

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
УКРАИНЫ

ISSN 0453-7998

ISSN 0234-5110

ВЕСТНИК



Харьковского
Государственного
Политехнического
Университета

Выпуск 51

ХГПУ 1999

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

Вестник

Харьковского государственного политехнического университета

**Выпуск 51. Системный анализ, управление и
информационные технологии**

Основан в 1961 г.

Харьков 1999

Системний аналіз, управління і інформаційні технології: **Вісник Харківського державного політехнічного університету**. Збірка наукових праць. Випуск 51. — Харків: ХДПУ: 2000. — 156 с.

У віснику представлені теоретичні та практичні результати наукових досліджень та розробок, що виконані викладачами вищої школи, аспірантами, науковими співробітниками різних організацій та підприємств.

Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів.

В вестнике представлены теоретические и практические результаты научных исследований и разработок, выполненных преподавателями высшей школы, аспирантами, научными сотрудниками различных организаций и предприятий.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов.

Редакційна колегія: *М.Д.Годлевський*, д-р техн. наук, проф. (відп.ред.); *Л.Г.Раскін*, д-р техн. наук, проф. (заст. відп. рсд.); *М.І.Безменов*, канд.техн.наук, доц. (відп.сскр.); *Є.Є.Александров*, д-р техн. наук, проф.; *Є.Г.Голоскоков*, д-р техн. наук, проф.; *А.В.Дабаян*, д-р техн. наук, проф.; *В.Я.Заруба*, д-р екон. наук, проф.; *Ю.Т.Костенко*, д-р техн. наук, проф.; *І.В.Кононенко*, д-р техн. наук, проф.; *О.С.Куценко*, д-р техн. наук, проф.; *Л. М. Любчик*, д-р техн. наук, проф.; *Г.А.Сухоруков*, д-р техн. наук, проф. ; *Ю.В.Шкварко*, д-р техн. наук, проф.; *М.О.Ястребенецький*, д-р техн. наук, проф.

Адреса редакційної колегії: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21, Харківський державний політехнічний університет, кафедра управління, тел.: (0572) 40 - 01- 03.

**Рекомендовано до друку Вченою радою ХДПУ,
протокол № 6 від 25.06.99р.**

И.П. ГАМАЮН, канд. техн. наук

АЛГОРИТМ ВЫЯВЛЕНИЯ СИСТЕМНЫХ СВОЙСТВ В ПОДМНОЖЕСТВАХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В статті пропонується алгоритм, який дозволяє обґрунтувати припущення дослідника відносно наявності системних властивостей у підмножині елементів складної технічної системи при автоматизованому синтезі структурованого зображення такої системи.

Исследование сложных технических систем с точки зрения того, как устроена конструкция системы, возможно на основе пространственной реальной декомпозиции, которая предусматривает физическое расчленение системы на совокупность материальных подсистем. При этом одним из важнейших требований к формированию подсистем является то, что подмножество элементов, составляющих подсистему, необходимо рассматривать как некоторую систему, к которой предъявляются определенные технические условия. С точки зрения конструктивно-технологического подхода подмножество элементов является системой тогда и только тогда, когда выполняются четыре основных универсальных свойства [1]:

- все элементы ограничены в перемещениях по всем координатным направлениям $\pm \xi \in x, y, z$;
- каждый элемент ориентирован относительно других элементов;
- все элементы связаны между собой;
- конструкция, состоящая из исследуемого подмножества элементов, собирается.

Очевидная необходимость автоматизированного синтеза структурированного представления конструкции сложной технической системы обуславливает актуальность разработки алгоритма выявления указанных свойств. Основу предлагаемого алгоритма составляют: представления связей типа фиксированное и нефиксированное сопряжение соответственно в матрицах C_{ij} , H_{ij} ; процедуры анализа структуры

конструкции системы – процедура транспонирования и процедура достижимости; алгоритм сборки-разборки [2].

Пусть исследователь конструкции технической системы из множества элементов этой системы $D = \{d_i | i \in \overline{1, n}\}$ выделяет некоторое подмножество $D_k = \{d_{i_1}, d_{i_2}, \dots, d_{i_k}\}$, которое по его предположению может быть подсистемой. Для обоснования такого предположения необходимо показать, что для конструкции, состоящей из элементов подмножества D_k , выполняются указанные четыре универсальных свойства. Алгоритм для выявления этих свойств представляет собой последовательность следующих действий.

1. Формируются матрицы $L_{z\xi}$, строки которых представляются как множества

$$\{d_j \in D_k | L_{z\xi}^i(d_j) = C_{z\xi}^i(d_j) \cup H_{z\xi}^i(d_j)\},$$

где $L_{z\xi}^i(d_j)$ – определяющее свойство в форме высказывания “элемент d_i имеет прямую связь типа фиксированное сопряжение или типа нефиксированное сопряжение с элементом d_j в координатном направлении $\pm \xi$ ”.

$$\text{Если } \forall \pm \xi \in x, y, z, \forall i (d_i \in D_k) \{d_j \in D_k | L_{z\xi}^i(d_j)\} \neq \emptyset,$$

то первое свойство выполняется. В противном случае не выполняется.

Действительно, для того, чтобы первое свойство выполнялось в конструкции, состоящей из элементов подмножества D_k , необходимо, чтобы каждый элемент из D_k был ограничен в перемещениях по всем координатным направлениям. Ограниченность перемещения обуславливается наличием прямых связей типа фиксированное или нефиксированное сопряжение данного элемента с другими элементами подмножества D_k .

Второе свойство выполняется в конструкции, состоящей из подмножества элементов D_k , путем выявления тех элементов, которые определяют положение данного элемента. К числу таких элементов относятся те, с которыми данный элемент $d_i \in D_k$ непосредственно сопрягается своими поверхностями, а также те, с которыми элемент d_i имеет размерную связь. В рамках введенных понятий эти элементы

относится к таким, с которыми элемент $d_i \in D_k$ имеет прямую связь типа фиксированное сопряжение. Поэтому множество элементов, определяющее положение элемента $d_i \in D_k$, формируется как строка матрицы P следующего вида

$$\left\{ d_j \in D_k \mid P^i(d_j) = \bigcup_{z \in X, Y, Z} C_{z\xi}^i(d_j) \right\},$$

где $P^i(d_j)$ – определяющее свойство “элемент d_i имеет прямую связь типа фиксированное сопряжение с элементом d_j по крайней мере в одном из координатных направлений $\pm \xi \in X, Y, Z$ ”, которое всегда истинно.

Кроме матрицы P аналогично могут быть сформированы матрицы $P_{z\xi z \eta}$ ($\pm \xi, \eta \in X, Y, Z, \xi \neq \eta$). Соответствующие элементу d_i строки матриц $C_{z\xi}$ или $P_{z\xi z \eta}$ определяют множество элементов, которое составляет схему базирования элемента d_i .

2. Третье свойство – свойство “связности” интерпретируется следующим образом. Любое перемещение каждого элемента $d_i \in D_k$ в любом из координатных направлений $\pm \xi \in X, Y, Z$ должно вызывать соответствующее перемещение всех остальных элементов подмножества D_k . Такое перемещение обуславливается наличием не только прямых связей типа фиксированное сопряжение или нефиксированное сопряжение, но и скрытых связей тех же типов. Поэтому проверка выполнимости свойства “связности” для подмножества элементов D_k может быть реализована с помощью процедуры достижимости. Для такой проверки по каждому координатному направлению $\pm \xi \in X, Y, Z$ формируются матрица $DS(L_{z\xi})$, где DS – оператор достижимости. В каждой i -ой строке матрицы $DS(L_{z\xi})$, соответствующей элементу $d_i \in D_k$, в случае выполнения свойства “связности”, должны быть записаны все элементы подмножества D_k за исключением элемента d_i . Формально это означает следующее:

$$\text{если } \forall \pm \xi \in X, Y, Z, \forall i (d_i \in D_k) \left\{ d_j \in D_k \mid DS(L_{z\xi})^i(d_j) \right\} = D_k - i,$$

то третье свойство – свойство “связности” выполняется. В противном случае не выполняется.

3. Четвертое свойство может быть выявлено на основе реализации алгоритма “сборки-разборки” исследуемой конструкции, состоящей из элементов подмножества D_k [2]. Если существует по крайней мере одна последовательность сборки-разборки, допустимая с точки зрения основных конструктивно-технологических условий – условий доступа и базирования, то это может свидетельствовать о выполнимости четвертого свойства. В противном случае, когда не существует указанной последовательности, то четвертое свойство не выполняется.

В целом реализация алгоритма выявления системных свойств конструкции сводится к реализации последовательности указанных действий на основе матриц $C_{z\bar{z}}$, $H_{z\bar{z}}$, задающих прямые связи фиксированное и нефиксированное сопряжение соответственно.

Если все четыре свойства выполняются, то исследуемое подмножество элементов D_k может рассматриваться как система.

Если, по крайней мере, одно из свойств не выполняется, то сначала необходимо проверить исходные данные, зафиксированные в матрицах $C_{z\bar{z}}$, $H_{z\bar{z}}$. После выявления и исправления ошибок необходимо повторно реализовать алгоритм. Если исследователь уверен в отсутствии ошибок и по-прежнему, по крайней мере, одно из свойств не выполняется, то подмножество элементов D_k нельзя рассматривать как систему. Сделанное предположение относительно того, что подмножество D_k можно рассматривать как систему, не является обоснованным. Его нужно отвергнуть и выдвинуть новое предположение о составе подмножества D_k .

Список литературы: 1. Челищев Б.Е., Боброва И.В., Гонсалес-Сабатер А. Автоматизация проектирования технологии в машиностроении. М., 1987. 264с. 2. Гамаюн И.И. Эвристический алгоритм сборки-разборки сложной машиностроительной конструкции// Механика и машиностроение. 1998., №1. С. 15-20.

Поступила в редакцию 03.11.98

**СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ
СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ
НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

В статті розглянута постановка задачі ситуаційного управління розвитком складної системи в умовах невизначеності на прикладі системи водозабезпечення міста Харкова. Підхід ґрунтується на теоріях нечітких множин та еволюційній концепції розвитку.

Кризисные явления в экономике Украины прежде всего выражаются в спаде производства. Это требует рассмотрения и решения множества актуальных проблем, связанных с исследованием подходов к решению задач управления сложными социально-экономическими объектами (СЭО). В работах [1,2] нами показано, что постановка задачи управления сложного СЭО должна охватывать все его структурные элементы и в первую очередь производственную систему как основу существования и развития СЭО.

В данной работе рассматривается постановка задачи ситуационного управления развитием производственной системы в условиях неопределенности. В качестве объекта исследования выбрана система водоснабжения г. Харькова.

Характерной чертой задачи является наличие фактора неопределенности, который выражается в недостатке данных о поведении как самой системы, так и внешней среды. Для описания неопределенностей, возникающих в системе водоснабжения авторами предложено использование аппарата нечетких множеств [3].

Рассмотрим подход к формулированию постановки задачи ситуационного управления развитием системы водоснабжения города в условиях неопределенности. Система водоснабжения состоит из множества A (мощностью n) - активных и множества B (мощностью m) - пассивных элементов. Активность элемента показывает факт его непосредственного участия в процессе производства или потребления воды (насосные станции, очистные сооружения конечные потребители воды), а пассивность означает транспортирование и распределение воды между потребителями (магистральные водопроводы) [4]. Для описания процесса развития сложной системы в условиях неопределенности авторами предлагается модель - DSGEM (Development Spin Glass Evolution Model - Эволюционная спиновая модель развития) [1,2]. Каждый элемент множества A представляется в виде гиперсферы, которая имеет определенное направление вращения, то есть спин (spin). В дальнейшем ограничимся рассмотрением шара в трехмерном пространстве. Ось вращения шара будет характеризоваться углами α , β и γ относительно осей X , Y , Z . Тогда модель DSGEM можно представить в виде спинового стекла Хопфилда [5]. Элементы спинового стекла (элементы множества A) взаимодействуют с друг другом через

менты множества В и характеризуются значением внутренней минимальной энергии $E_{\min i}$, которая необходима для вращения спина. Элементы множества А обладают значением спина $S_i = f_i(\alpha, \beta, \gamma)$, $i = \overline{1, n}$, принимающего четкое значение в интервале от -1 (если вращение строго против часовой стрелки) до +1 (если вращение строго по часовой стрелке). Понятие вращения шара (понятие спина) авторами трактуется как процесс производства (потребления) воды, а ось вращения - как ориентация элемента множества А в сети водоснабжения для подачи воды в определенном направлении. Энергия взаимодействия спинов в общем случае это четкая функция вида [3]:

$$E_{ij}(t) = \varphi_{ij}(S_i, S_j, E_{\min i}, E_{\min j}, \Sigma_{ij}^{\mu}, \Theta), \quad i, j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где φ_{ij} - четкая функция энергии взаимодействия спинов i и j ; S_i - значение спина i -го элемента, S_j - значение спина j -го элемента, t - момент времени взаимодействия, Σ_{ij}^{μ} , $\mu = \overline{1, m}$, $i, j = \overline{1, n}$ - величина, показывающая влияние μ -го элемента множества В на процесс взаимодействия спинов (если $\Sigma_{ij}^{\mu} = 0$, то $E_{ij}(t) = 0$); Θ - четкая величина воздействия в момент времени t внешней среды (в системе водоснабжения воздействие Θ обусловлено наличием хронологических, метеорологических и организационных факторов).

В системе водоснабжения могут возникать два типа ситуаций штатные и аварийные. При этом, штатная ситуация может привести систему водоснабжения как к штатной ситуации так и к аварийной. Штатная ситуация в системе водоснабжения в момент времени t описывается множеством $\{E_{ij}(t)\}$, $i, j = \overline{1, n}$. Возможны следующие варианты штатных ситуаций: $E_{ij}(t) < 0$, $i, j = \overline{1, n}$ - i -й спин отдает энергию j -му спину (i -й элемент множества А согласно своей ориентации передает водный ресурс j -му элементу), $E_{ij}(t) > 0$, $i, j = \overline{1, n}$ - i -й спин принимает энергию от j -го спина (i -й элемент множества А согласно своей ориентации получает водный ресурс от j -го элемента), $E_{ij}(t) = 0$, $i, j = \overline{1, n}$ - i -й и j -й спины непосредственно не взаимодействуют (i -й и j -й элементы непосредственно не связаны $\Sigma_{ij}^{\mu} = 0$, $i, j = \overline{1, n}$, $\mu = \overline{1, m}$).

В любой момент времени t i -й спин характеризуется значением энергии:

$$E_i(t) = \sum_{j=1}^n E_{ij}(t) = E_i^+(t) + E_i^-(t), \quad i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

где $E_i^+(t)$, $i = \overline{1, n}$ - суммарная энергия, принимаемая от других спинов, $E_i^-(t)$, $i = \overline{1, n}$ - энергия, отдаваемая другим спинам. Значение $E_i^-(t) = 0$ в формуле (2) указывает на то, что в процессе взаимодействия i -й элемент в момент времени t нахо-

дится в аварийном состоянии, т.е. не способен производить или потреблять конечный продукт.

Текущая штатная ситуация в системе водоснабжения характеризуется также значениями полной энергии спинов и полной энергии взаимодействия:

$$E_{DSGES}(t) = \eta \sum_i W_i E_i(t), \quad (3)$$

$$E(t) = \eta \sum_{ij} W_{ij} E_{ij}(t), \quad (4)$$

где W_i , $i = \overline{1, n}$ - весовой коэффициент i -го спина; η - коэффициент пропорциональности; W_{ij} , $i, j = \overline{1, n}$ - весовой коэффициент связи спинов i и j .

Аварийная ситуация в системе водоснабжения описывается множеством $\{E_i(t)\}$, $i = \overline{1, n}$ если: $E_i(t) \leq E_{\min i}$, $i = \overline{1, n}$ (i -й элемент не справляется с производством, следовательно произошла авария в нем или в связанных с ним элементах множества В); $|\eta W_i E_i(t)| = E_{DSGES}(t)$, $i = \overline{1, n}$ - i -й элемент «монополично» производит конечный продукт, а остальные элементы в аварийном состоянии. Ситуация $E_i(t) > E_{\min i}$, $i = \overline{1, n}$ соответствует штатной (идет производство (потребление) конечного продукта i -м элементом).

Каждый спин стремится к максимизации энергии - $E_i^+(t)$, $i = \overline{1, n}$ (получение воды) и минимизации энергии - $E_i^-(t)$, $i = \overline{1, n}$ (передача воды), что соответствует удовлетворению потребностей конечного потребителя. Тогда в целом модель DSGEM стремится к минимизации полной энергии взаимодействия спинов - $E(t)$.

