

В. Л. ЛИСИЦКИЙ, канд. техн. наук,
Н. Г. ФОНТА, аспирант НТУ «КПИ»

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статті розглядаються питання створення інформаційної технології, що дає змогу в інтерактивному режимі «користувач - ПЕОМ» розпізнавати проблемні ситуації, які виникають в процесі функціонування промислового підприємства.

В статье рассматриваются вопросы создания информационной технологии, которая дает возможность в интерактивном режиме «пользователь - ПЭВМ» распознавать проблемные ситуации, которые возникают в процессе функционирования промышленного предприятия.

In the article the questions of creation information technology are considered which enables in an interactive mode «user - PC » to distinguish problem situations, which arise during functioning of the industrial enterprise.

Введение. В процессе обеспечения заданного уровня конкурентоспособности (КС) предприятия возникают проблемные ситуации (ПС), связанные с увеличением отклонения фактической (прогнозной) траектории изменения уровня КС от плановой [1]. Рост возможностей компьютеров, средств телекоммуникаций, ввода-вывода, хранения данных обуславливает рост объемов информации, которые можно использовать для обнаружения и распознавания ПС. При этом традиционные схемы прямого использования данных в процессах диагностики текущей хозяйственной деятельности предприятия становятся все менее эффективными. В связи с этим актуальной проблемой использования компьютерных технологий для диагностики функционирования предприятия является перевод информационных технологий (ИТ) из области количественной обработки данных в зону содержательных аспектов функциональной диагностики хозяйственной деятельности предприятия в условиях конкурентной среды.

Постановка задачи. Объектом диагностики является хозяйственная деятельность промышленного предприятия, имеющего в своем распоряжении ограниченные ресурсы необходимого ассортимента и преобразующего их в соответствии с имеющимися технологиями в промышленные товары заданного заданной номенклатуры, стремящегося на продолжительном временном интервале обеспечить плановый уровень КС. Создаваемая диагностическая система должна устанавливать связь между фактом роста разрыва между фактической (прогнозной) и плановой траекторией изменения уровня КС и возможными причинами, обуславливающими этот разрыв. Возникшая и обнаруженная ПС может быть вызвана воздействием внешней

среды (ВС) на предприятие, воздействием предприятия на ВС, внутренним состоянием предприятия, определяемым его морфологией, структурой, функциями, сильными и слабыми сторонами и т. д. Взаимодействие этих факторов в комплексе и определяет зарождение и рост разрыва, складывающуюся ПС, может служить основой для ее распознавания. В связи с этим ставится задача создания ИТ, интегрирующей в себе количественные модели функционирования предприятия и экспертные процедуры распознавания ПС в сложных динамических условиях хозяйствования, характеризующихся иерархическими структурами, содержащими осязаемые и неосозаемые, количественные и качественные факторы влияния.

Общая схема решения задачи. Разработка интегрированной ИТ диагностики ПС требует структуризации процесса функциональной диагностики хозяйственной деятельности предприятия, путем выделения типовых стадий и этапов. Это позволяет детализировать предметную технологию (ПТ) функциональной диагностики текущей деятельности предприятия, проанализировать возможности создания на ее основе информационной технологии, контролирующей наибольшее число N различных классов ПС. Так как при выработке управленческих решений по преодолению возникшей ПС предполагается использовать технология вывода, основанную на прецедентах, то процедура функциональной диагностики функционирования предприятия состоит из следующих шагов:

- Формирование семейства классов акторов, взаимодействие которых определяет ПС (неблагоприятные факторы, акторы – функциональные зоны предприятия, сценарии – формализованные модели реализации компонент экономической стратегии, дерево целей, содержащее глобальную цель предприятия, его главные и основные цели).
- Построение опорной иерархической модели влияния компонент стратегии, функциональных зон на рост разрыва между плановой и фактической (прогнозной) траекториями изменения уровня КС предприятия.
- Коррекция опорной иерархической модели с учетом условий сложившейся внутренней и внешней обстановки. При коррекции иерархической модели множество Φ функциональных зон и множество C компонент стратегии базовой модели не изменяются. Состав и вероятности осуществления возможных сценариев поведения ВС, состав существенных основных целей предприятия формируются экспертами на основании анализа ВС, условий функционирования предприятия и перспектив его развития.

