «подальше от ограничений». Нелинейная схема компромиссов удовлетворяет условие парето-оптимальности [7]. В эту схему могут включаться линейные свертки по части критериев с коэффициентами важности критериев ( $c$ ), которые задаются до начала оптимизации при их достаточной надежности

$$F_l = \sum_{k=1}^l c_k y, \quad \sum_{k=1}^l c_k = 1 \quad (5)$$

так и свертки по нелинейной схеме компромиссов

$$Y(\alpha, y) = \sum_{k=1}^s \alpha_k [A_k - y_k(x)]^{-1} \quad (6)$$

или

$$Y(\alpha, y_0) = \sum_{k=1}^s \alpha_k [1 - y_{0k}(x)]^{-1}, \quad y_0 = \frac{y}{A}, \quad (7)$$

$$\alpha_k \geq 0, \quad \sum_{k=1}^s \alpha_k = 1.$$

Если нет никаких предварительных данных о равноценности критериев, то

$$\alpha_k = \frac{1}{s}, \quad k = \overline{1, s},$$

$$Y(y_0) = \sum_{k=1}^s [1 - y_{0k}(x)]^{-1} \quad (8)$$

или

$$Y(y) = \sum_{k=1}^s A_k [A_k - y_k(x)]^{-1} \quad (9)$$

Здесь целесообразно ввести кластеризацию по группам критериев. Для каждой из групп можно получать новые критерии по схеме нелинейных компромиссов, а затем из них формировать («склеивать») обобщенный критерий.

Стандартизация критериев (нормировка с помощью монотонного по Гермейеру преобразования) примет вид

$$y_{0k}(x) = \begin{cases} \frac{y_k^* - y_k(x)}{y_k^* - y_{k \min}}, & \forall k \in K_1 \\ \frac{y_k(x) - y_k^*}{y_{k \max} - y_k^*}, & \forall k \in K_2 \end{cases}, \quad (10)$$

где  $K_1$  – множество максимизируемых критериев;

$K_2$  – множество минимизируемых критериев

$$y_k^* = \begin{cases} y_{\max}, & k \in K_1 \\ y_{\min}, & k \in K_2 \end{cases}, \quad y_{0k}(x) \in [0, 1]. \quad (11)$$

Задача оценки эффективности планов – проблема, от успешного решения которой зависит достоверность выводов о научной значимости результатов (организационная, технологическая, экономическая, социальная, экологическая и другие эффективности) планируемых и выполненных работ (показатели).

Адекватным способом оценивания разработанного плана может быть принят метод эмпирических оценок, хотя в этом случае могут возникнуть определенные трудности, связанные с многокритериальностью задачи (формализацией, определением размерности и качественного состава вектора критериев). При этом можно выделить следующие группы критериев:

1) общие; 2) организационно-экономические; 3) научно-технические; 4) социальные; 5) экологические и др.

Удобной геометрической характеристикой оценки лучшего плана является профиль планов по сформированным критериям (геометрический образ оцениваемого плана), который базируется на основе сравнения матриц показателей для разных запланированных результатов.

Пусть задана матрица нормированных показателей  $\tilde{x}_i(t)$ ,  $i = \overline{1, m}$  или матрица показателей  $\tilde{x}_i(t_j)$ ,  $j = \overline{1, n}$ ;  $i = \overline{1, m}$ .

Тогда текущие показатели  $x_i(t)$ ,  $i = \overline{1, m}$  можно выбирать из условия

$$\sum_{i=1}^m (x_i(t_j) - \tilde{x}_i(t_j))^2 \rightarrow \min, \quad \forall j = \overline{1, n} \quad (12)$$

на множестве  $G(x) \leq 0$ ,

где  $x = (x_1, \dots, x_m)$ .

Для выбора действий на основе сравнения плановых и текущих (фактических) показателей в любой момент времени  $t$  рассмотрим подход, позволяющий использовать моделируемые текущие показатели, получаемые в процессе квазиреального эксперимента с целью изучения устойчивости реализации производственного процесса и получения его нового приближения к плану.