Модель DSGEM имеет следующие основные достоинства. Во-первых, DSGEM позволяет описать процесс эволюции системы водоснабжения к устойчивому состоянию, которому соответствует минимум полной энергии взаимодействия спинов. Устойчивое состояние трактуется авторами как функционирование системы водоснабжения в заданном режиме без появления аварийных ситуаций. Тогда DSGEM можно использовать как имитационную модель поведения системы в условиях неопределенности. На параметры, характеризующие устойчивое состояние, оказывают влияние значения матрицы весовых коэффициентов W_{ij} , $i, j = \overline{1, n}$ и матрицы минимальных энергий $E = \{E_{\min i}\}$, $i = \overline{1, n}$. Это связано с тем, что DSGEM, эволюционируя, обязательно приходит в одно из устойчивых состояний, описываемых значениями элементов матриц W и E . Во-вторых, существуют методы имитации отжига и упругой петли, позволяющие перевести DSGEM в устойчивое состояние с минимумом полной энергии [5]. В-третьих, предложенный подход удобен для построения имитационной модели функционирования производственной системы сложного СЭО как бизнес-системы в виде взаимодействующих бизнес-процессов согласно методологии реинжиниринга [6].

Постановку задачи ситуационного управления развитием сложной системы в условиях неопределенности сформулируем следующим образом: построить про-

грамму развития сложной системы, описываемой моделью DSGEM, из начальной ситуации (штатной или аварийной) $S_0 = \{E_i(T_0)\}_0$, $i = \overline{1, n}$ в момент времени T_0 в заданную штатную ситуацию $S_k = \{E_i(T_k)\}_k$, $i = \overline{1, n}$ в момент времени T_k согласно заданной цели развития сложной системы.

В работе решение задачи ситуационного управления развитием сложной системы в условиях неопределенности рассматриваются как совокупность решений следующих подзадач: определение цели развития сложной системы, построение эталонной программы развития сложной системы; идентификация текущей ситуации; управление сложной системой в аварийных ситуациях.

Определение цели развития достигается применением игрового подхода. Авторами разработана игровая модель, в которой в качестве стратегий участников представлены варианты решения двухкритериальной задачи. Первый критерий описывает затраты системы на локализацию и ликвидацию аварийной ситуации, второй - затраты взаимодействующих с данной системой конечных потребителей в случае возникновения аварийной ситуации. Выигрыш игрока зависит от степени его близости к эталонному решению, выбранному группой экспертов [6].

Результатом решения задачи ситуационного управления сложной системой в условиях неопределенности является создание информационной технологии в виде экспертно-обучающей системы поддержки принятия решений по управлению системой водоснабжения в аварийных ситуациях [6]. Основой такой системы является база знаний, сформированная в виде набора нечетких когнитивных схем. Когнитивные схемы предназначены для представления эвристических знаний по устранению аварийных ситуаций в системе водоснабжения.

Таким образом, в работе сформулирована постановка задачи ситуационного управления сложной системой в условиях аварийности и неопределенности, предложены пути ее решения.

Список литературы: 1. *Голоскоков А.Е., Орехов С.В.* Управление развитием сложных социально-экономических объектов на основе теории спинового стекла // Инф. технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье: Сборник науч. трудов ХГПУ. Вып. 6. Ч. 1.- Х.: ХГПУ. -1998. - с. 223 - 227. 2. *Голоскоков А.Е., Орехов С.В.* Моделирование процесса конкурентной борьбы // Инф. технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье: Сборник науч. трудов ХГПУ. Вып. 6. Ч. 1.- Х.: ХГПУ. - 1998 - с. 228 - 230. 3. *Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В.* Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. М.: Радио и Связь, 1989. - 308 с. 4. *Евдокимов А.Г., Дубровский В.В., Телешев А.Д.* Потокораспределение в инженерных сетях / Под общ. ред. А.Г. Евдокимова - М.: Стройиздат, 1979-199 с. 5. *Хаген Г.* Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М. Мир, 1985.- 428 с. 6. *Попов Э.В., Фоминих И.Б., Кисель Е.Б., Шапот М.Д.* Статические и динамические экспертные системы - М.: Финансы и статистика, 1996. - 320 с.

Поступила в редакцию 24.11.98

АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ НЕЧЕТКОСТИ В МОДЕЛИ ЛОКАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ СИСТЕМОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

В роботі розглядаються джерела нечіткості у базовій моделі локальної задачі системної оптимізації, яка використовується при управлінні розвитком техніко-економічної системи (ТЭС). Аналізуються чотири групи джерел нечіткості параметрів та змінних моделі: маркетингова область, директивна область, область впливу підсистем одного рівня з ТЭС та область припустимих варіантів функціонування розглядаємої системи.

Анализ источников нечеткости проведем на основе базовой модели локальной задачи системной оптимизации в двухуровневой распределенной системе, которая состоит из множества I отдельных технико-экономических систем (ТЭС) управляемых и координируемых Центром [1]. Данный вопрос рассмотрим безотносительно к виду описания целевых функций и ограничений модели (линейные или нелинейные модели, аналитические или алгоритмические и т.д.). При этом предметной областью рассматриваемой проблемы являются задачи управления развитием ТЭС при среднесрочном и перспективном планировании.

Одной из основных задач управления развитием ТЭС является формирование цели, которую должна достигнуть i -я ТЭС, в виде маркетинговой области $D_i^*(a_i)$, $i \in I$. Будем говорить, что $a_i = \{a_{ij}, j \in L_i\}$ - вектор параметров, определяющий структуру и объем продукции, которую ТЭС планирует выпустить, где L_i - множество различных товаров. В том случае, если a_i совпадает с u_i , то в пространстве U_i маркетинговая область задается в виде отдельной точки $a_i \in U_i$. Если считать, что все или отдельные виды планируемых к выпуску товаров могут быть реализованы различным образом (например, как наборы однотипной взаимозаменяемой продукции, которая незначительно отличается друг от друга) то точка a_i в пространстве U_i превращается в область $D_i^*(a_i)$. Техничко-экономическая система при проведении маркетинга ориентируется на определенную долю рынка по каждому i -му товару, который она собирается выпускать. Будем говорить, что доля рынка, это тот объем планируемой к выпуску продукции,

который должен быть реализован. С этой точки зрения каждая составляющая вектора $a_i = a_i^*$ представляет долю рынка l -го товара для i -й ТЭС.

Для каждого выпускаемого товара i -й ТЭС введем нечеткое множество A_i , каждый элемент которого характеризуется объемом a_{il} выпускаемого l -го товара и степенью реализации $\mu_{iA_i}(a_{il})$ этого товара на рынке. Будем говорить, что $\mu_{iA_i}(a_{il}) = 1 \forall a_{il} \in (0, a_{il}^*]$ и $\mu_{iA_i}(a_{il}) < 1$, если $a_{il} > a_{il}^*$. Предположим, что функция $\mu_{iA_i}(a_{il})$ может быть задана на основе экспертных оценок специалистов.

В свою очередь, доля рынка по l -му товару, зависит от его цены. Чем меньше цена товара, тем большую долю рынка может захватить ТЭС. Поэтому можно говорить, что функция принадлежности $\mu_{iA_i}(a_{il})$ зависит от цены товара. Введем параметр C_{il} - цена l -го товара, производимого i -й ТЭС. Тогда $\mu_{iA_i}(C_{il}, a_{il})$ - степень принадлежности элемента a_{il} множеству A_i при заданном значении параметра C_{il} .

Перейдем к рассмотрению директивной области $D_{\alpha}^i(v_i)$ модели (1-5) [1]. В зависимости от вида и функциональной направленности рассматриваемой двухуровневой системы, задач Центра, параметры v_i могут иметь различный физический смысл. Они могут входить в ограничения, связанные с социальным заказом на некоторое множество $\bar{L}_i \subseteq L_i$ видов товаров. Например, можно считать, что $v_i = \{v_{il}, l \in \bar{L}_i\}$ - вектор, определяющий граничные значения объемов товаров, которые должна выпускать i -я ТЭС и тогда область $D_{\alpha}^i(v_i)$ будет представлена следующим образом

$$D_{\alpha}^i(v_i) = \left\{ u_{il} : \begin{array}{l} u_{il} \geq v_{il}, l \in \bar{L}_i \\ u_{il} \leq v_{il}, l \in L_i \end{array} \right\}.$$

где $\bar{L}_i = L_i \cup \bar{L}_i$.

Введем следующие обозначения

$$\varphi_{il}(v_{il}, u_{il}) = \begin{cases} v_{il} - u_{il}, l \in \bar{L}_i, \\ u_{il} - v_{il}, l \in L_i. \end{cases}$$

Нечеткий вариант области D_{α}^i будет получен, если "смягчить" ограничения

$$\varphi_{il}(v_{il}, u_{il}) \leq 0, l \in \bar{L}_i, \quad (1)$$

допустив возможности их нарушения с той или иной степенью [2]. Один из возможных подходов к формализации нечеткого варианта ограничений (1) состоит в задании ЛПР вектора $\tilde{v}_i = \{\tilde{v}_{il}, l \in \bar{L}_i\}$, определяющего пороговый уровень их нарушения. Тогда можно следующим образом ввести нечеткие множества ограничений (1).

$$\mu_{v_i}(u_i) = \begin{cases} 0, & \text{если } \varphi_i(v_i, u_i) \geq v_i \\ \lambda_i(u_i, v_i), & \text{если } 0 < \varphi_i(v_i, u_i) < v_i \\ 1, & \text{если } \varphi_i(v_i, u_i) < 0 \end{cases}$$

где λ_i - некоторые функции $U_i \rightarrow [0, 1]$, описывающие степень выполнения соответствующих неравенств с точки зрения ЛПР, $i \in \bar{L}$.

Рассмотрим область $R_i(\{\bar{u}_g, g \in J_i\})$, определяющую влияние подсистем одного уровня на рассматриваемую i -ю ТЭС, где J_i - множество подсистем влияющих на i -ю ($J_i \subseteq I \setminus i$), а u_i - оценки результатов их функционирования с точки зрения ЛПР i -й подсистемы. Так как в двухуровневой системе отдельные локальные задачи решаются параллельно, то ЛПР i -й ТЭС принимает параметры $u_i = \{\mu_{gs}, s \in S_g\}$ с некоторой степенью неточности (нечеткости), где S_g - множество товаров, производимых g -й подсистемой. Поэтому для каждого выпускаемого товара g -й ТЭС введем нечеткое множество B_{gs} , элементы которого характеризуются оценкой \bar{u}_{gs} выпускаемого s -го товара и степенью правильности такой оценки ЛПР i -й ТЭС в виде функции принадлежности $\mu_{gs}(\bar{u}_{gs})$. Если ввести понятие некоторого гарантированного объема выпускаемого товара u_{gs}^* , то

$$\mu_{gs}(\bar{u}_{gs}) = 1 \quad \forall \bar{u}_{gs} \in (0, u_{gs}^*] \quad \text{и} \quad \mu_{gs}(\bar{u}_{gs}) < 1, \text{ если } \bar{u}_{gs} > u_{gs}^* .$$

Если считать, что параметры b_i области $D_{gs}(b_i)$ - допустимых вариантов функционирования i -й ТЭС определяют пропускные способности отдельных подсистем, то нечеткий вариант $D_{gs}(b_i)$ будет получен, если по аналогии с директивной областью "смягчить" отдельные ограничения, определяющие $D_{gs}(b_i)$, допустив возможность их нарушения с той или иной степенью.

Дальнейшие исследования автора будут посвящены разработке и классификации моделей и алгоритмов нечеткой системной оптимизации при управлении развитием ТЭС в рамках двухуровневой распределенной системы.

Список литературы: 1. Годлевский М.Д., Абу Зейд М. Базовая модель локальной задачи системной оптимизации в двухуровневой распределенной системе // Вестн. Харьк. гос. политех. ун-та. Вып. 35. Системный анализ, управление и информационные технологии. - Харьков, ХГПУ, 1999. - С. 7-9. 2. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации - М: Наука, 1981. - 208 с.

Поступила в редакцию 20.12.98

Ю.Т. КОСТЕНКО, д-р техн. наук,
А.С. КУЦЕНКО, д-р техн. наук, *И.А. СВИРИДОВА*

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ПРОБЛЕМЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕГУЛИРУЕМЫХ СИСТЕМ

У роботі розглянут підхід до параметричної оптимізації лінійних систем регулювання, як до багатокільових систем управління. Показано, що при відсутності апріорної інформації про статистичні характеристики розподілу навчальних збурень критерієм якості може бути обраний слід матриці рішення рівняння Ріккати.

Проблема синтеза оптимальных линейных систем автоматического регулирования по квадратичному критерию качества является одной из центральных и библиография на эту тему насчитывает десятки тысяч наименований. Тем не менее, проблеме аналитического конструирования оптимальных регуляторов по-прежнему уделяется серьезное внимание. Это обусловлено прежде всего тем, что задача Летова-Калмана [1] имеет достаточно наглядное практическое приложение, а также позволяет получить простыми средствами оптимальный закон управления линейной системой по принципу обратной связи. При этом оптимальный матричный коэффициент усиления не зависит от вектора начального отклонения системы от положения равновесия и определяется исходя из решения S матричного уравнения Риккати [1]. Величина квадратичного критерия в этом случае может быть получена в виде квадратичной формы

$$J(x_0) = (x_0, Sx_0) \quad (1)$$

где S - определенно-положительное решение уравнения Риккати, а x_0 - вектор начального отклонения системы от положения равновесия.

В общем случае управляемая система может зависеть от вектора конструктивных параметров α , принадлежащего некоторому замкнутому множеству A . Тогда решение уравнения Риккати, а также величина критерия (1) будут зависеть от выбора конструктивного вектора α .

$$J(x_0, \alpha) = (x_0, S(\alpha)x_0) \quad (2)$$

Аналогично вычисляется величина квадратичного критерия качества устойчивой линейной системы, полученной в результате замыкания обратной связи, с той разницей, что $S(\alpha)$ в (2) является решением матричного уравнения Ляпунова. Вектор параметров α в этом случае

включает в себя кроме конструктивных параметров коэффициенты усиления регулятора [2].

Из соотношения (2) следует, что значение вектора α , оптимизирующего квадратичный критерий, зависит от вектора начальных условий x_0 . Найдем необходимые и достаточные условия того, что оптимальный вектор параметров α^* не зависит от выбора начальных условий. Иными словами найдем условия выполнения следующего утверждения

$$(\exists \alpha^* \in A) (\forall x_0 \in R^n) J(x_0, \alpha^*) \leq J(x_0, \alpha)$$

Для вывода этих условий перейдем к каноническому базису, в котором критерий (2) имеет вид

$$J = \sum_{i=1}^n \lambda_i y_i^2. \quad (3)$$

Все собственные числа $\lambda_i > 0$ матрицы S являются непрерывными функциями α , а следовательно в замкнутой области A достигают своего минимального и максимального значений.

Пусть $\alpha_i = \arg \min_{\alpha \in A} \lambda_i(\alpha) (i = 1, \dots, n)$. Докажем следующее

утверждение: вектор параметров α^* , минимизирующий квадратичный критерий (3) для всех $y \in R^n$, существует тогда и только тогда, когда $\alpha^* = \alpha_i$ для всех $i = 1, \dots, n$.

Для доказательства представим (3) в виде линейной формы $J = \sum_{i=1}^n \lambda_i(\alpha) \xi_i$, где $\xi_i = y_i^2 \geq 0$. По определению $\lambda_i(\alpha_i) \leq \lambda_i(\alpha)$. Умножая обе части последних неравенств на ξ_i и суммируя по i , получим:

$\sum_{i=1}^n \lambda_i(\alpha_i) \xi_i \leq \sum_{i=1}^n \lambda_i(\alpha) \xi_i$ откуда непосредственно следует при $\alpha^* = \alpha_i$

$(i = 1, \dots, n) \quad \sum_{i=1}^n \lambda_i(\alpha^*) \xi_i \leq \sum_{i=1}^n \lambda_i(\alpha) \xi_i$, что и доказывает достаточность

утверждения.

Для доказательства необходимости предположим, что для некоторого $i = k$ $\alpha_i = \alpha_k \neq \alpha^*$, а для всех остальных $i \neq k$ $\alpha_i = \alpha^*$.

Рассмотрим величину функции J для двух векторов ξ^1 и ξ^2
 $\xi^1 = (\xi_1 \dots \xi_{k-1}, 0, \xi_{k+1} \dots \xi_n)$, $\xi^2 = (0 \dots 0, \xi_k, 0 \dots 0)$.

Нетрудно убедиться, что $\arg \min_{\alpha \in A} J(\alpha, \xi^1) = \alpha^*$, $\arg \min_{\alpha \in A} J(\alpha, \xi^2) = \alpha_k$.

Итак, необходимость также доказана.