На рис. 1 представлена иерархическая модель влияния слабых сторон стратегий функциональных зон на не достижение основной цели с номером k :

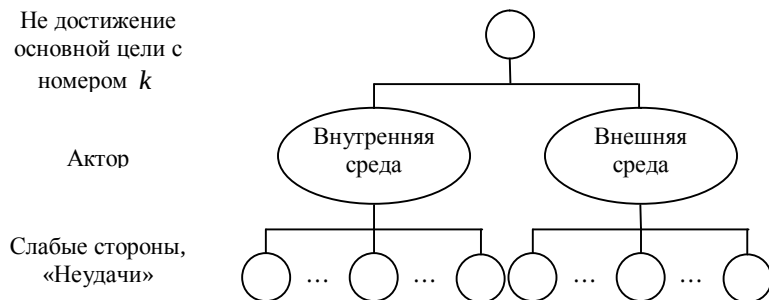


Рис. 1. Иерархическая модель влияния слабых сторон стратегий функциональных зон на не достижение основной цели с номером k

С целью выделения существенных ключевых факторов по критерию «Неудачи», для каждой основной цели с номером k , $k = \overline{1, N_0}$, где N_0 - число основных целей, на основании иерархической модели представленной на рисунке определяют глобальные приоритеты слабых сторон стратегий функциональных зон. Осуществляют их ранжирование по ослаблению влияния на основную цель с номером k . В этом ряду каждая сторона с номером i занимает место с номером i_k , $k = \overline{1, N_0}$, $i = \overline{1, N_1}$, где N_1 - число сторон. Полученные результаты заносят в таблицу 1. В таблице 1 величина $m_i = \sum_{k=1}^{N_0} i_k$, $i = \overline{1, N_1}$, а значимость $d_i = m_i / \sum_{j=1}^{N_1} m_j$, определяет усредненную интенсивность влияния слабой стороны с номером i на процесс не достижения всех основных целей.

Таблица 1

Влияние слабых сторон стратегий функциональных зон на основные цели предприятия

Номер стороны	Номер места стороны					Сумма мест стороны	Значимость стороны
	Номер основной цели						
	1	...	k	...	N_0		
1	$(1)_1$	...	$(1)_k$	...	$(1)_{N_0}$	m_1	d_1
i	$(i)_1$	...	$(i)_k$	...	$(i)_{N_0}$	m_i	d_i
N_1	$(N_1)_1$	...	$(N_1)_k$	...	$(N_1)_{N_0}$	m_{N_1}	d_{N_1}

Чем больше значимость d_i , тем существеннее роль i -й стороны. Проранжировав слабые стороны по степени убывания их значимости, выделив в построенном ряду первые слабые стороны, суммарная значимость которых составляет $0,8 \pm x$, получают семейство базовых ключевых факторов неудач.

Для визуального анализа ключевых факторов используется лепестковая диаграмма представленная на рис. 2:

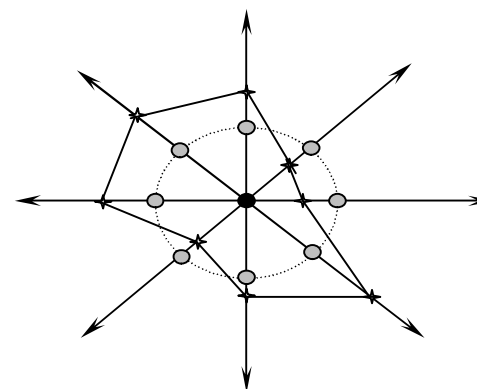


Рис. 2. Диаграмма влияния для анализа значимостей ключевых факторов

На диаграмме направление определяет ключевой фактор с номером i .

Окружность с радиусом $d = \frac{1}{\tilde{N}_k} \sum_{j \in N_k} d_j$, где N_k - множество базовых

ключевых факторов, $\tilde{N}_k$ - число элементов множества N_k , определяет равновесное влияние фактора на все основные цели. Ломаная кривая определяет фактическое влияние ключевых факторов на основные цели. Анализ на основе рис. 2 свойств базовых ключевых факторов позволяет выделить семейство опорных ключевых факторов, используемое при адаптации иерархической модели, влияния стратегий функциональных зон предприятия на отклонение фактической траектории КС от плановой по критерию «Неудачи».