Управление отклонениями текущих (фактических) показателей от плановых (заданных) величин может производиться следующим образом. Пусть задан реалистичный план по  $m$ -показателям в виде функциональных зависимостей  $x_i(t)$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ ,  $t \in [t_0, T]$ .

Отображения  $x_i(t)$  могут быть заданы таблично в точках  $t_j$ ,  $j = \overline{1, n}$  или аналитически.

$j$	1	2	3	...	$n$
$x_{ij}$	$x_{i1}$	$x_{i2}$	$x_{i3}$		$x_{in}$

$i = \overline{1, m}$

Предположим, что в момент  $t = t_k$ ,  $k = \overline{1, n}$ ,  $k < n$  известны значения показателей  $\tilde{x}_{ik}$ ,  $i = \overline{1, m}$  и необходимо принимать управленческие решения по корректировке показателей в последующих периодах.

Отклонение от плановых показателей  $x_{ik} - \tilde{x}_{ik}$  могут быть как меньше нуля, так и больше. Причем, отклонения как в одну, так и другую стороны нежелательны: чрезмерный рост показателя на данном этапе может приводить к перерасходу ресурсов и падению показателей на следующем этапе; на исправление падения показателя также требуется расходы дополнительных ресурсов.

Можно предположить, что заданы некоторые оценки для отклонений  $(x_{ik} - \tilde{x}_{ik}) \leq \varepsilon_{ik}$ , которые отражают устойчивость плановых показателей или введена  $\varepsilon$  - окрестность точки  $x_k = (x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk}) \in R^m$ , т.е.  $\varepsilon$  - «трубка», за пределы которой точка  $\tilde{x}_k = (x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk}) \in R^m$  выходить не должна (рис.)

$$y_k(x) = \|x_k - \tilde{x}_k\|^2 = \sum_{i=1}^m (x_{ik} - \tilde{x}_{ik})^2 \leq \varepsilon^2. \quad (13)$$

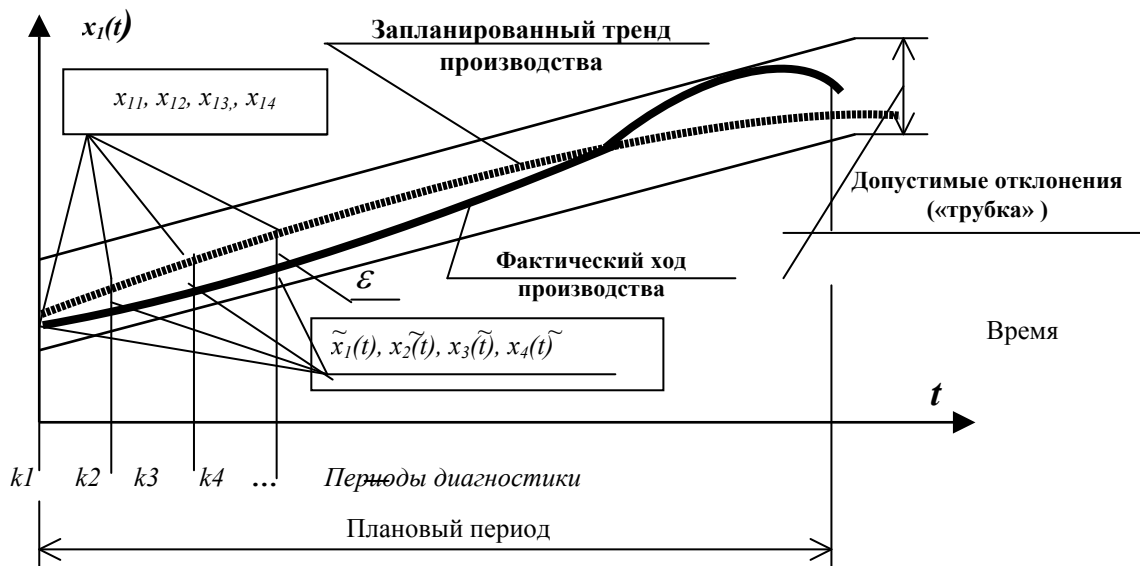


Рис. Принципиальная схема оценки отклонений

В зависимости от характера показателей могут быть введены и другие оценки, например,

$$\max_{1 \leq i \leq m} |x_{ik} - \tilde{x}_{ik}| \leq \varepsilon \quad (14)$$

или

$$\sum_{i=1}^m \alpha_{ik} |x_{ik} - \tilde{x}_{ik}| \leq \varepsilon \quad (15)$$