Очевидно, что столь жесткие требования к зависимости матрицы системы от конструктивных параметров, в общем случае не позволяют надеяться на инвариантность оптимального вектора α по отношению к начальным условиям. Представляется естественным рассматривать параметрическую оптимизацию на множестве допустимых траекторий возмущенного движения системы, порожденном множеством начальных значений вектора состояния X_0 . В связи с тем, что величина критерия (2) является квадратичной формой начального состояния, то ее изменение на множестве X_0 полностью определяется свойствами матрицы S . Рассмотрим основные скалярные функции S и дадим их физическую интерпретацию применительно к нашей проблеме.

$$1. \rho_1 = trS.$$

Ортогональным преобразованием $x = Ty$ приведем квадратичную форму (2) к диагональному виду

$$J = y^T(0) \text{diag}[\lambda_1(S), \dots, \lambda_n(S)] y(0).$$

Вычислим интеграл от (1) по объему единичной гиперсферы

$$R = \{x | x^T x = 1\}$$

Поскольку преобразование матрицы S к диагональному виду ортогонально, то гиперсфера R в канонической системе координат сохранит свой вид. Следовательно, $\int_R J dR = \sum_{i=1}^n \lambda_i \int_R y_i^2(0) dR$. Интеграл в правой части инвариантен относительно i . Таким

образом, $\int_R J dR = C(n) \sum_{i=1}^n \lambda_i = C(n) trS$, где $C(n)$ - некоторая постоянная, зависящая от размерности системы.

Итак, след матрицы S представляет собой интегральную меру возмущенного движения при начальных значениях вектора состояния, расположенных внутри единичной гиперсферы, окружающей начало координат.

$$2. \rho_2 = \lambda_{\max}.$$

По теореме Куранта-Фишера $\lambda_{\max} = \max_{x \in R} (x^T S x)$, т.е. ρ_2 есть максимальное значение величины квадратичного критерия при начальных условиях, расположенных на поверхности единичной гиперсферы. Таким образом, λ_{\max} определяет наилучшие условия функционирования системы стабилизации.

$$3. \rho_3 = DetS.$$

Зафиксируем величину критерия $J = 1$. Тогда поверхность уровня $x^T S x = 1$ будет представлять гиперэллипсоид с полуосями $\frac{1}{\sqrt{\lambda_i}}$ ($i = 1, \dots, n$). Объем гиперэллипсоида вычисляется как

$$V = \frac{C}{\sqrt{\prod_{i=1}^n \lambda_i}} = \frac{C}{\sqrt{\text{Det}S}},$$

где C - постоянная.

Из физических соображений система будет «более стабилизируемой», когда V достигает максимума, или $\text{Det}S$ - минимума.

Вообще говоря, можно ввести обобщенную норму матрицы S в виде

$$\mu_k = \left[\sum_{i=1}^n \lambda_i^k \right]^{\frac{1}{k}}, \quad k \in (0, \infty)$$

Тогда $\rho_1 = \mu_1$, $\rho_2 = \mu_\infty$.

Обсудим полученные результаты. Скалярная функция ρ_1 имеет наглядное физическое толкование. Если учесть простоту ее вычисления, то использование следа матрицы S в качестве «средней меры» всех возмущенных движений представляется оправданным. Что же касается функции ρ_2 , то ее оптимизация приводит к гарантированному результату при наилучших сочетаниях компонент начального отклонения вектора состояния. Однако вычислительные сложности определения ρ_2 и ρ_3 затрудняют их применение в качестве интегральной меры множества возмущенных движений.

Предположим теперь, что x_0 является случайным вектором с нулевым математическим ожиданием и корреляционной матрицей R . Найдем математическое ожидание критерия J на множестве начальных отклонений x_0 . Представим J в виде эквивалентном (1)

$$J = \text{tr}(SX),$$

где $X = x_0 x_0^T$ - матрица рассеивания вектора x_0 .

Тогда математическое ожидание квадратичного критерия выглядит следующим образом

$$M[J] = M[\text{tr}(SX)] = \text{tr}(SM[X]) = \text{tr}(SR).$$

Последний результат обобщает рассмотренный ранее детерминированный подход, предполагавший равновероятное распределение начальных условий.

В качестве примера найдем оптимальное значение коэффициента демпфирования линейного осциллятора, минимизирующее квадратичную меру качества возмущенного движения.

Уравнение осциллятора представим в форме Коши

$$\dot{x}_1 = x_2, \quad \dot{x}_2 = -cx_1 + kx_2, \quad (4)$$

где x_1 - перемещение, x_2 - скорость, c - жесткость, k - коэффициент демпфирования. В качестве квадратичной меры возмущенного движения примем функционал

$$J = \int_0^{\infty} x_1^2 dt. \quad (5)$$

Решая матричное уравнение Ляпунова для системы (4) и критерия (5), получим матрицу $S(k, c)$ в виде

$$S = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} \frac{k}{c} - \frac{1}{k} & -\frac{1}{c} \\ -\frac{1}{c} & \frac{1}{ck} \end{pmatrix}$$

Среднее значение квадратичного критерия на единичной сфере пропорционально

$$\text{tr}S = \frac{k}{c} - \frac{1}{k} + \frac{1}{ck}. \quad (6)$$

Найдем оптимум $\text{tr}S$ по k при фиксированной жесткости c . Для этого приравняем 0 производную от (6) по k .

$$\frac{\partial \text{tr}S}{\partial k} = \frac{k}{c} - \frac{1}{k} + \frac{1}{ck} = 0.$$

Откуда следует

$$k^* = -\sqrt{1-c}.$$

Нетрудно убедиться, что в точке k^* функция $\text{tr}S$ имеет минимум. Действительно

$$\frac{\partial^2 \text{tr}S}{\partial k^2} = 2 \frac{1-c}{ck^3} > 0$$

при всех $c < 0$, $k < 0$; соответствующих необходимому условию устойчивости. Т.е. экстремум в k^* может быть только минимумом.

Итак, уравнение оптимального осциллятора имеет вид

$$\ddot{x} + \sqrt{1-c} \dot{x} - cx = 0.$$

Список литературы: 1. *Первозванский А.А.* Курс теории автоматического управления: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. - 616с.
2. *Александров Е.Е., Бех М.В.* Автоматизированное проектирование динамических систем с помощью функций Ляпунова: Харьков - Основа, 1993. - 113с.

Поступила в редколлегию 31.03.99

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В статті пропонується методика оцінки точності прогнозування розподілу імовірностей можливих становищ об'єктів.

Процедура прогнозування розподілення вероятностей возможных состояний динамических объектов реализуется в несколько этапов:

1. Для некоторой совокупности моментов наблюдений T_1, T_2, \dots, T_m фиксируются наборы численных значений p контролируемых параметров системы $(A_1^{(1)}, A_2^{(1)}, \dots, A_n^{(1)}), (A_1^{(2)}, A_2^{(2)}, \dots, A_n^{(2)}), \dots, (A_1^{(m)}, A_2^{(m)}, \dots, A_n^{(m)})$;
2. Набор измерений контролируемых параметров для каждого из моментов наблюдений используется в байесовской экспертной системе для расчета набора апостериорных вероятностей возможных состояний системы $\theta_1 = (m_{11}, m_{12}, \dots, m_{1n}), \theta_2 = (m_{21}, m_{22}, \dots, m_{2n}), \dots, \theta_m = (m_{m1}, m_{m2}, \dots, m_{mn})$;
3. Каждая из полученных гистограмм аппроксимируется каким-либо достаточно гибким распределением, например, $F_i(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{th}(a_{0i} + a_{1i}x + a_{2i}x^2)$, $i = 1, 2, \dots, m$, в результате чего получаем наборы параметров аппроксимаций $(a_{01}, a_{11}, a_{21}), (a_{02}, a_{12}, a_{22}), \dots, (a_{0m}, a_{1m}, a_{2m})$;
4. Эволюция каждого из параметров a_s , $s = 1, 2, \dots, m$ описывается полиномом, например, степени d , коэффициенты которого отыскиваются методом наименьших квадратов и образуют наборы $B_s^d = (b_{s0}, b_{s1}, \dots, b_{sd})$, $s = 0, 1, 2, \dots, m$;
5. Для прогнозирования распределения вероятностей состояний объекта вычисляются оценки параметров этого распределения на момент прогноза $a_s(t_p) = b_{s0} + b_{s1}t_p + \dots + b_{sd}t_p^d$, $s = 0, 1, 2, \dots, m$;
6. С использованием полученного распределения $F(a_s(t_p))$ рассчитывается набор вероятностей состояний объекта.

Понятно, что на точность прогноза оказывают влияние случайные ошибки оценки значений величин, на основании которых вычисляется прогноз. При этом наиболее существенный вклад в ошибки прогноза вносят статистические погрешности исходной информации, используемой

в процедуре Байесова оценивания апостериорных вероятностей состояния объекта. Содержатся эти погрешности в матрице условных вероятностей попадания контролируемых показателей в тот или иной поддиапазон из диапазона возможных значений. Элементы этой матрицы получают путем их экспертного оценивания специалистами – экспертами. Пусть

$$P(A_j/H_k) = \frac{1}{r} \sum_{s=1}^r P_s(A_j/H_k) \text{ - среднее значение оценки вероятности}$$

попадания параметра A_j в j_1 -й интервал при условии, что объект находится в состоянии H_k .

$m_{j,k}$ - оценка математического ожидания вероятности $P(A_j/H_k)$.

$$D_{j,k} = \frac{1}{r} \sum_{s=1}^r [P_s(A_j/H_k) - P(A_j/H_k)]^2 \text{ - оценка дисперсии случайной оценки}$$

вероятности $P(A_j/H_k)$.

$P(H_k) = \frac{1}{r} \sum_{s=1}^r P_s(H_k)$ $s = 1, 2, \dots, r$, $k = 1, 2, \dots, m$ - оценки априорных вероятностей $P(H_k)$ пребывания объекта в возможных своих состояниях.

$$D[P(H_k)] = \frac{1}{r} D_s = \frac{1}{r^2} \sum_{s=1}^r [P_s(H_k) - P(H_k)]^2, \quad k = 1, 2, \dots, m \text{ - дисперсия этих оценок}$$

Получаемые таким образом оценки условных вероятностей $P(A_j/H_k)$ используются экспертной системой для расчета апостериорных вероятностей пребывания объекта в возможных своих состояниях H_k .

Предположим, что в ходе исследования объекта выявлено следующее распределение значений параметров по интервалам возможных значений: численное значение параметра A_1 оказалось в диапазоне j_1 , численное значение параметра A_2 -- в диапазоне j_2 и т.д. Последовательное применение формулы Байеса приводит к совокупности оценок апостериорных вероятностей пребывания фирмы в возможных состояниях

$$P(H_k/A_{1j_1}, A_{2j_2}, \dots, A_{nj_n}) = \frac{\prod_{i=1}^n P(A_{ij_i}/H_k) \cdot P(H_k)}{\sum_{s=1}^m \prod_{i=1}^n P(A_{ij_i}/H_s) \cdot P(H_s)}, \quad k = 1, 2, \dots, m.$$

С использованием несложных, но громоздких вычислений можно получить соотношения для расчета дисперсий этих оценок. Введем, для краткости, следующие обозначения:

$$X_k = \prod_{i=1}^n P(A_{ij_i}/H_k) \cdot P(H_k), Y = \sum_{k=1}^m X_k; \quad M[X_k] = m_k, \quad D[X_k] = d_k,$$

$$M[Y] = \sum_{k=1}^m m_k = m_y, \quad D[Y] = \sum_{k=1}^m d_k = d_y.$$

При этом

$$P(H_k/A_{n_1}, A_{n_2}, \dots, A_{n_p}) = \frac{X_k}{Y}. \quad (1)$$

Разлагая (1) в ряд Тейлора относительно точки $\frac{m_i}{m_0}$ и ограничиваясь линейным приближением, получим приближенное соотношение для оценки дисперсии случайной величины $\frac{X_k}{Y}$:

$$D\left[\frac{X_k}{Y}\right] \approx \frac{1}{m_0^2} (m_0^2 \cdot d_i + m_i^2 \cdot d_0)$$

Случайные ошибки оценки элементов распределения вероятностей трансформируются в ошибки оценки параметров приближений на двух последовательных этапах аппроксимации (этапы третий и четвертый описанной выше процедуры). При этом легко можно рассчитать ковариационную матрицу ошибок оценок коэффициентов полиномов, описывающих эволюцию параметров распределений $F_i(x)$, которая имеет вид

$$\Psi_{\Delta_i} = (H_i^{(s)T} H_i^{(s)})^{-1} H_i^{(s)T} \Phi_i H_i^{(s)} (H_i^{(s)T} H_i^{(s)})^{-1}.$$

Здесь

$$H = (h_{iu}), h_{iu} = T_i^u, u = 0, 1, \dots, d_i,$$

$$\Phi_i = \begin{pmatrix} D_{a_{i1}} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & D_{a_{i2}} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & D_{a_{in}} \end{pmatrix}, \quad i=0, 1, 2, l=1, 2, \dots, p,$$

$D_{a_{il}}$ - дисперсия оценки i -го параметра аппроксимации для l -го момента времени. Полученные соотношения позволяют оценить точность прогноза.

Поступила в редколлегию 27.01.1999

А.В. АЙДАРОВ

ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РЕШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ ПОДОБИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

В статье рассматривается подход до формирования математических моделей решения функциональных задач автоматизированных систем управления и обработки информации, створенний на застосуванні міркування по аналогії. Формалізовано поняття схожості об'єктів, структурної та функціональної схожості моделей.

В промышленном производстве большое значение приобретает организация выработки наиболее рациональных решений. Применение экономико-математических моделей и ЭВМ помогает решать задачи планирования и управления.

Сущность процесса создания экономико-математической модели состоит в формировании математических уравнений, отражающих в абстрактном виде количественные закономерности между элементами решаемой функциональной задачи.

В данной работе рассматривается подход к формированию модели, основанный на применении так называемого рассуждения по аналогии, успешно применяемого в области искусственного интеллекта для обучения систем [1], создания программ [2], управления моделями [3]. Это основной процесс мышления, интенсивно анализируемый в области искусственного интеллекта и теории познания.

Сущность предлагаемого подхода заключается в том, что математическая модель решаемой задачи (ММЗ) создается на основе найденного подобия ее информационной модели (ИМЗ) предварительно решенным задачам.

Информационная модель задачи [4] создается в результате проведения информационного анализа постановки функциональной задачи. Информационный анализ направлен на идентификацию объектов, атрибутов и связей предметной области, т.е. на выявление ее структуры.

На рис. 1 представлена концептуальная схема получения математической модели функциональной задачи. Математическая модель задачи А разработана на основе известной математической модели задачи Б, соответствующей задаче Б и подобия между задачами А и Б.



Рис. 1. Концептуальная схема получения ИМ

Из вышесказанного становится ясно, что ключевым вопросом данного подхода является идентификация подобия. В теории познания были разработаны различные теории рассуждения по аналогии, которые в основном определяют подобие в двух размерностях [5]: объект и структура. Другими словами, задачи (вернее, их ИМЗ) могут быть подобны в объектах, из которых они состоят и/или в способе, которым эти объекты связаны.

Объекты задачи обычно характеризуются атрибутами. Для количественных моделей, применяемых для решения данного класса функциональных задач, взаимосвязи между двумя объектами могут быть разделены на два уровня: качественные структуры и количественные функции. Эти взаимосвязи между объектами и их атрибутами могут быть представлены графическими структурами, подобными основным и обобщенным структурам Структурного моделирования [6]. Решение задачи на ЭВМ требует математического представления, т.е. функциональных форм типа сложения и умножения, соотношенных с представленными связями между объектами.

Таким образом, формирование математической модели задачи с использованием рассуждения по аналогии требует подобия информационных моделей задач, которое может быть разделено на подобие объектов, структур и функций.

Подобие объектов показывает, что два объекта в различных задачах имеют подобные свойства. Поскольку каждый объект представляется соответствующими атрибутами, подобие объектов может быть измерено подобием атрибутов. Например, мы можем адаптировать показатель подобия, приведенный в [7], для измерения подобия объектов и представить его в следующем виде:

$$OP = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_i,$$

где OP - показатель подобия объектов, n - число сравниваемых атрибутов, δ_i - определяется следующим образом:

$$\delta_i = \begin{cases} 1, & \text{если атрибуты подобны;} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Таким образом, полный показатель подобия двух объектов представляет из себя сумму δ_i , деленную на общее число сравниваемых атрибутов. В этом случае, чем большее значение показателя подобия получено, тем более полное подобие объектов найдено.

Структурное подобие показывает, что два набора соответствующих объектов имеют подобные взаимосвязи. Это может измеряться изоморфизмом двух структур. Две структуры считаются изоморфными [8], если существует взаимно однозначная функция отображения для всех узлов и дуг в обеих структурах. Тогда две модельных структуры будем считать структурно подобными, если они изоморфны и соответствующие элементы подобны. Для измерения степени структурного подобия мы можем применить показатель подобия, сходный с показателем подобия объектов и имеющий следующий вид:

$$SP = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \delta_i,$$

где SP - общий показатель структурного подобия, m - число дуг в конечной структуре объекта, δ_i - показатель подобия для определения каждой дуги, определяемый следующим образом:

$$\delta_i = \begin{cases} 1, & \text{если существует соответствие дуг;} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Структурное подобие, однако, не гарантирует идентичные функциональные связи (например, суммирование или умножение).