- Определение глобальных приоритетов функциональных зон и сценариев осуществления компонент экономической стратегии предприятия. Для этого, используя скорректированную иерархическую модель, применяют экспертную процедуру метода анализа иерархий.
- Формирование изображения проблемной ситуации. Используя глобальные приоритеты функциональных зон и компонент стратегии

предприятия, полученные с учетом влияния ВС формируют списки функциональных зон и компонент стратегии по степени убывания их значимости и выделяют первые элементы списков, суммарная значимость которых $0,8 \pm x$. В результате для текущей ПС получают множество C_n ключевых компонент C_i стратегии и множество Φ_n ключевых функциональных зон Φ_j предприятия, на основе которых формируют бинарное отношение $R_n = C_n \times \Phi_n \subset C \times \Phi$, определяющее ключевые цепочки влияния Φ_j и реализации стратегии C_i на изменение разрыва Δ между плановой и фактической траекториями изменения КС предприятия. Если m_i - глобальный приоритет $C_i \in C$, $i = \overline{1, n}$, n - мощность C , a_i - глобальный приоритет функциональной зоны $\Phi_j \in \Phi$, $j = \overline{1, m}$, m - мощность множества Φ , и, кроме того, $\langle C_i, \Phi_j \rangle \in R_n$, то мера $p_{ij} = m_i + m_j$ характеризует потенциальные возможности влияния

$\langle C_i, \Phi_j \rangle$ на рост разрыва Δ . Среднее значение $\bar{p} = \left(\sum_{\langle C_i, \Phi_j \rangle \in R_n} p_{ij} \right) / k$, где

k - мощность бинарного отношения R_n , определяет средний потенциал влияния $\langle C_i, \Phi_j \rangle$ на рост разрыва Δ . Разность $\Delta_{ij} = p_{ij} - \bar{p}$ определяет «напряжение», дополнительно создаваемое $\langle C_i, \Phi_j \rangle$ и направленное на увеличение разрыва Δ . Матрицу $A = (a_{ij})$ $i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$ с элементами a_{ij} , определяемыми формулой

$a_{ij} = \begin{cases} \Delta_{ij}, & \langle C_i, \Phi_j \rangle \in R_n \\ 0, & \langle C_i, \Phi_j \rangle \notin R_n \end{cases}$, отражает взаимодействие факторов,

определяющих сложившуюся ПС. Визуальное представление ПС осуществляется путем формирования матрицы R с элементами r_{ij} $i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$ определяемые формулой:

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, & a_{ij} > 0 \\ 0, & a_{ij} = 0 \\ -1, & a_{ij} < 0 \end{cases} \quad (1)$$

- Распознавание ПС. Оно осуществляется по степени близости изображения B^T текущей ПС к изображениям эталонных изображений B^l типовых ПС, образующих классы T_l , $l = \overline{1, H}$, H - число контролируемых типов ПС. Степень близости изображений B^T и B^l определяется коэффициентом корреляции g_p^l :

$$g_p^l = \sum_{i=1}^{N_2} \sum_{j=1}^{N_1} [R_{ij}^T * R_{ij}^l] / \left[\left(\sum_{i=1}^{N_2} \sum_{j=1}^{N_1} R_{ij}^T \right) \left(\sum_{i=1}^{N_2} \sum_{j=1}^{N_1} R_{ij}^l \right) \right]^{1/2}. \quad \text{Если } g_p^l \text{ не}$$

превышает порогового значения $h_0 + x$, x - допустимая погрешность, то ПС относят к классу T_l . Если класса T_l не существует, то формируют новый класс T_{H+1} контролируемых ПС.

- Формирование нового класса T_{H+1} . Для этого изображение B^T переводят в разряд эталонных изображений и оно в дальнейшем рассматривается как эталонное изображение $B^{H+1} = B^T$ ПС, образующих класс T_{H+1} .