или

$$\sum_{i=1}^m \alpha_{ik} (x_{ik} - \tilde{x}_{ik})^2 < \varepsilon, \quad (16)$$

где коэффициенты  $\alpha_{ik} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m$ ;  $\sum_{i=1}^m \alpha_{ik} = 1$  характеризуют важность того или иного

показателя.

Рассмотренный случай соответствует локальному отклонению на  $k$ -м этапе и не учитывает предысторию и возможный прогноз, т.е. величин  $\tilde{x}_{ik-p}, \dots, \tilde{x}_{ik-1}, \tilde{x}_{ik}, \tilde{x}_{ik+1}, \dots, \tilde{x}_{ik+q}$ .

Считая, что задача прогноза решена, для прогнозируемого управления можно выбрать оценку

$$\sum_{s=-p}^q \left( \sum_{i=1}^m (x_{ik+s} - \tilde{x}_{ik+s})^2 \right) < \varepsilon. \quad (17)$$

Каждый из рассмотренных критериев может использоваться в схеме нелинейных компромиссов или иерархической схеме нелинейных компромиссов с предварительной кластеризацией критериев (признаков), т.е. отклонений от плана.

**Выводы.** Плановым  $m$  показателям отвечает матрица  $X = \{x_{ij}\}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$ , а текущим показателям – матрица  $\tilde{X}_k = \{\tilde{x}_{ij}\}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, k}, k \leq n, \tilde{X}_n = \tilde{X}$ . Выбор удачного управления, соответствующего близости матрицы текущих показателей  $\tilde{X}_k$  может оцениваться различными методами (регрессивного анализа, методами распознавания образов и др.). Наиболее интересным может быть метод, основанный на восстановлении матрицы  $\tilde{X}$  и последующем сравнении матриц  $X$  и  $\tilde{X}$ .

На каждом новом этапе  $k+1, k+2, \dots$  происходит уточнение и согласование текущих значений прогнозируемых и плановых показателей.

Таким образом, диагностика позволяет выявлять причинно-следственные связи в дисфункциях менеджмента и переходить к построению прогнозной модели устойчивого развития производственного процесса и в целом всего предприятия. Следовательно, диагностика должна рассматриваться как рефлексивная технология управления, которая на ранних стадиях развития кризисных ситуаций выступает методологической основой модели, связывающей современный менеджмент и динамичную экономическую действительность предприятия.

### Источники и литература

1. Антикризисное управление: Учебник / Под ред. Э.М. Короткова. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 432с.
2. Лігоненко Л.О. Антикризисове управління підприємством: теоретико-методологічні засади та практичний інструментарій. – К.: Київ. нац. торг.-екон. Ун-т, 2001. – 580 с.
3. Родионова Н.В. Антикризисный менеджмент: Уч. пособие для вузов – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 273 с.
4. Трененков Е.М., Дведенидова С.А. Диагностика в антикризисном управлении / Менеджмент в России и за рубежом. – 2002. – №1. – С. 3–19.
5. Фомин Я. А. Диагностика кризисного состояния предприятия: Учеб. Пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 349 с.
6. Экономическая стратегия фирмы: Учебное пособие / Под ред. Засл. деят. науки РФ, докт. экон. наук, проф. А.П. Градова. – 2-е изд. испр. и доп. – СПб.: Специальная литература, 1999. – 589 с.
7. Воронин А.Н., Энажданов Ю.К., Козлов А.И. Векторная оптимизация динамических систем. – Киев: Техника 1999. – 284 с.