Функциональное подобие показывает, что две модели имеют подобные функциональные формы. Два уравнения можно считать подобными, если они включают в себя тот же самый набор функциональных операторов. Например, $t = t_1 + t_2$ и $y = a + b + c$ являются подобными, потому что включают один и тот же оператор " Σ " (сумма). Они, однако, не являются подобными функции $f = a \cdot x$, чей функциональный оператор является " Π " (произведение). Две изоморфные структуры могут быть функционально различны. Например, две модели "всего себестоимость = всего прямые затраты + всего косвенные затраты" и "всего себестоимость = себестоимость единицы измерения * количество изделий" имеют изоморфную структуру, но функционально не являются подобными.

Функциональное подобие может быть использовано, чтобы определить, принадлежат ли две модели одному и тому же классу моделей. Следовательно, функциональный показатель подобия является логической переменной, которая может быть представлена в следующем виде:

$$\delta_i = \begin{cases} \text{"истина"}, & \text{если подобие существует;} \\ \text{"ложь"}, & \text{иначе} \end{cases}$$

Если показатель функционального подобия равен "истина", т.е. две модели функционально подобны, то это означает, что они находятся в одном классе и могут быть сформулированы из того же самого шаблона.

Исходя из вышесказанного, две модели могут быть подобны в объектах, структурах или функциях. Процесс моделирования обычно включает построение полных структур и функций из объектов, частей структур и частей функций. Следовательно, предлагаемый подход может быть определен как процесс формирования полной модельной структуры и функций решаемой задачи из ее объектов, частичных структур и частей функций на основе установленных подобий объектов, структур и функциональных подобий существующим моделям.

На основе этого процесс формулирования математической модели может включать следующие шаги. Сначала в базе информационных моделей (БИМ) должна быть найдена подобная исходной ИМЗ, связанная с соответствующей ММЗ в базе математических моделей (БММ). Степень подобия определяется выше определенными показателями подобия. Бóльшее значение показателя соответствует лучшему подобию. На втором шаге, после нахождения подобной ИМЗ, производится отображение признаков между исходной и найденной ИМЗ. После определения отображений, может быть получена новая ММЗ путем замены элементов в ММЗ, связанной с найденной ИМЗ, на элементы решаемой функциональной задачи.

Для реализации этого подхода необходимо определить способ представления и хранения ИМЗ и ММЗ, формализовать подобие ИМЗ, определить операции для создания новой ММЗ из найденного аналога.

Список литературы: 1. *J.G. Carbonell Learning by Analogy: Formulating and Generalizing Plans from Past Experience // Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach.*- 1983.- Vol. I. 2. *N. Dershowitz Programming by Analogy // Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach.*- 1986.- Vol. II. 3. *T.P. Liang, B.R. Kosynski Modeling by Analogy: Use of analogical reasoning in model management systems // Decision Support Systems.*- 1993.- Vol. 9.- pp. 113-125. 4. Информационное обеспечение интегрированных производственных комплексов / В.В. Александров, Ю.С. Вишняков, Л.М. Горская и др.; Под ред. В.В. Александрова.- Л.: Машиностроение, 1986.- 264 с.: ил. 5. *S. Vosniadou, A. Ortony Similarity and Analogical Reasoning // Cambridge University Press, 1989.* 6. *A.M. Geoffrion Introduction to Structured Modeling // Management Science.*- 1987.- 33:5.- pp. 547-588. 7. *A. Tversky Features of Similarity // Psychological Preview.*- 1989.- No. 4.- pp. 327-352. 8. Общая алгебра. Т.2 / В.А. Артамонов, В.Н. Салий, Л.А. Скорняков и др.; Под ред. Л.А. Скорнякова.- М.: Наука, 1991.- 480 с.

Поступила в редколлегию 09.03.99

Л.М. ЛЮБЧИК, д-р техн. наук, *О.В. КОСТЮК*

АДАПТИВНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ НЕПЕРИОДИЧЕСКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Запропонована методика прогнозування часових рядів з хвильовою структурою. За допомогою авторегресійної моделі отримані алгоритми ідентифікації та прогнозування, приведені результати імітаційного моделювання.

Проблема прогнозирования временных рядов возникает при решении разнообразных задач автоматического управления, обработки сигналов, эконометрики. Качество прогнозирования в значительной мере определяется степенью адекватности принятой модели временного ряда его реальной структуре. В настоящее время при решении задач прогнозирования для описания тренда обычно используются достаточно простые полиномиальные или авторегрессионные модели, идентификация параметров которых осуществляется с помощью разнообразных рекуррентных алгоритмов [1]. Тем не менее, на практике зачастую встречаются ряды, обладающие значительно более сложной структурой. К ним, в частности, относятся временные ряды ярко выраженного колебательного характера, но не обладающие свойством периодичности. Подобные ряды, называемые волновыми [2], используются для описания возмущений в системах управления [2], тренд-сезонных компонент в экономических рядах [3] и в ряде других приложений. Задача идентификации таких рядов наиболее просто решается в том случае, когда их волновая составляющая представляет собой суперпозицию гармоник с известными частотами и фазовыми сдвигами, при этом оценивание их амплитуд может быть осуществлено с помощью алгоритмов типа рекуррентного метода наименьших квадратов. Задача в значительной степени усложняется, когда указанные частоты и фазы являются неизвестными, а тем более изменяющимися во времени. В общем случае такие ряды являются непериодическими, и выделение искомого частот с помощью дискретного Фурье-анализа оказывается невозможным.

В данной работе предлагается подход к прогнозированию волновых временных рядов, основанный на специальном задании авторегрессионной модели волновой составляющей, обеспечивающей формирование суперпозиции гармонических компонент с настраиваемыми частотами. При этом возникает возможность путем выбора соответствующего алгоритма иден-

тификации обеспечить как восстановление неизвестных частот, так и отслеживание их изменений во времени.

Предположим, что модель прогнозируемого временного ряда с тренд-сезонной структурой имеет вид:

$$Y_k = \sum_{l=0}^n D_l k^l + \sum_{j=0}^{m-1} [A_j \cos \omega_j k + B_j \sin \omega_j k] + \xi_k, \quad (1)$$

где Y_k – значение временного ряда в момент дискретизации k , n – порядок полиномиальной компоненты, m – число гармоник с неизвестными частотами $0 < \omega_j = 2\pi f_j T_0 < \pi$, где T_0 – период дискретизации, ξ_k – случайная компонента погрешности измерений, которая представляет собой случайный дискретный процесс с нулевым средним и ограниченным вторым моментом.

Необходимым этапом решения задачи прогнозирования временного ряда является идентификация параметров D_l, A_j, B_j, ω_j его математической модели. Так как решение указанных задач для трендовой и волновой компонент осуществляется различными методами, на первом этапе необходимо разделить компоненты исходной модели. При этом трендовая составляющая может быть выделена двумя методами.

А) Метод дискретного сглаживания.

В этом случае тренд выделяется пропуском исходного ряда через дискретный фильтр низких частот, наиболее просто реализуемый с помощью процедур экспоненциального сглаживания [1].

Пусть, например, $n=0$, т.е. тренд представляет собой постоянное смещение D_0 . Тогда используя процедуру сглаживания

$$Y_k^s = \alpha_s Y_{k-1}^s + (1 - \alpha_s) Y_k, \quad 0 < \alpha_s < 1, \quad (2)$$

можно разложить исходный ряд (1) на медленную составляющую – оценку тренда Y_k^s и быструю составляющую $\tilde{Y}_k = Y_k - Y_k^s$, представляющую собой линейное преобразование волновой компоненты, искаженной погрешностью вида $\tilde{\xi}_k$.

$$\tilde{\xi}_k = \xi_k - \xi_k^s, \quad \xi_k^s = \alpha_s \xi_{k-1}^s + (1 - \alpha_s) \xi_k. \quad (3)$$

Очевидно, что преобразование сглаживания не меняет частотного спектра волновой компоненты. В общем случае $n > 0$ возможно применение процедур экспоненциального сглаживания высоких порядков на основе многократного применения алгоритма (2).

Б) Метод дискретного дифференцирования.

В этом случае осуществляется исключение тренда путем дискретного дифференцирования ряда (1), предварительно сглаженного с помощью широкополосного дискретного НЧ-фильтра с целью уменьшения уровня помех:

$$\bar{y}_k^d = \alpha_d \bar{y}_{k-1}^d + (1 - \alpha_d) y_k, \quad 0 < \alpha_d < 1, \quad (4)$$

$$V_k = \bar{y}_k^d - \bar{y}_{k-1}^d = (1 - \alpha_d) (y_k - \bar{y}_{k-1}^d)$$

При этом последовательность первых разностей V_k имеет структуру волновой компоненты, искаженной помехой

$$\zeta_k = \frac{1 - \alpha_d}{\alpha_d} (\xi_k - \bar{\zeta}_k^d), \quad \bar{\zeta}_k^d = \alpha_d \bar{\zeta}_{k-1}^d + (1 - \alpha_d) \xi_k. \quad (5)$$

Таким образом, оба метода приводят к необходимости решения задачи идентификации временного ряда волновой структуры

$$y_k = \sum_{j=0}^{m-1} [a_j \cos \omega_j k + b_j \sin \omega_j k] + \zeta_k, \quad (6)$$

где в случае (А) $y_k = \bar{y}_k$, $\zeta_k = \bar{\zeta}_k$, а в случае (Б) $y_k = V_k$, $\zeta_k = v_k$.

Используя стандартную процедуру z -преобразования, представим (6) в виде

$$\prod_{j=0}^{m-1} [1 - 2 \cos \omega_j z^{-1} + z^{-2}] y_k = \zeta_k. \quad (7)$$

Осуществив обратный переход во временную область, получим представление (6) в виде линейного разностного уравнения авторегрессионного типа:

$$\begin{aligned} y_k &= \sum_{j=0}^{m-1} \beta_j (y_{k+j-m} + y_{k-j-m}) - y_{k-2m} + \zeta_k = \\ &= \beta^T y(k, m) - y_{k-2m} + \zeta_k, \end{aligned} \quad (8)$$

где $y(k, m) = (2y_{k-m}, y_{k-m+1} + y_{k-m-1}, \dots, y_{k-1} + y_{k-2m+1})^T$ – вектор предыстории временного ряда, $\beta^T = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{m-1})$ – вектор параметров.

Вводя квадратичный критерий идентификации

$$J = \sum_{k=2m}^{N-1} [y_k + y_{k-2m} - \beta^T y(k, m)]^2 \quad (9)$$

несложно получить рекуррентные алгоритмы оценивания β . На практике хорошо зарекомендовал себя алгоритм вида:

$$\beta_k = \beta_{k-1} + [y_k + y_{k-2m} - \beta_{k-1}^T y(k, m)] y(k, m) y_k^{-1}, \quad (10)$$

$$r_k = \gamma_k r_{k-1} + [y(k, m)]^2, \quad 0 < \gamma_k < 1,$$

где выбором параметра настройки γ можно регулировать соотношение между следящими и фильтрующими свойствами алгоритма (10). Одному из возможных методов выбора указанного параметра [4] соответствует алгоритм вида:

$$\begin{aligned}
 y_k &= y_{k-1} + \Delta y, & \left| \sum_{i=k-q}^k \text{sign}(y_i - \hat{y}_i) \right| &\leq \delta, \\
 y_k &= y_{k-1} - \Delta y, & \left| \sum_{i=k-q}^k \text{sign}(y_i - \hat{y}_i) \right| &> \delta,
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

где q – глубина памяти алгоритма, δ и Δy – параметры,

$$y_i = \hat{\beta}_{i-1}^T y(i, m) + y_{i-2m} \tag{12}$$

оптимальный одношаговый прогноз временного ряда, полученный на основе текущих оценок. Алгоритм (11) позволяет "отслеживать" моменты изменения параметров волновой компоненты и корректировать вектор настраиваемых параметров $\hat{\beta}$.

Частоты ω_j связаны с параметрами β_j соотношением

$$\beta_0 + \sum_{j=1}^{m-1} \beta_j \cos j\omega = \cos m\omega. \tag{13}$$

и с учетом того, что

$$\begin{aligned}
 \cos m\omega &= \cos^m \omega - C_m^2 \cos^{m-2} \omega \sin^2 \omega + \\
 &+ C_m^4 \cos^{m-4} \omega \sin^4 \omega + \dots,
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

могут быть определены путем отыскания m корней степенного полинома от аргумента $\cos \omega$.

Аналогично в каждый момент времени k могут быть найдены оценки вектора амплитуд гармоник волновой компоненты

$\Theta = (a_0, a_1, \dots, a_{m-1}, b_0, b_1, \dots, b_{m-1})^T$ путем минимизации критерия

$$J_{\Theta} = |Y(k, m) - \Phi(k, m)\Theta|^2, \tag{15}$$

$$Y(k, m) = \begin{bmatrix} y_{2m} \\ y_{2m+1} \\ \vdots \\ y_k \end{bmatrix}, \quad \Phi(k, m) = \begin{bmatrix} \cos 2m\omega_0 & \dots & \cos k\omega_0 \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \cos 2m\omega_{m-1} & \dots & \cos k\omega_{m-1} \\ \sin 2m\omega_0 & \dots & \sin k\omega_0 \\ \vdots & \dots & \vdots \\ \sin 2m\omega_{m-1} & \dots & \sin k\omega_{m-1} \end{bmatrix}.$$

Где $\omega_j, j = \overline{0, m-1}$ – оценки частот. Соответствующие оценки имеют вид:

$$\Theta = (\Phi\Phi^T)^{-1} \Phi Y. \tag{16}$$

Оптимальный прогноз волновой компоненты на p шагов \hat{y}_{k+p} может быть получен на основе формулы одношагового прогноза (12) в виде:

$$y_{k+p} = \hat{p}_k^T \varphi(k+p, m) - y_{k+p-2m}, \quad p \geq 1, \quad (17)$$

где в составе вектора $\varphi(k+p, m)$ элементы y_i , $k \leq i \leq k+p-1$ заменяются соответствующими прогнозными значениями, вычисляемыми в соответствии с (17).

Полученные выражения позволяют построить прогноз исходного временного ряда (1) в соответствии с принятым методом разделения компонент. Для метода (А) формула прогноза имеет вид:

$$\hat{Y}_{k+p} = Y_{k+p}^s + \hat{Y}_{k+p}, \quad (18)$$

где Y_{k+p}^s - прогноз трендовой компоненты, \hat{Y}_{k+p} - прогноз волновой компоненты. Для получения прогноза полиномиального тренда целесообразно воспользоваться процедурой экспоненциального сглаживания:

$$Y_{k+p}^s = \sum_{i=0}^n D_{ik} p^i, \quad (19)$$

где коэффициенты $D_{ik} (S_k^0, \dots, S_k^n)$ вычисляются по известным формулам [1] через экспоненциальные средние S_k^l , $l = \overline{0, n}$:

$$\begin{aligned} S_k^l &= \alpha_p S_{k-1}^l + (1 - \alpha_p) S_k^{l-1}, \\ S_k^{-1} &= Y_k. \end{aligned} \quad (20)$$

Прогноз волновой компоненты осуществляется по предложенной методике. Для метода (Б) формула прогноза с учетом очевидного соотношения:

$$Y_k - \hat{Y}_k = \alpha_d (1 - \alpha_d)^{-1} V_k \quad (21)$$

имеет вид:

$$\hat{Y}_{k+p} = \hat{Y}_k^d + \sum_{i=1}^p \hat{V}_{k+i} + \frac{\alpha_d}{1 - \alpha_d} \hat{V}_{k+p}, \quad (22)$$

где прогноз первой разности осуществляется по изложенной выше методике прогноза волновой компоненты.

В качестве примера рассмотрим результаты моделирования предложенного алгоритма прогнозирования (Рис.1). Исходный временной ряд выбран в виде суммы трех гармоник с частотами $\omega = [2.51 \ 1.14 \ 0.50]$ и амплитудами $A = [0.8 \ 1.5 \ 1]$. Измерения искажаются помехой, равномерно распределенной в интервале ± 0.5 . Результаты моделирования показывают, что дискретное преобразование Фурье выделяет фиктивные гармоники, и, таким образом, не пригодны для построения модели ряда. Предложенный алгоритм обеспечивает устойчивое оценивание частот и амплитуд волновой составляющей и достаточно высокое качество прогнозирования.