Описанная процедура положена в основу ПТ распознавания ПС, которая включает в себя следующие стадии и этапы:

Первичная стадия. Содержит два этапа:

Этап 1.1. Разработка форм первичных документов:

- Классификатор первичных документов.
- Классификатор сценариев поведения внешней среды.
- Классификатор функциональных зон.
- Классификатор главных целей функциональных зон.
- Классификатор основных целей функциональных зон.
- Классификатор ключевых факторов по критерию «Успехи».
- Классификатор ключевых факторов по критерию «Неудачи».
- Классификатор сценариев, реализующих составляющие экономической стратегии предприятия.
- Классификатор эталонных изображений контролируемых ПС.
- Классификатор экспертов.
- Классификатор анкет для опроса экспертов: для оценки локальных приоритетов всех объектов на всех уровнях иерархии заполняются Вопрос-Анкеты.
- Статистика о хозяйственной деятельности предприятия.

Этап 1.2. Сбор и регистрация данных, необходимых для ведения первичных документов.

Подготовительная стадия. Создание машинных носителей информации и передача данных на обработку. Этот этап необходим при распределенной обработке информации в локальной сети и глобальной сети Internet.

Основная стадия. Она отражает содержательную обработку данных, связанную с реализацией экспертной процедуры функциональной диагностики текущей деятельности предприятия, включает следующие этапы.

Этап 3.1. Построение с учетом текущей информации опорной иерархической модели по критерию «Неудачи»:

Подэтап 3.1.1. Задание перечня сценариев развития внешней среды;

Подэтап 3.1.2. Задание перечня главных целей;

Подэтап 3.1.3. Задание перечня основных целей;

Подэтап 3.1.4. Задание перечня функциональных зон;

Подэтап 3.1.5. Задание перечня ключевых факторов «Неудач»;

Подэтап 3.1.6. Задание перечня составляющих экономической стратегии.

Подэтап 3.1.7. Задание указанных перечней осуществляется на основе информации, хранящейся в классификаторах.

Этап 3.2. Коррекция опорной иерархической модели с учетом сложившейся обстановки:

Подэтап 3.2.1. Задание семейства сценариев ожидаемого поведения внешней среды и вероятностей их осуществления.

Подэтап 3.2.2. Выделение множества существенных основных целей функциональных зон предприятия. Осуществляется экспертами на основании изучения ими деятельности предприятия, условий его функционирования и перспектив развития.

Подэтап 3.2.3. Выделение множества существенных ключевых факторов по критерию «Неудачи».

Этап 3.3. Реализация на основе скорректированной опорной иерархической модели экспертной процедуры метода анализа иерархий для оценки глобальных приоритетов всех функциональных зон из множества Φ и всех сценариев из множества C . Для этого выполняют следующие операции:

Подэтап 3.3.1. Заполнение анкет экспертными высказываниями суждений о мере различия объектов всех уровней иерархической модели. Проведение парных сравнений приводит к получению - квадратной таблицы (матрицы парных сравнений), элементы которой определяются на основании шкалы относительной важности, приведенной в [2-4].

Для каждого уровня иерархии с помощью экспертов строят матрицы парных сравнений. Элементом матрицы является относительная важность элемента, стоящего слева, относительно элемента, стоящего наверху. Для получения каждой матрицы эксперт или лицо, принимающее решение, выносит $n(n-1)/2$ суждений (здесь n – порядок матрицы парных сравнений).

Для повышения степени объективности и качества процедуры принятия решений целесообразно учитывать мнения нескольких экспертов. С этой целью проводится групповая экспертиза [2,5]. Для агрегирования мнений r экспертов, имеющих одинаковую значимость, применяется среднегеометрическое, вычисляемое по следующему соотношению:

$$a_{ij}^A = \sqrt[r]{a_{ij}^1 * \dots * a_{ij}^s * \dots * a_{ij}^r} \quad (2)$$

где a_{ij}^A - агрегированная оценка элемента, принадлежащего i -й строке j -му столбцу агрегированной матрицы A парных сравнений;

r - число матриц парных сравнений, каждая s -я из которых составлена одним s -м экспертом, $s = \overline{1, r}$.

Подэтап 3.3.2. Вычисление локальных приоритетов. На основании полученной матрицы парных сравнений определяют локальные приоритеты всех элементов иерархии. Для этого находят мажорирующий корень (собственное значение матрицы A) и собственный вектор матрицы A , отвечающий мажорирующему корню [2].