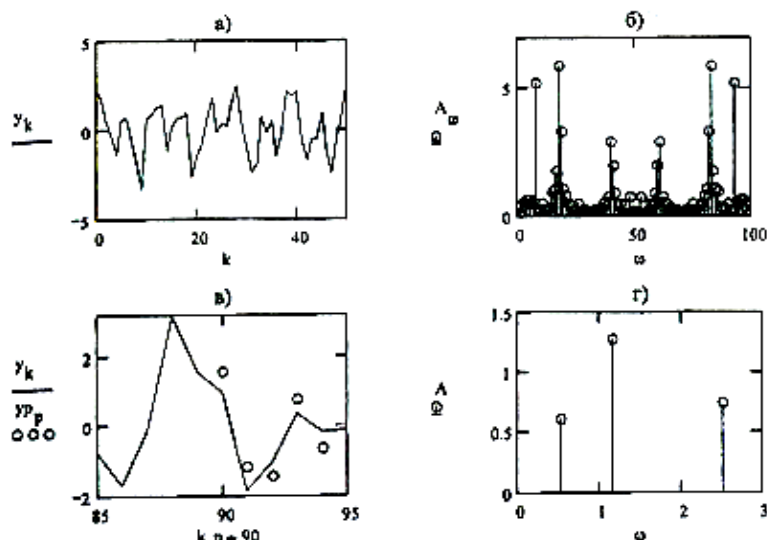


Рис.1

Результаты моделирования алгоритма прогноза:

- а) исходный временной ряд; б) дискретное преобразование Фурье временного ряда; в) прогнозируемые значения временного ряда; г) восстановленные частоты гармонических составляющих.

Таким образом, предложенная методика позволяет осуществить прогноз временных рядов с волновой непериодической составляющей. При практической реализации методики возникает дополнительная задача выбора числа гармоник в волновой составляющей модели ряда. Отметим, что при этом эффективной может оказаться методика, основанная на теории многомодельного прогноза.

Список литературы: 1. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования. - М.: Статистика, 1979. 2. Фильтрация и стохастическое управление в динамических системах. Под ред. К. Леондеса. - М.: Мир, 1980. 3. Кобринский Н.Е. Информационные фильтры в экономике. 4. Воробьев С.А., Бодянский Е.В. Об одном непараметрическом алгоритме управления параметром сглаживания в адаптивной фильтрации // Электронное моделирование, 1998, т.20, №3, с.32-40.

Поступила в редколлегию 31.12.98

Ю.Т. КОСТЕНКО, д-р техн. наук, *М.Н. МАЛЬКО*

ПРИБЛИЖЕННАЯ КОМПЕНСАЦИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЙ В НЕМИНИМАЛЬНО-ФАЗОВЫХ СИСТЕМАХ

Розглянута задача компенсації параметричних збурень з застосуванням метода непрямого вимірювання. Одержані умови стійкості замкненої системи у випадку, коли об'єкт мав немінімально-фазові властивості.

Синтез высокоточных систем управления, функционирующих в условиях неопределенности, требует учета и компенсации возмущений различной природы, в том числе и параметрических, связанных с изменением характеристик объекта. Особенностью указанного класса возмущений является тот факт, что они могут не только ухудшать качество работы системы, но и приводить к потере устойчивости. К настоящему времени разработан ряд методов синтеза робастных систем, сохраняющих устойчивость при наличии ограниченных параметрических возмущений, однако при этом не гарантируется сохранение заданной точности, поскольку в них не устраняется влияние возмущения на регулируемые переменные. Существенное уменьшение этого влияния, а в некоторых случаях и полная компенсация возмущений, возможна при использовании различных схем комбинированного управления, реализующих прямое или косвенное измерение возмущений и введение соответствующей информации в закон управления. Указанное измерение может быть осуществлено путем использования согласованной двухходовой модели [1]. Методика дальнейшего синтеза компенсирующего регулятора в значительной мере зависит от имеющейся априорной информации о возмущениях. Наиболее просто указанная задача решается в случае так называемых регулярных возмущений, модель которых с достаточной степенью точности может быть задана в виде разностного уравнения с известными либо настраиваемыми параметрами. Использование такой модели (полинома предсказания) в алгоритме управления позволяет добиться полной компенсации возмущений. К сожалению, использование этой методики в случае параметрических возмущений зачастую оказывается затруднительным вследствие их зависимости от выходных переменных объекта и управляющих воздействий, что, фактически, исключает возможность построения полинома предсказания.

В настоящей работе исследуется возможность частичной компенсации параметрических возмущений без использования их точной модели и особенности решения соответствующей задачи синтеза робастного регулятора.

Рассмотрим задачу синтеза стабилизирующего регулятора для дискретного объекта вида

$$Q(q^{-1})y(k) = q^{-1}P_u(q^{-1})u(k), \quad (1)$$

подверженного воздействию ограниченных параметрических возмущений $Q(q^{-1}) = Q^0(q^{-1}) + \delta Q(q^{-1})$, $P_u(q^{-1}) = P_u^0(q^{-1}) + \delta P_u(q^{-1})$. Представим модель (1) в виде уравнения номинального объекта, подверженного воздействию эквивалентного сигнального возмущения, зависящего от регулируемых и управляющих переменных:

$$Q(q^{-1})y(k) = q^{-1}P_u^0(q^{-1})u(k) + w(k), \quad (2)$$

$$w(k) = q^{-1}\delta P(q^{-1})u(k) - \delta Q(q^{-1})y(k)$$

Такое возмущение может быть косвенно измерено с использованием схемы двухходовой согласованной модели номинального объекта [1]:

$$\hat{w}(k) = Q^0(q^{-1})y(k) - q^{-1}P_u^0(q^{-1})u(k), \quad (3)$$

при этом очевидно, что $\hat{w}(k) = w(k)$.

Введем регулятор с двумя степенями свободы, описываемый уравнением

$$R(q^{-1})u(k) = -P_y(q^{-1})y(k) - P_w(q^{-1})\hat{w}(k), \quad (4)$$

которое с учетом (3) может быть преобразовано к виду:

$$[R(q^{-1}) + q^{-1}P_u^0(q^{-1})P_w(q^{-1})]u(k) = -[P_y(q^{-1}) + P_w(q^{-1})Q^0(q^{-1})]y(k). \quad (5)$$

Выберем характеристический полином регулятора $R(q^{-1}) = P_w^0(q^{-1})$ и получим уравнение замкнутой системы

$$[Q^0(q^{-1}) + q^{-1}P_y(q^{-1})]y(k) = [1 - q^{-1}P_w(q^{-1})]w(k). \quad (6)$$

Оставшиеся свободными полиномы регулятора следует выбирать из условия обеспечения устойчивости замкнутой системы (6), а именно, условия устойчивости характеристического полинома

$$\Delta(q^{-1}) = Q^0(q^{-1}) + q^{-1}P_y(q^{-1}) \quad (7)$$

и условия максимального ослабления влияния параметрического возмущения

$$\left| \frac{1 - q^{-1}P_w(q^{-1})}{Q^0(q^{-1}) + q^{-1}P_y(q^{-1})} \right|_{\infty} \rightarrow \min_{P_w(q^{-1})} \quad (8)$$

с учетом ограничений на выбор $P_w(q^{-1})$, связанных с требованием устойчивости характеристического полинома регулятора

$$\Delta_c(q^{-1}) = P_u^0(q^{-1}) \{1 - q^{-1} P_w(q^{-1})\}. \quad (9)$$

Решение этой задачи может быть найдено с помощью известных методов H^∞ -оптимизации [2].

Из (9) следует, что построение устойчивого регулятора возможно лишь при выполнении условия устойчивости полинома $P_u^0(q^{-1})$, т.е. для минимально-фазового объекта. Рассмотренная выше методика может быть распространена и на объекты, не обладающие свойством минимальной фазовости. При этом используется так называемая равномодульная аппроксимация номинальной модели объекта

$$\begin{aligned} Q^0(q^{-1}) y(k) &= q^{-1} \tilde{P}_u^0(q^{-1}) u(k) + \tilde{w}(k), \\ \tilde{P}_u^0(q^{-1}) &= P_u^{0+}(q^{-1}) \tilde{P}_u^{0-}(q^{-1}), \\ \tilde{w}(k) &= w(k) + q^{-1} \{P_u^0(q^{-1}) - \tilde{P}_u^0(q^{-1})\} u(k), \end{aligned} \quad (10)$$

где обратный полином $\tilde{P}_u^{0-}(q^{-1}) = q^{-m} P_u^-(q)$ находится путем применения стандартной процедуры факторизации $P_u^0(q^{-1}) = P_u^{0+}(q^{-1}) P_u^{0-}(q^{-1})$. При этом модель (10) будет минимально-фазовой и к ней может быть применена описанная выше процедура синтеза, при этом уравнение регулятора имеет вид

$$\tilde{P}_u^0(q^{-1}) \{1 + q^{-1} P_w(q^{-1})\} u(k) = -[P_y(q^{-1}) + P_w(q^{-1}) Q^0(q^{-1})] y(k). \quad (11)$$

Для системы с сигнальными возмущениями процедуру синтеза можно было бы считать оконченной, однако зависимость эквивалентного возмущения $\tilde{w}(k)$ от регулируемых и управляющих переменных требует дополнительного анализа устойчивости синтезируемой замкнутой системы. Из (6), (11) следует, что характеристический полином замкнутой системы с учетом структуры возмущения (10) может быть представлен в виде

$$\begin{aligned} \Delta_w(q^{-1}) &= \Delta_0(q^{-1}) + \delta \Delta(q^{-1}) \\ \Delta_0(q^{-1}) &= \tilde{P}_u^0(q^{-1}) Q^0(q^{-1}) + q^{-1} P_u^0(q^{-1}) P_y(q^{-1}) + \\ &\quad + q^{-1} \{P_u^0(q^{-1}) Q^0(q^{-1}) - \tilde{P}_u^0(q^{-1})\} P_w(q^{-1}), \\ \delta \Delta(q^{-1}) &= q^{-1} \{P_y(q^{-1}) + P_w(q^{-1})\} Q^0(q^{-1}) \delta P_u(q^{-1}) - \\ &\quad - \tilde{P}_u^0(q^{-1}) \{1 - q^{-1} P_w(q^{-1})\} \delta Q(q^{-1}) \end{aligned} \quad (12)$$

Такая структура характеристического полинома накладывает определенные ограничения на выбор варьируемых полиномов регулятора $P_y(q^{-1})$ и $P_w(q^{-1})$. Прежде всего, указанный выбор уже не может осуществляться независимо и должен реализовываться в ходе единой процедуры синтеза, обеспечивающей одновременное выполнение устойчивости полиномов

$\Delta_o(q^{-1})$, $\Delta_c(q^{-1})$. Кроме того, для решения указанной задачи следует использовать процедуры робастного синтеза, характеризующих устойчивость полиномов $\Delta_w(q^{-1})$, $\Delta_c(q^{-1})$ при наличии неконтролируемых отклонений $\delta\lambda(q^{-1})$. При этом могут использоваться алгебраические или частотные критерии робастной устойчивости [2].

Список литературы: 1. Цыпкин Я.З. Адаптивно инвариантные дискретные системы управления // Автоматика и телемеханика. 1991. № 5. С.96-124. 2. Позняк А.С. Основы робастного управления (Н-теория). М.: МФТИ, 1991. 128с.

Поступила в редколлегию 31.12.98

УДК 621.03

С.В.ШЕВЧЕНКО

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Розглядаються питання створення автоматизованої системи контролю безпеки розподілених об'єктів, що відповідає Парето-оптимальному стану векторного критерію, який містить як складові компоненти мінімум коштів на створення, розміщення та експлуатацію системи, а також - мінімум загальних збитків від чекання у черзі початку обслуговування. Пропонується підхід, який дозволяє отримати рішення поставленої задачі

Разработка и эксплуатация автоматизированных систем контроля безопасности распределенных объектов базируется на использовании современных средств телекоммуникаций и вычислительной техники. При поэтапном подключении к системе новых объектов оценка эффективности системы должна отражать изменения во времени спроса на обслуживание. Создание подобных систем производится с позиций критериев минимум стоимости системы, включая ее размещение и эксплуатацию, и минимум потерь, вызванных ожиданием объектами контроля начала обслуживания.

Для формализации проблемы введем следующие обозначения. Пусть для последовательных моментов времени $t \in T$, где $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$,

имеется множество объектов $I_i = \{i_1, i_2, \dots, i_m\}$, подлежащих контролю. Каждый контролируемый объект оснащается системой датчиков, регистрирующих, например, несанкционированный доступ к объекту или его компонентам, изменение или выход за допустимые границы некоторых выбранных величин, характеризующих состояние объекта. Сигналы датчиков, пройдя необходимую предварительную обработку, должны быть преобразованы в цифровую форму для последующей передачи на закрепленный пост контроля с целью последующего анализа и принятия адекватных мер. Для каждого i -го контролируемого объекта, $i \in I_i$, заданы величин $\{\omega'_i\}$, определяющие количество ресурсов i -го типа системы контроля, необходимого для обработки информации, получаемой от системы датчиков. Помимо этого, контролируемый объект снабжается аппаратурой, необходимой для приема команд и передачи информации о состоянии объекта на обслуживающий пост контроля. Стоимость этой аппаратуры и ее размещения, включая затраты, связанные с перемещением контролирующих или выполняющих обслуживание органов к месту дислокации объекта, обозначим C_{ij} .

Посты контроля, обслуживающие закрепленные объекты, могут быть размещены в определенных местах, задаваемых элементами множества $J = \{j_1, j_2, \dots, j_n\}$, в планируемые моменты времени $t \in T$. Для каждого места размещения объекта $j \in J$ задан коэффициент удорожания работ d_j , определяющий относительный прирост затрат по отношению к номинальному значению. Оборудование j -го поста контроля может быть выбрано из некоторого множества типов $P_j = \{p_1, p_2, \dots, p_R\}$, отличающихся набором ресурсов из множества $L = \{l_1, l_2, \dots, l_k\}$ и соответствующей стоимостью. Стоимость оборудования p -го типа, $p \in P_j$, для ее размещения в j -м потенциальном месте обозначим A_{pj} . Объемы ресурсов различных видов, обеспечиваемых аппаратурой p -го типа составляют набор $\{B'_{pj}\}$. В течение моментов времени $t \in T$ посты контроля могут увеличивать свою пропускную способность за счет размещения дополнительного оборудования соответствующего типа. Помимо этого, в состав поста входит также некоторое количество бригад, оснащенных необходимыми средствами для выполнения обслуживания контролируемых объектов.

Тогда, если для распределения объектов контроля между постами воспользоваться логическими переменными x_{ijt} , $i \in I, j \in J, t \in T$, определяемыми соотношением

$$x_{ijt} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й объект контролируется } j\text{-м постом для } t \in T, \\ 0 & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (1)$$

а для выбора типов аппаратуры при создании поста применить логические переменные y_{pjt} , $p \in P_j$, $j \in J$, $t \in T$, задаваемые выражением

$$y_{pjt} = \begin{cases} 1, & \text{если для поста } j \in J \text{ используется аппаратура } p\text{-го типа, } t \in T, \\ 0 & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (2)$$

то стоимость системы контроля S может быть представлена следующим образом

$$S = \sum_{t \in T} \gamma_t \sum_{j \in J} \left(\sum_{i \in I} c_{ijt} x_{ijt} + d_j \sum_{p \in P_j} A_{pj} y_{pjt} \right), \quad (3)$$

где γ_t - коэффициенты дисконтирования затрат.

Для однозначности распределения объектов между постами достаточно выполнения следующего условия

$$\sum_{j \in J} x_{ijt} = 1, \quad i \in I, \quad t \in T. \quad (4)$$

Посты контроля должны обеспечивать требуемый объем обслуживания закрепленных объектов с учетом располагаемых ресурсов. Отсюда следует необходимость выполнения соотношения

$$\sum_{i \in I} \omega_{it}^j x_{ijt} \leq \sum_{t=1}^T \sum_{p \in P_j} B_{pj}^j y_{pjt}, \quad j \in J, \quad l \in L, \quad t \in T. \quad (5)$$

Выбор варианта типа аппаратуры, используемой для j -го поста также должен быть однозначным, включая отсутствие любого варианта, означающее неиспользование данного потенциального места для размещения поста. Поэтому имеем неравенство

$$\sum_{p \in P_j} y_{pjt} \leq 1, \quad j \in J, \quad t \in T. \quad (6)$$

Рассмотрим формализацию оценки потерь, вызванных ожиданием начала обслуживания объектов контроля. После получения текущей информации о состоянии контролируемого объекта, ее обработки и анализа на посту может быть принято решение о необходимости обслуживания объекта. При наличии свободной бригады она перемещается к месту дислокации контролируемого объекта и через промежуток времени, определяемый временем перемещения, начинается обслуживание. Если свободных бригад нет, то обслуживание данного объекта откладывается до освобождения первой из занятых бригад. Величина максимальных потерь может быть оценена стоимостью контролируемого объекта. Текущие потери по рассматриваемому

объекту, обусловленные несвоевременным обслуживанием, будут определяться временем ожидания обслуживания в пределах интервала $[0, T_{i\max}]$ и величиной максимальных потерь. Значение $T_{i\max}$ задается индивидуально для каждого объекта, исходя из оценки максимальных промежутков времени, при которых сохраняется безопасность i -го объекта.

Если предположить, что скорость роста потерь увеличивается по мере увеличения времени ожидания и приближения к правой границе интервала выделенного промежутка времени, то оценку потерь P_i для i -го объекта можно получить, используя, например, квадратичную зависимость, в следующем виде

$$P_i(t_{\text{ож}}) = \begin{cases} a_i t_{\text{ож}}^2, & t_{\text{ож}} < T_{i\max}, \\ Q_i, & t_{\text{ож}} \geq T_{i\max}, \end{cases}$$

где Q_i - стоимость i -го объекта, a_i - коэффициент пропорциональности, задаваемый соотношением $a_i = Q_i/T_{i\max}^2$, согласно сделанным предположениям, $t_{\text{ож}}$ - время ожидания начала обслуживания.

В рассматриваемом аспекте пост контроля может быть представлен многоканальной системой массового обслуживания (СМО) с ожиданием, у которой каналом является бригада специализированного состава, производящая контроль и обслуживание закрепленных объектов. Для многоканальной СМО время ожидания зависит от ряда параметров СМО, включая число каналов k , интенсивности входного λ и выходного μ потоков заявок, законы распределения интервалов времени между соседними заявками в потоках и др. Предполагая известными реализации механизмов обслуживания в СМО, можно считать, что существует следующая функциональная зависимость $t_{\text{ож}} = t_{\text{ож}}(k, \lambda, \mu)$ [1]. Аналитическое выражение этой зависимости можно получить лишь для простейших видов СМО. Поэтому оценку времени ожидания для произвольной СМО будем производить на основании имитационного моделирования процессов обслуживания. При этом время ожидания, а значит и соответствующие потери, существенно зависят от распределения объектов контроля между постами, а также - от количества обслуживающих каналов у каждого поста. Тогда общие потери, вызванные ожиданием начала обслуживания по всем контролируемым объектам, могут быть представлены аддитивным функционалом в следующем виде

$$\Psi = \sum_i \sum_{k, \lambda, \mu} \psi_i(t_{\text{ож}}(k, \lambda, \mu)). \quad (7)$$

Уменьшение количества постов контроля приводит с одной стороны к уменьшению затрат на техническое оснащение и создание системы контроля безопасности, а с другой стороны – к увеличению интенсивности входного потока на обслуживание и, как следствие, к увеличению общих потерь, связанных с несвоевременным началом обслуживания.

Таким образом, рассматриваемая проблема определения структуры системы обеспечения безопасности распределенных объектов может быть представлена следующей двухкритериальной задачей дискретного программирования.

Определить значения переменных $x_{ij}, y_{pj}, k_j, i \in I, p \in P_j, j \in J$, при которых достигается $\min S, \min \psi$, где S определяется выражением (3), а ψ - выражением (7), при ограничениях (4)-(6), а также - ограничении с учетом (1), (2):

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, i \in I, j \in J, y_{pj} \in \{0, 1\}, p \in P_j, k_j \in \{0, 1, 2, \dots\}, j \in J.$$

Для определения Парето-оптимального решения предлагается подход, основанный на применении метода уступок. Процесс решения представляется последовательными приближениями с итерационным взаимодействием выделенных оптимизационной и имитационной частей задачи. Оптимизационная часть представляется задачей без учета критерия (7). Такая задача относится к классу задач размещения, отличительной особенностью которой является целочисленность всех переменных. Для ее решения могут быть использованы эффективные алгоритмы, приведенные в работе [2].

Полученное решение оптимизационной задачи оценивается с помощью имитационной модели, которая позволяет определить значение критерия ψ . Перед очередным решением оптимизационной задачи производится уменьшение величины использования возможных ресурсов постов контроля в следующем виде $B_{pj} = \alpha * B_{pj}, p \in P_j, j \in J$, где $0 < \alpha < 1$. Это изменение приводит к увеличению общего количества постов и, как следствие, – к увеличению значения S , и уменьшению ψ . Процесс повторяется до выполнения условий равновесия критериев.

Список литературы: 1. *Клейнрок Л.* Теория массового обслуживания.- М.: "Мир", 1979.- 432 с. 2. *Shevchenko S.* Optimization of Structure and Development of Production Systems// Discrete Structural Optimization: IUTAM Symposium. Zakopane, Poland.- Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1994.- S. 158-167.

Поступила в редколлегию 20.12.98

Л. Г. РАСКИН, д-р техн. наук, *Е. В. КЛИМКО*,
З. Е. МИНЕНКОВА

ЭФФЕКТИВНЫЙ АЛГОРИТМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ ПРОИЗВОЛЬНОЙ МЕТРИКИ

В статі пропонується ефективний алгоритм кластеризації, що забезпечує розбиття вихідної множини об'єктів на компактні підмножини. Ефективність досягається за рахунок спеціального вибору центрів групування на колі, що охоплює вихідну множину об'єктів. Алгоритм працює у просторі будь-якої міри.

В работе [1] рассмотрен класс однотипных алгоритмов кластеризации, использующих идею группирования, которая реализуется следующим образом. На предварительном этапе по какому-либо правилу выбираются центры группирования, число которых определяется требуемым числом кластеров. Далее, на основном этапе каждая из оставшихся точек присоединяется к ближайшему (в выбранной метрике) центру группирования. Понятно, что эффективность таких алгоритмов принципиальным образом зависит от того, насколько удачно выбраны центры группирования.

Ниже предлагается процедура отыскания центров группирования, обеспечивающая высокую эффективность алгоритма кластеризации.

Будем считать, что исходное p -мерное множество состоит из n точек A_1, A_2, \dots, A_n и его необходимо разбить на m групп M_1, M_2, \dots, M_m , ($m < n$). Обозначим через $a_{j\ell}$ - ℓ -ю координату точки A_j .

Каждая точка многомерного пространства в рассматриваемой задаче кластеризации описывает некий объект, а координаты точки - свойства или параметры такого объекта. Поскольку масштаб единиц измерения каждого из параметров различен, целесообразно до начала процедуры кластеризации пронормировать координаты всех точек таким образом, чтобы они находились в интервале $[-1; 1]$.

Введем критерий компактности разбиения следующим образом:

$$R(U) = \frac{\min_{i=1, \dots, m} \left\{ \min_{q=1, \dots, m} \left\{ r(A_{i,q}, A_{q,i}) \right\} \right\}}{\max_{i=1, \dots, m} \left\{ \frac{\sum_{j=1}^n r(A_{i,j}, A_j) u_{ij}}{\sum_{j=1}^n u_{ij}} \right\}}, \quad (1)$$

где $A_{q,i}$ - центр тяжести множества точек, принадлежащих группе M_i , координаты которого определяются по формуле:

$$x_{qi\ell} = \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij} x_{j\ell}}{\sum_{j=1}^n u_{ij}}, \quad (2)$$

$$\ell = 1, 2, \dots, p,$$

где

$r(A_i, A_q)$ - расстояние между точками A_i и A_q , вычисляемое в произвольной метрике.

Числитель критерия (1) представляет собой минимальное расстояние между центрами тяжести групп. Ясно, что чем больше эта величина, тем более разнесены группы друг от друга, и тем лучше полученное разбиение. Знаменатель критерия (1) - это максимальное среднее расстояние между точками группы и соответствующим центром тяжести. Оно характеризует габаритные размеры самой большой группы. Чем больше это расстояние, тем хуже полученное разбиение. Максимизация критерия компактности обеспечивает получение небольших по размеру и разнесенных в пространстве групп.

В известных алгоритмах кластеризации на предварительном этапе специальным образом среди всего множества точек отыскиваются особые точки - центры группирования. В то же время, совершенно ясно, что роль таких центров не обязательно должны играть точки, соответствующие реальным объектам. Эти точки можно задать, выбрав их координаты таким образом, чтобы последующее группирование было максимально эффективным. Так, например, эти точки можно расположить на окружности с центром в начале координат и радиусом, обеспечивающим охват этой окружностью всех точек множества.

Описание алгоритма приведем в целях простоты для двумерного случая. Проведем окружность таким образом, чтобы точки $A_1(x_{11}, x_{12})$, $A_2(x_{21}, x_{22})$, ..., $A_n(x_{n1}, x_{n2})$ оказались внутри нее, а ее центр находился в начале системы координат. Радиус такой окружности равен:

$$\rho = \max_{j=1,2,\dots,t} \{ \sqrt{x_{j,1}^2 + x_{j,2}^2} \}.$$

Расположим центры группирования на окружности на равном расстоянии друг от друга. При этом координаты m центров группирования описываются следующими соотношениями:

$$x_{\text{центр группы } i,1} = \rho \cdot \cos\left(i \frac{2\pi}{m} + \alpha\right),$$

$$x_{\text{центр группы } i,2} = \rho \cdot \sin\left(i \frac{2\pi}{m} + \alpha\right),$$

$$i = 1, 2, \dots, m,$$

где α - угол между положительным направлением оси x_1 и радиусом, проведенным из центра окружности до первого центра.

Сформируем m пустых множеств: $M_i = \emptyset, i = 1, 2, \dots, m$.

Дальнейшая процедура последовательно обрабатывает все точки исходного множества объектов группирования. "Подсоединим" очередную точку A_j к ближайшему из центров группирования:

$$M_i = M_i \cup j, \text{ если } j = \arg \min \{ x_{\text{центр группы } i, j} \},$$

где

$$x_{\text{центр группы } i, j} = \sqrt{(x_{\text{центр группы } i,1} - x_{j,1})^2 + (x_{\text{центр группы } i,2} - x_{j,2})^2}.$$

Процедуру продолжаем до распределения всех точек.

Вычислим критерий компактности полученного разбиения по формуле (1). Величина критерия зависит от положения центров группирования на окружности, т.е. от угла α . Изменяя значение параметра α в диапазоне $[0, 2\pi/m]$ с шагом $\Delta\alpha$, найдем такое распределение точек по подгруппам, при котором величина критерия (1) максимальна.

Список литературы: 1. Климко Е. В. Методика повышения эффективности процедур кластеризации // Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье. Труды межд. науч.-техн. конф. 12-14 мая 1997 г. - Харьков, 1997. - Ч 1, с 245-247.

Поступила в редколлегию 27.01.99

Е. А. СКЛЯР, М. Ю. ШКВАРКО, М. Х. ЭЛЬЗЕЙН

АСИМПТОТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕСКРИПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Виконано аналіз ефективності дескриптивних алгоритмів оцінювання просторових координат об'єктів в системах технічного зору, що застосовують когерентні методи обробки сигналів. Викладені умови, при яких дескриптивні алгоритми асимптотично ефективні і забезпечують показники точності розв'язання об'єктів, що не поступаються методу максимальної вірогідності.

В литературе по когерентно-оптическим, акустическим и рентгеновским системам технического зрения наряду со статистически оптимальными предложен ряд методов дескриптивного синтеза алгоритмов пространственного разрешения сигналов при изменении пространственных координат отдельных объектов, или источников составляющих изображение. Такое изображение в системах технического зрения с когерентной обработкой сигналов формируется за счёт обработки колебаний, поступающих с системы датчиков, которые принято называть антенной решёткой по аналогии с терминологией радио- и акустических систем. Совокупность колебаний, поступающих на элементы антенной решетки, рассматривается в этом случае в пренебрежении внутренними и внешними шумами, и анализируемое комплексное поле считается результатом наложения только полезных сигналов, приходящих от различных источников. В настоящей работе определяются точностные показатели, характеризующие принципиальные возможности конкретных алгоритмов, реализующих подобный подход к задаче обработки сигналов независимых монохроматических источников излучения в условиях воздействия аддитивного поля гауссовых шумов, и устанавливается степень их приближения к потенциальным показателям качества.

Пусть задан интервал $(0, T)$, отведенный на временную обработку, а пространственная обработка реализуется на эквидистантной линейной решетке с шагом d и началом координат, совмещенным с её геометрическим центром. Принимаемое i -м элементом решетки колебание представляет собой аддитивную смесь вида

$$u_i(t) = \operatorname{Re} \sum_{p=1}^M E_p s_{ip}(\theta_p) e^{j\omega_p t} + n_i(t); i \in \overline{1, M}, \quad (1)$$

где $n_i(t)$ - белый гауссов шум со спектральной плотностью N_0 ;
 $s_{ip}(\theta_p) = \exp \left\{ j \frac{2i - M - 1}{2} \theta_p \right\}$ - комплексный закон полезной модуляции сигнала p -го источника; $\theta_p = \frac{2\pi d}{l} \vartheta_p$ - его обобщенная угловая координата; ϑ_p - направляющий косинус угла прихода, отсчитываемого от линии раскрыва; l - длина волны; $E_p = |E_p|$; $e^{j\omega_p} = a_p + j b_p$ - постоянная на интервале $(0, T)$ случайная комплексная амплитуда p -й цели.

1. Известный в ряде вариантов [2,3] подход к отысканию алгоритма детерминистского разрешения-изменения основан на том, что из рассмотрения исключается шумовой процесс $n(t)$; $s_{ip}(\theta_p)$ представляется рядом Тейлора с комплексными коэффициентами разложения $C_{kjp}(\theta_{p0})$, вычисленными в опорных точках θ_{p0} :

$$s_{ip}(\theta_p) = \sum_{k=1}^K C_{kjp} \lambda_p^{k-1} \quad (2)$$

($\lambda_p = \theta_p - \theta_{p0}$ - информационный параметр p -го источника), и последовательно решается система комплексных алгебраических уравнений для амплитуд принимаемых реализаций (1) относительно новых вводимых векторных переменных \bar{X}_i с $3N$ вещественными неизвестными λ, a, b

$$U_i = \sum_{j=1}^K \sum_{p=1}^M C_{kjp} X_{kjp}; i \in \overline{1, M}, \quad (3)$$

где компоненты X_{kjp} векторов \bar{X}_i определены следующим образом: $X_{kjp} = E_p \lambda_p^{k-1}$.

Анализ разрешимости системы (3) позволяет ограничиться линейной аппроксимацией в разложении (2) и принять $K=2$. В результате вектор информационных параметров сигналов находится из последовательного решения матричных уравнений и для произвольного $M = 3N/2$ может быть выражен в виде

$$\bar{\lambda} = \bar{E}^{-1} \bar{X}_2, \text{ где } \bar{E} = [0 \ \bar{X}_1 \ 10]; \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} \bar{X}_1 \\ \bar{X}_2 \end{bmatrix} = \left\{ \begin{bmatrix} \tilde{C}_{11} & \tilde{C}_{12} \\ \tilde{C}_{21} & \tilde{C}_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \tilde{C}_{11} & \tilde{C}_{12} \\ \tilde{C}_{21} & \tilde{C}_{22} \end{bmatrix} \right\}^{-1} \begin{bmatrix} \tilde{C}_{11} & \tilde{C}_{12} \\ \tilde{C}_{21} & \tilde{C}_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{U}_1 \\ \tilde{U}_2 \end{bmatrix} = [\tilde{C} \cdot \tilde{C}]^{-1} \cdot \tilde{C} \cdot \tilde{U}. \quad (5)$$

Здесь размерность всех выделенных подблоков равна N , а волна над символом означает матрицу. Элементы матрицы \tilde{C} определены из уравнений (2), (3).

2. В случае наличия шума при построении обработки в соответствии с алгоритмом (4), (5) естественно использовать статистически

оптимальные оценки компонент вектора \vec{U} , которые находят из решения уравнений правдоподобия. Данные оценки представляют собой результат простой согласованной входной фильтрации принимаемых реализаций

$$\operatorname{Re} \hat{U}_i = \frac{2}{T} \int_0^T u_i(t) \cos \omega_c t dt,$$

$$\operatorname{Im} \hat{U}_i = \frac{2}{T} \int_0^T u_i(t) \sin \omega_c t dt, \quad i \in \overline{1, M}$$

Матрица предельных ковариаций оценок вектора \vec{U} при этом вещественна и диагональна:

$$\vec{B}_0 = \frac{N_0}{T} \vec{I}. \quad (6)$$

Используя уравнения (2), (5), (6), находим, что матрица корреляционных моментов оценок вектора $\hat{\vec{X}}$ приводится к виду

$$\vec{B}_x = \begin{bmatrix} \vec{B}_{x_1 x_1} & \vec{B}_{x_1 x_2} \\ \vec{B}_{x_2 x_1} & \vec{B}_{x_2 x_2} \end{bmatrix} = (\hat{\vec{X}} \hat{\vec{X}}^*) - \vec{X} \vec{X}^* = \frac{T}{N_0} \left\{ \begin{bmatrix} \vec{C}^*_{11} & \vec{C}^*_{12} \\ \vec{C}^*_{21} & \vec{C}^*_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \vec{C}_{11} & \vec{C}_{12} \\ \vec{C}_{21} & \vec{C}_{22} \end{bmatrix} \right\}^{-1} = \quad (7)$$

$$= \frac{T}{N_0} \begin{bmatrix} \vec{\psi} & \vec{\psi}^{(0)} \\ \vec{\psi}^{(0)*} & \vec{\psi}^{(0)} \end{bmatrix}^{-1},$$

где $\vec{\psi}$ - матричная функция неопределенности сигналов по угловым координатам с элементами

$$\psi_{nm} = \psi(\theta_n, \theta_m) = \sum_{i=1}^M s^*_{in}(\theta_m) s_{im}(\theta_n); \quad (8)$$

$$\psi^{(0)*}_{nm} = \psi^{(0)*}_{nm} = \sum_{i=1}^M s^*_{in}(\theta_n) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta_n} s_{im}(\theta_m);$$

$$\psi^{(0)}_{nm} = \sum_{i=1}^M \frac{\partial}{\partial \theta_n} s^*_{in}(\theta_n) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta_m} s_{im}(\theta_m);$$

(*) - эрмитово сопряжение, (*) - комплексное сопряжение.