Подэтап 3.3.3. Оценка согласованности суждений. Однородность суждений оценивается индексом согласованности (ИС) или отношением согласованности (ОС) в соответствии со следующими выражениями:

$$ИС = (I_{\max} - n)/(n - 1) \quad (3)$$

$$ОС = ИС / СИ \quad (4)$$

где $СИ$ – индекс согласованности, сгенерированный случайным образом по от 1 до 9 обратносимметричной матрицы A с соответствующими обратными величинами элементов, представлен в работе [3,4].

В качестве допустимого используется значение $ОС \leq 0,10$, если для матрицы парных сравнений отношение однородности $ОС > 0,10$, то это свидетельствует о существенном нарушении логичности суждений, допущенном экспертом при заполнении матрицы, поэтому эксперту, предлагается пересмотреть данные, использованные для построения матрицы, чтобы улучшить однородность.

Подэтап 3.3.4. Синтез глобальных приоритетов функциональных зон и составляющих экономической стратегии. Используя иерархический синтез вычисляются глобальные приоритеты, на каждом уровне иерархии начиная со второго уровня [2].

Этап 3.4. Формирование изображения ПС.

Этап 3.5. Распознавание ПС:

Заключительная стадия.

Этап 4.1. Разработка форм выходных документов:

- Классификатор выходных документов.

- Классификатор сценариев преодоления ПС.

Этап 4.2. Заполнение выходных документов результатной информацией для аппарата управления предприятием.



Рис. 3. Функциональная структура информационной технологии

Для реализации предметной технологии функциональной диагностики необходима разработка автоматизированной информационной технологии, индивидуальные приложения и функциональная информация которой локализуется на уровне автоматизированного рабочего места (АРМ) локальной вычислительной сети, а автоматизированная централизованная база данных предприятия используется для эффективной информационной поддержки. Информационное обеспечение АРМ предусматривает

организацию его информационной базы, регламентирует его информационные связи и предполагает состав и содержание всей системы информационного отображения. Функциональная структура информационной технологии представлена на рис. 3.

Выводы. Разработана предметная технология функциональной диагностики ПС в процессе функционирования предприятия, которая лежит в основе информационной технологии диагностики ПС. Реализация информационной технологии диагностики ПС предполагается в виде АРМ специалиста по диагностике.

Список литературы: 1. Фонта Н. Г., Лисицкий В. Л. Ранее обнаружение проблемных ситуаций в процессе хозяйственной деятельности предприятия, функционирующего в конкурентной среде // Східно-європейський журнал передових технологій. - 2007. - №1. - С12-22. 2. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. - М.: Финансы и статистика, 2000. - 368 с. 3. Саати Т. Принятие решений: метод анализа иерархий: Пер с англ. - М.: Радиосвязь, 1993. - 320 с. 4. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1991. - 224 с. 5. Сваткин М. З., Мацута В. Д., Рахдлин К. М. Группы качества на машиностроительных мероприятиях. - Л.: Машиностроение, 1988. - 141 с.

Поступила в редколлегию 10.04.08

УДК 621.384.6

И. И. МАРЧЕНКО, аспирант НТУ «ХПИ»

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ АЗОТИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЯ

Методами комп'ютерного моделювання досліджено вплив оксидного слою на ефективність іонного азотування алюмінію. Були отримані профілі проникнення іонів азоту з енергією 1-5 кеВ у алюміній при різних товщинах оксидного слою. Обчислені інтегральні коефіцієнти розпилення мішені.

Методами компьютерного моделирования исследовано влияние толщины оксидного слоя на эффективность ионного азотирования алюминия. Были получены профили проникновения ионов азота с энергией 1-5 кэВ в алюминий при различных толщинах оксидного слоя. Рассчитаны интегральные коэффициенты распыления мишени.

The influence of the oxide layer thickness on the effectiveness of the ion nitriding of aluminum is investigated by the methods of computer simulation. The profiles of the penetration of nitrogen ions with the energy 1-5 keV into aluminum were obtained for different oxide layer thicknesses. The integral sputtering ratios of the target are calculated.

Введение. Алюминий широко применяется в автомобилестроении, судостроении и аэрокосмической индустрии. Использование этого материала