Качественные показатели измерения пространственных координат определяются диагональными элементами квадратной матрицы $\vec{B}_x = \vec{B}_0$ корреляционных моментов оценок этих параметров, которая при представлении в выражении (4) \vec{E}^{-1} матричным рядом в окрестности истинного значения \vec{E}^{-1} , ограничении рассмотрением случая сильных сигналов от всех целей, использовании правила Фробениуса для обращения блочной матрицы (7) и учете вещественности вектора \vec{X} получается равной

$$\vec{B}_x^{-1} \left[\operatorname{Re}(\vec{E}^* \vec{B}_{x_1 x_2} \vec{E}) \right]^{-1} = \frac{T}{2N_0} \left[\operatorname{Re} \left\{ \vec{E}^* (\vec{\psi}^{(0)*} - \vec{\psi}^{(0)} \vec{\psi}^{-1} \vec{\psi}^{(0)}) \vec{E} \right\} \right]^{-1}, \quad (9)$$

где $\sigma_i^2 = |\vec{B}_0|_{pp}$

3. Потенциальные качественные показатели, соответствующие совместно-эффективным оценкам совокупности параметров сигналов когерентных источников при разрешении по дальности на одиночной антенне, известны [4]. Эти результаты могут быть обобщены и на рассматриваемый в настоящей работе случай измерения пространственных координат системой с многоэлементным раскрытом. В частности, логарифм функции правдоподобия информационного вектора $\hat{\theta}$, получаемый путём исключения в выражении для логарифма функции правдоподобия полного множества параметров \hat{E} , $\hat{\theta}$ неизвестных комплексных амплитуд в результате их предварительного оптимального оценивания [5], имеет вид

$$L(\hat{\theta}) = \frac{1}{N_0 T} \hat{Q}^* \hat{\psi}^{-1} \hat{Q}, \quad (10)$$

где $\hat{\psi}$ - матрица, введенная ранее посредством уравнения (8); \hat{Q} - вектор комплексных корреляционных интегралов согласованной обработки по каждому из N источников с элементами

$$Q_p = \sum_{i=1}^T \int_0^T u_i(t) E_p(\theta_p) e^{j\omega_p t} dt.$$

При этом в результате двойного параметрического дифференцирования (10) с учётом справедливой для рассматриваемого случая сильных сигналов цели замены усреднения по шумам представлением составляющих вектора корреляционных интегралов \hat{Q} их сигнальными эффектами, а также из обобщения результатов работы [4] на рассматриваемую задачу получаем окончательное матричное выражение для $\hat{V}_{\text{Фисера}}$ путём обращения информационной матрицы Фишера

$$\hat{V}_{\text{Фисера}} = \frac{T}{2N_0} \left\{ \text{Re} \left[\hat{E}^* (\hat{\psi}^{(1)}) - \hat{\psi}^{(10)} \hat{\psi}^{-1} \hat{\psi}^{(10)} \hat{E} \right] \right\}^{-1} \quad (11)$$

Сопоставляя выражения (9) и (11) и устанавливая их идентичность при введенных ограничениях на характеристики сигналов и шума, можно сделать практически важный вывод об асимптотической эффективности рассмотренного детерминистского подхода, основанного на разложении в ряды Фурье и последующей линеаризации системы комплексных уравнений для амплитуд принимаемых реализаций. Она состоит в том, что найденный алгоритм, иллюстрирующий детерминистский подход к задаче совместного измерения пространственных координат источников излучения на фоне флюктуационных помех в практически интересном случае сильных сигналов от всех объектов, т.е. когда $|E_p|^2 T / 2N_0 \gg 1$ для всех $p \in 1, N$ и при осуществлении предварительной согласованной фильтрации колебаний, принимаемых элементами антенной решётки,

реализует совместные оценки, которые в точностном отношении равноценны оценкам, получаемым по методу максимума правдоподобия.

Список литературы: 1. *Василенко Г.Н., Тараторин* Восстановление изображений. 2. Системы технического зрения. *А.Н. Писаревский, А.Ф. Чернявский, Г.К. Афанасьев и др.* ; под общ. Ред. *А.Н. Писаревского.* - Л.:Машиностроение, 1988.- 424 с. 3. *Фалькович С.Е., Пономарев В.И., Шкварко Ю.В.* Оптимальный приём пространственно-временных сигналов в радиоканалах с рассеянием. -М.: Радио и связь, 1989, -296 с. 4. *Shkvarko Yu. V., Kostenko Yu. T.* Combined statistical regularization and experiment design theory-based nonlinear techniques for extended object imaging from remotely sensed data. SPIE Proceedings Vol.№ 2232., 1994. pp.309-317 5. *Shkvarko Yu. V., Netukhailo A.S.* Fusion of Bayesian Estimation and MTF Inversion techniques for improved array imaging in Scattering media. CAIP'99 Proceedings, LNCS 970, Springer-Verlay. Berlin-Heilderberg, 1995, pp.526-531.

Поступило в редколлегию 25.01.99

УДК 519.237

Н.И. БЕЗМЕНОВ, канд. техн. наук, **С.В. КОВАЛЕНКО**

ОБ ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ СВЯЗИ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ, ИЗМЕРЯЕМЫМИ В ШКАЛЕ НАИМЕНОВАНИЙ

У статті розглядаються показники сили зв'язку, які можуть використовуватись для статистичного аналізу зв'язків між параметрами, що оцінюються за допомогою шкали найменувань. Пропонуються коефіцієнти, що приймають значення у діапазоні від 0 до 1.

Пусть имеются два дискретных параметра X_i и X_j , измеренные в шкале наименований, и пусть количество их возможных значений равно m_i и m_j соответственно. Для этих параметров можно построить матрицу сопряженности размера $m_i \times m_j$ элементами которой являются количества появлений сочетаний различных значений $n_{i,k}$, $k_i = \overline{1, m_i}$, $k_j = \overline{1, m_j}$.

Зависимость параметра X_j от параметра X_i можно оценить тем, насколько значение параметра X_j предопределяется значением параметра X_i . Для этого можно использовать такой показатель связи:

$$\kappa(X_i \rightarrow X_j) = \frac{\sum_{k_i=1}^{m_i} \max_{k_j=1, \dots, m_j} n_{k_i k_j}}{n} \quad (1)$$

Степень зависимости параметра X_i от параметра X_j может определяться показателем

$$\kappa(X_i \leftarrow X_j) = \frac{\sum_{k_j=1}^{m_j} \max_{k_i=1, \dots, m_i} n_{k_i k_j}}{n} \quad (2)$$

Если информация о направлении связи между параметрами X_i и X_j отсутствует, то для оценки степени зависимости возможно построение показателей связи, учитывающих показатели (1) и (2). Таковыми, например, могут быть показатели

$$\kappa_1 = \frac{\kappa(X_i \rightarrow X_j) + \kappa(X_i \leftarrow X_j)}{2} \quad (3)$$

и

$$\kappa_2 = \max\{\kappa(X_i \rightarrow X_j), \kappa(X_i \leftarrow X_j)\}. \quad (4)$$

Приведенные показатели степени связи не учитывают того, в какой степени каждое из значений одного параметра определяет значения другого параметра. От этого недостатка несколько избавлен показатель вида

$$\xi(X_i \rightarrow X_j) = \frac{1}{m_i} \sum_{k_i=1}^{m_i} \frac{\max_{k_j=1, \dots, m_j} n_{k_i k_j}}{n_{k_i}} \quad (5)$$

и

$$\xi(X_i \leftarrow X_j) = \frac{1}{m_j} \sum_{k_j=1}^{m_j} \frac{\max_{k_i=1, \dots, m_i} n_{k_i k_j}}{n_{k_j}}, \quad (6)$$

где $n_{k_i} = \sum_{k_j=1}^{m_j} n_{k_i k_j}$, $n_{k_j} = \sum_{k_i=1}^{m_i} n_{k_i k_j}$.

По аналогии с (3) и (4) на базе показателей (5) и (6) можно построить комбинированные показатели связи вида

$$\xi_1 = \frac{\xi(X_i \rightarrow X_j) + \xi(X_i \leftarrow X_j)}{2}$$

и

$$\xi_2 = \max(\xi(X_i \rightarrow X_j), \xi(X_i \leftarrow X_j)).$$

Для сопоставления степени связи для различных пар параметров желательным является наличие у показателей степени связи следующих свойств:

- ♦ принятие значений в интервале от 0 до 1;
- ♦ принятие значения 1 при жесткой зависимости двух параметров;
- ♦ принятие нулевого значения при отсутствии связи между параметрами.

Можно показать, что все восемь рассмотренных показателей степени связи обладают двумя первыми свойствами, но не обладают третьим.

Для любого из m_i значений параметра X_i независимость X_j от X_i означает, что $\max_{k_j=1, m_j} n_{k_i k_j} = \frac{n_{k_i}}{m_j}$, а жесткая связь обуславливает выполнение соотношения $\max_{k_j=1, m_j} n_{k_i k_j} = n_{k_i}$. Если предположить, что показатель степени зависимости X_j от X_i для каждого из значений параметра X_i является линейной функцией от $\max_{k_j=1, m_j} n_{k_i k_j}$, равной нулю при $\max_{k_j=1, m_j} n_{k_i k_j} = \frac{n_{k_i}}{m_j}$ и единице при $\max_{k_j=1, m_j} n_{k_i k_j} = n_{k_i}$, то можно показать, что приведенными выше свойствами обладает коэффициент связи

$$\Xi(X_i \rightarrow X_j) = \frac{1}{(m_j - 1) m_i} \sum_{k_i=1}^{m_i} \left(\frac{m_j}{n_{k_i}} \max_{k_j=1, m_j} n_{k_i k_j} - 1 \right).$$

Аналогично можно построить коэффициент связи

$$\Xi(X_i \leftarrow X_j) = \frac{1}{(m_i - 1) m_j} \sum_{k_j=1}^{m_j} \left(\frac{m_i}{n_{k_j}} \max_{k_i=1, m_i} n_{k_i k_j} - 1 \right).$$

Коэффициенты

$$\Xi_1 = \frac{\Xi(X_i \rightarrow X_j) + \Xi(X_i \leftarrow X_j)}{2}$$

и

$$\Xi_2 = \max(\Xi(X_i \rightarrow X_j), \Xi(X_i \leftarrow X_j))$$

могут быть предложены в случае, когда отсутствует информация о направлении связи между X_i и X_j .

Поступила в редколлегию 01.02.99

Ю.В.ИВАНЧИХИН

ТЕХНОЛОГИЯ ФАЗОВОГО УКРУПНЕНИЯ МНОГОРАЗМЕРНЫХ ПОЛУМАРКОВСКИХ СИСТЕМ

В статті пропонується ітераційна методика укрупнення станів багатомірних систем незалежно від їх структур.

При анализе больших систем часто возникает задача фазового укрупнения состояний исходной системы с понижением ее размерности. Ниже представлена одна из технологий такого укрупнения, причем не ограниченная специальными требованиями к структуре системы, имеющимися обычно при решении подобных задач [1,2].

Считаем, что исходная полумарковская система задана посредством множества состояний $E = \{1, 2, \dots, n\}$, разбиваемых на r классов, матрицей $(Q_{ij}(t))$ независимых функций распределения времен пребывания процесса в состоянии i до перехода в состояние j , где $i \in E, j \in E$, а также матрицей переходных вероятностей вложенной марковской цепи (ВМЦ) $W = (p_{ij})$, и матрицей условных функций распределения времени пребывания $F(t) = (F_{ij}(t))$. Считаем также, что известны вектор распределения вероятностей $\pi^{(1)}$ ВМЦ и вектор распределения финальных интервально-переходных вероятностей полумарковского процесса (ПМП) $\phi^{(1)}$ на k -м шаге. Технология итерационного фазового укрупнения состоит в последовательном выполнении нижеследующих действий.

1. Состояния l -го класса расчленяются на очередном шаге, остальные состояния объединяем в соответствующие классы. Получим систему с множеством состояний $\{I_1, I_2, \dots, I_{l-1}, I_l, I_{l+1}, \dots, I_n, I_{n+1}, \dots, I_r\}$, вектором переходов ВМЦ $\bar{\pi}^{(1)} = (\pi_{I_1}^{(1)}, \pi_{I_2}^{(1)}, \dots, \pi_{I_{l-1}}^{(1)}, \pi_{I_l}^{(1)}, \pi_{I_{l+1}}^{(1)}, \dots, \pi_{I_n}^{(1)}, \pi_{I_{n+1}}^{(1)}, \dots, \pi_{I_r}^{(1)})$ и вектором интервально-переходных вероятностей ПМП укрупненной системы $\bar{\phi}^{(1)} = (\phi_{I_1}^{(1)}, \phi_{I_2}^{(1)}, \dots, \phi_{I_{l-1}}^{(1)}, \phi_{I_l}^{(1)}, \phi_{I_{l+1}}^{(1)}, \dots, \phi_{I_n}^{(1)}, \phi_{I_{n+1}}^{(1)}, \dots, \phi_{I_r}^{(1)})$. Формируем матрицу вероятностей переходов ВМЦ $\bar{W}^{(1)} = (\bar{p}^{(1)}_{ij})$, где вероятности переходов для укрупненной системы следующие:

а) вероятности переходов между состояниями класса l :

$$\bar{p}_{I_{\alpha}, I_{\beta}}^{(1)} = p_{I_{\alpha}, I_{\beta}}, (I_{\alpha}, I_{\beta}) \in E, \quad (1)$$

б) вероятность перехода из неукрупненного состояния i_u в укрупненное i_v : $\tilde{p}_{i_u, i_v}^{(k)} = \sum_{q=1}^{n_u} p_{i_u, q} \cdot W_{i_v}^{(k)} = \sum_{q=1}^{n_u} p_{i_u, q} \cdot \frac{\pi_q^{(k)}}{\sum_{q=1}^{n_u} \pi_q^{(k)}} \quad (2)$

в) вероятность перехода из укрупненного i_v в неукрупненное состояние i_u : $\tilde{p}_{i_v, i_u}^{(k)} = \sum_{q=1}^{n_v} p_{q, i_u} \cdot W_{i_v}^{(k)} = \sum_{q=1}^{n_v} p_{q, i_u} \cdot \frac{\pi_q^{(k)}}{\sum_{q=1}^{n_v} \pi_q^{(k)}} \quad (3)$

г) вероятность перехода из укрупненного состояния i_v в другое укрупненное состояние $i_{v'}$: $\tilde{p}_{i_v, i_{v'}}^{(k)} = \sum_{q=1}^{n_v} \sum_{s=1}^{n_{v'}} p_{i_v, q, s} \cdot \frac{\pi_{i_{v'}}^{(k)}}{\sum_{q=1}^{n_v} \pi_{i_{v'}}^{(k)}} \quad (4)$

2. Далее рассчитывается матрица условных функций распределения времен пребывания для новых состояний $\tilde{F}^{(k)}(t)$, где функции времен пребывания процесса:

а) в состояниях класса l до перехода в состояния этого же класса:

$$\tilde{F}_{i_u, i_u}^{(k)}(t) = F_{i_u, i_u}(t) \quad (5)$$

б) в неукрупненном состоянии i_u до перехода в укрупненное состояние i_v : $\tilde{F}_{i_u, i_v}^{(k)}(t) = \sum_{q=1}^{n_u} F_{i_u, q}(t), (i, s) \in E_v, v = 1, 2, \dots, l-1, l+1, \dots, r \quad (6)$

в) в укрупненном состоянии i_v до перехода в неукрупненное состояние i_u : $\tilde{F}_{i_v, i_u}^{(k)}(t) = \sum_{q=1}^{n_v} F_{q, i_u}(t) \cdot \frac{\pi_q^{(k)}}{\sum_{q=1}^{n_v} \pi_q^{(k)}} \quad (7)$

г) в состояниях укрупненного класса i_v до перехода в другой укрупненный класс $i_{v'}$: $\tilde{F}_{i_v, i_{v'}}^{(k)}(t) = \sum_{q=1}^{n_v} \sum_{s=1}^{n_{v'}} F_{i_v, q, s}(t) \cdot \frac{\pi_{i_{v'}}^{(k)}}{\sum_{q=1}^{n_v} \pi_{i_{v'}}^{(k)}} \quad (8)$

3. Рассчитываем вектор группового распределения $\tilde{\pi}^{(k+1)}$ ВМЦ в соответствии с известной формулой: $\tilde{\pi}^{(k+1)} = \tilde{\pi}^{(k)} \cdot \tilde{W}^{(k)}$ и компоненты вектора группового распределения $\tilde{\phi}^{(k+1)}$ ПМП на $k+1$ -й итерации:

$$\tilde{\phi}^{(k+1)} = \frac{\tilde{\pi}_i^{(k+1)} \cdot \tilde{T}_i^{(k+1)}}{\sum_{i=1}^n \tilde{\pi}_i^{(k+1)} \cdot \tilde{T}_i^{(k+1)}} \quad (9)$$

где среднее время пребывания $\tilde{T}_i^{(k+1)}$ в состоянии i до ухода из него:

$$\tilde{T}_i^{(k+1)} = \int_0^{\infty} (1 - \tilde{F}_{i,i}^{(k)}(t)) dt = \sum_{j=1}^n \tilde{p}_{i,j}^{(k)} \cdot \tilde{T}_{i,j}^{(k)} \quad (10)$$

4. Далее вычисляем компоненты полного распределения вероятностей на очередной $(k+1)$ -ой итерации. Вектор $\pi^{(k+1)}$ ВМЦ исходной системы:

$$\begin{aligned} \pi_s^{(k+1)} &= \tilde{\pi}_s^{(k+1)}, s = 1, 2, \dots, n_s, \\ \pi_{vq}^{(k+1)} &= \tilde{\pi}_v^{(k+1)} \cdot \frac{\tilde{\pi}_q^{(k+1)}}{\sum_{q=1}^r \tilde{\pi}_q^{(k+1)}}, v = 1, 2, \dots, \ell - 1, \ell + 1, \dots, m, q = 1, 2, \dots, n_q. \end{aligned} \quad (11)$$

Также рассчитываем компоненты полного распределения $\phi^{(k+1)}$ пребывания ПМЦ в состояниях фазового пространства E системы:

$$\begin{aligned} \phi_s^{(k+1)} &= \frac{\tilde{\pi}_s^{(k+1)} \cdot \tilde{T}_s^{(k+1)}}{\sum_{s=1}^n \tilde{\pi}_s^{(k+1)} \cdot \tilde{T}_s^{(k+1)}}, \text{ где } s = 1, 2, \dots, n_s, \\ \phi_{vq}^{(k+1)} &= \tilde{\phi}_v^{(k+1)} \cdot \frac{\phi_q^{(k)}}{\sum_{q=1}^r \phi_q^{(k)}}, \text{ где } v = 1, 2, \dots, l - 1, l + 1, \dots, r, q = 1, 2, \dots, n_q. \end{aligned} \quad (12)$$

5. Далее выделяются состояния класса $E_{\ell,1} = \{i_{\ell,1}, i_{\ell,2}, \dots, i_{\ell,1,n_s}\}$, а состояния всех остальных классов укрупняются в состояния $I_1, I_2, \dots, I_\ell, I_{\ell+1}, \dots, I_m$ и т.д. Последовательность этапов 1..4 преобразования фазового пространства E системы повторяем до выполнения условия точности преобразований: $\|\phi^{(k+1)} - \phi^{(k)}\| \leq \varepsilon$. Здесь $\varepsilon > 0$ - некоторое достаточно малое число, определяющее степень близости фазового пространства исходной и укрупненной ПМ системы.

В результате получаем укрупненную полумарковскую систему с наперед заданной точностью ε , имеющей меньший размер фазового пространства, при этом существенно снижается по сравнению с исходной и размерность решаемой на каждом шаге задачи. Кроме того, в процессе преобразований на последней итерации фактически получено расщепление системы на совокупность подсистем и определен порядок расчета взаимосвязей между ними, что дает дополнительные возможности применения аналитических моделей для технических и экономических приложений.

Список литературы: 1. *Королюк В.С., Турбин А.Ф.* Математические основы фазового укрупнения сложных систем. - Киев: Наукова Думка, 1978.-220с. 2. *Королюк В. С., Турбин А. Ф.* Фазовое укрупнение сложных систем. Киев: Вища школа, 1978. - 110с.

Поступила в редколлегию 09.02.99

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЗАКОНА ИЗМЕНЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ОТКАЗОВ РЕДКО КОНТРОЛИРУЕМЫХ СИСТЕМ

У статті розглянуто методику обчислення інтенсивності відмов рідко контрольованих систем. Наведена методика дозволяє виконувати розрахунки щодо прогнозування надійності систем, спираючись на статистику відмов у довільні моменти часу.

Из множества технических систем, находящихся в эксплуатации и подверженных отказам, можно выделить класс таких систем, контроль состояния которых проводится достаточно редко. Следствием этой особенности их эксплуатации является заметное изменение технического состояния на интервале между проверками. Кроме того, дополнительная проблема возникает в связи с тем, что в этом случае при обнаружении отказа в момент контроля невозможно достаточно точно локализовать момент его возникновения. Это исключает возможность непосредственного использования методик прогнозирования состояния, ориентированных на описание поведения контролируемых параметров. Поясним сказанное.

Пусть вероятность отказа равна: $Q(t) = 1 - e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$.

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ аппроксимируется на интервале $[0; T]$ многочленом степени d : $\lambda(t) \approx b_0 + b_1 t + \dots + b_d t^d$.

Традиционный способ расчета интенсивности отказов вытекает из ее определения, как среднего числа отказов за единицу времени.

Если представляется возможным постоянно следить за работой всех контролируемых систем, то после получения достаточно большой статистики отказов можно разбить все время наблюдений на интервалы длины h таким образом, чтобы в каждый интервал попало достаточное число отказов (порядка десяти). Пусть при этом l_1, l_2, \dots, l_k — число отказов, попавших соответственно на первый, второй и т. д. интервалы. На каждом k -м интервале оценка интенсивности отказов будет даваться величиной $\frac{l_k}{h}$.

Располагая величинами $\frac{I_k}{h}$, можно найти $\lambda(t)$, например, при помощи метода наименьших квадратов. Так как интенсивность отказов есть функция времени, то получаемая оценка будет тем точнее, чем меньшим окажется интервал разбиения h .

В случае редко контролируемых систем эту методику непосредственно применить невозможно, так как при обнаружении отказа нельзя установить момент, когда он произошел. В связи с этим при вычислении интенсивности можно использовать только данные об общем числе отказов, обнаруженных в моменты контроля $\{T_k\}$.

Для вероятности безотказной работы $P(t)$ имеем:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt} = e^{-\left(b_0 t + b_1 \frac{t^2}{2} + b_2 \frac{t^3}{3} + \dots + b_d \frac{t^{d+1}}{d+1}\right)}$$

$$= e^{-(a_0 t + a_1 t^2 + a_2 t^3 + \dots + a_d t^{d+1})},$$

$$\text{где } a_0 = b_0, a_1 = \frac{b_1}{2}, \dots, a_{n-1} = \frac{b_{n-1}}{n}.$$

Зная значения коэффициентов $\{a_i\}$, можно получить значение $\lambda(t)$ для произвольного момента времени.

Пусть $\bar{T} = \begin{pmatrix} T_0 \\ T_1 \\ \dots \\ T_m \end{pmatrix}$ - вектор значений времени наработки,

соответствующих моментам контроля. Для контрольных моментов времени известно общее число проверенных систем n_k и число неотказавших $n_{0,k}$. Пусть N_k - общее число систем, находящихся в эксплуатации и прослуживших к моменту контроля T_k - единиц времени, а $N_{0,k}$ - количество исправных из них к этому моменту. Тогда доля исправных в этой совокупности $\gamma_k = \frac{N_{0,k}}{N_k}$. Очевидно, γ_k есть

вероятность того, что произвольным образом отобранный для контроля объект из совокупности объектов прослуживших T_k единиц времени окажется исправным, а ее оценкой $\tilde{\gamma}_k$ по выборке объемом n_k в k -м цикле контроля является отношение $\frac{n_{0,k}}{n_k}$.

По этим данным формируем вектор $\vec{P}(\vec{T}) = \begin{pmatrix} \vec{p}(T_0) \\ \vec{p}(T_1) \\ \dots \\ \vec{p}(T_m) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n_{0,1}/n_1 \\ n_{0,2}/n_2 \\ \dots \\ n_{0,m}/n_m \end{pmatrix}$

оценок вероятностей безотказной работы в моменты времени $\{T_k\}$.

Теперь, используя, например, метод наименьших квадратов, можно получить закон изменения интенсивности отказов.

Для этой цели составим функционал $J = (\vec{P}(t) - P(t))^T (\vec{P}(t) - P(t))$.

По методу наименьших квадратов имеем:

$$J = \sum_{j=0}^m \left(\vec{p}(T_j) - e^{-\sum_{i=0}^d a_i T_j^{i+1}} \right)^2 \rightarrow \min_{\{a_i\}}$$

Далее, дифференцируя J по компонентам набора $\{a_i\}$, можно получить:

$$\frac{\partial J}{\partial a_i} = 2 \sum_{j=0}^m \left(\vec{p}(T_j) - e^{-\sum_{i=0}^d a_i T_j^{i+1}} \right) e^{-\sum_{i=0}^d a_i T_j^{i+1}} T_j^i = 0,$$

$$i=0, 1, 2, \dots, d.$$

В результате имеем систему из $(d+1)$ уравнений вида:

$$\sum_{j=0}^m \left(\vec{p}(T_j) - e^{-\sum_{i=0}^d a_i T_j^{i+1}} \right) e^{-\sum_{i=0}^d a_i T_j^{i+1}} T_j^i = 0,$$

$$i=0, 1, 2, \dots, d.$$

По полученным из решения системы уравнений коэффициентам $\{a_i\}$ при помощи известных соотношений находится набор коэффициентов $\{b_i\}$ и устанавливается функция интенсивности отказов $\lambda(t)$ и затем - вероятность безотказной работы $P(t)$.

Список литературы: 1. Костенко Ю. Т., Раскин Л. Г. Прогнозирование технического состояния систем управления. - Х.: Основа, 1996. - 303 с.
2. Гнеденко Б. В., Беллев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. - М.: Наука, 1965. - 524 с.

Поступила в редколлегию 06.05.99

А.С. ПОНОМАРЕВ, канд. техн. наук, *Е.А. АСТАХОВ*

К ПРОБЛЕМЕ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АПК УКРАИНЫ

В статті розглядається стан агропромислового комплексу України і доводиться необхідність його реформування на засадах ринкової економіки. З метою інтелектуальної підтримки процесу вибору стратегії розвитку галузі пропонується ідея створення багатокомпонентної моделі АПК України на підставі синергетичного підходу. Моделювання призначена для забезпечення підтримки прийняття рішень при розробці стратегії розвитку національної економіки та її аграрного сектору.

В условиях системного кризиса национальной экономики агропромышленный комплекс Украины в числе немногих ее отраслей работает относительно стабильно, в целом обеспечивая население продовольствием. Однако это достигается неоправданно высокими затратами ручного труда и широким привлечением всех слоев населения на полсобные работы. Почвенно-климатические условия страны позволяют прокормить около 500 млн. чел., а мы, фактически без особой борьбы, уступаем свой внутренний продовольственный рынок иностранной продукции, имеющей иногда довольно сомнительные качества.

Природно-ресурсный, производственный и интеллектуальный потенциал АПК Украины позволяет утверждать, что обеспечение нормального развития отрасли может стать важнейшей предпосылкой преодоления всего социально-экономического кризиса и выхода на магистральные пути развития человеческой цивилизации предстоящего тысячелетия. Однако разработка и реализация рациональной стратегии развития АПК представляет собой достаточно сложную и неоднозначную задачу. В частности, при ее выборе необходимо учитывать множество различных аспектов экономического, социального, демографического и даже культурно-исторического характера. Примерами подобных вопросов могут служить:

- секторный состав АПК, то есть выбор рационального соотношения сельскохозяйственных предприятий как различной формы собственности и хозяйствования (государственные, коллективные, фермерские, приусадебные крестьянские и другие), так и их размеров

в зависимости от почвенно-климатических условий конкретных сельскохозяйственных зон Украины;

- отраслевой состав, то есть выбор рационального соотношения как основных отраслей АПК – растениеводства и животноводства, так и определение наиболее эффективного состава их подотраслей, в том числе соотношения посевных площадей под отдельными культурами, соотношения поголовья различных видов сельскохозяйственных животных;
- территориальный аспект проблемы, состоящий в выборе и научном обосновании экономически наиболее эффективной специализации основной части сельскохозяйственных предприятий для каждой природно-климатической зоны Украины;
- обеспечивающий аспект, заключающийся в выборе такой стратегии поставок хозяйствам агропромышленного комплекса тракторов и других сельхозмашин, минеральных удобрений и средств химической защиты растений, которая бы, стимулируя отечественного их производителя, одновременно создавала необходимую конкурентную среду и заставляла его выпускать продукцию, не уступающую зарубежным аналогам;
- социальный аспект, заключающийся в выборе таких мер, стимулов и управляющих воздействий, которые повышали бы социально-психологический статус сельских жителей и позволили бы создать условия большей привлекательности жизни и работы в агропромышленном комплексе;
- ресурсный аспект, который в условиях существенно ограниченных возможностей бюджета состоит в разумном сочетании государственных и частных инвестиций, привлечения собственных средств сельскохозяйственных предприятий, использования других форм государственной поддержки с целью стимулирования неуклонного поступательного развития сельскохозяйственного производства.

Для решения такой многоаспектной задачи необходим взвешенный подход к формированию и реализации государственной аграрной политики, основанный на использовании методов экономико-математического моделирования возможных вариантов развития отрасли. Такой способ имеет ряд известных преимуществ. Во-первых, высокая цена экономических просчетов заставляет искать достаточные основания при выработке решений такого уровня и существенно ограничивает возможности хозяйственного риска. Во-вторых, длительность экономических процессов во времени и подверженность их различным флуктуационным воздействиям не позволяют точно идентифицировать текущее состояние экономики и получать эффективные экономические

решения, исходя только из статистической информации. Кроме того, многие решения, как правило, имеют достаточно отдаленные последствия, то есть, их результаты проявятся через много лет, что затрудняет непосредственную проверку эффективности принятых решений. В-третьих, часто выбор наилучшего решения не является очевидным, и только с помощью компьютерной прогнозной модели можно определить предпочтительность того или иного варианта. В-четвертых, математическая модель дает возможность проверить влияние на реальные социально-экономические процессы самых различных факторов, учет которых вне модельного подхода представляется достаточно проблематичным.

Целью настоящей работы является разработка математической модели АПК Украины, которая, в силу сложности и ответственности поставленной задачи, должна быть многокомпонентной.

Идея моделировать макроскопическое состояние системы как результат действия многочисленных элементарных компонент давно используется в статистической физике. Синергетика, развивая этот подход, сосредотачивает внимание на качественных макроскопических изменениях, которые сопровождаются появлением новых структур или функций [1]. Поскольку агропромышленный комплекс представляет собой чрезвычайно сложную систему, состоящую из разнородных по своей физической и экономической сути элементов, непосредственное применение этого подхода к его исследованию существенно затрудняется. Структура многообразных связей также усложняет задачу моделирования этой системы на принципах синергетики. В связи с этим, при формализованном описании АПК как объекта моделирования, представляется целесообразным перейти к его рассмотрению как совокупности большого числа однородных элементов с небольшим числом характеристических свойств каждого, а также наиболее существенных связей между ними. Такой подход позволит исследовать механизмы коллективного поведения экономических агентов и влияние таких управленческих решений, как объемы государственного заказа, выбор рациональной налоговой политики или изменение ставки банковского процента, на общесистемную ситуацию.

Построение такого рода модели требует выделения моделируемых свойств рассматриваемых объектов. Их выбор должен удовлетворять следующим двум требованиям:

- количество свойств должно быть относительно небольшим, чтобы модель из нескольких тысяч элементов оставалась достаточно обозримой и удобной для ее обработки и интерпретации результатов моделирования;

- набор свойств должен характеризовать наиболее существенные атрибуты объекта и давать возможность исследования специфических системных свойств.

Исследование эффективности того или иного секторного состава представляется как серия экспериментов с отдельными моделями систем, каждая из которых состоит из однородных в ее пределах агентов различной экономической природы, и последующего сравнения результатов таких экспериментов. Представляется, что набор из трех-четырёх моделей вполне может обеспечить достаточную полноту эксперимента.

Модель, учитывающая территориальный аспект специализации хозяйства может включать в качестве дополнительных параметров факторы среды функционирования объектов (агроклиматические, демографические и т.д.). С помощью такой модели можно оценить потенциальную эффективность вариантов специализации сельскохозяйственных предприятий, так и спрогнозировать характер переходных процессов при их изменении.

Включение в состав исследуемых факторов параметров государственного регулирования экономики (инвестиционной, налоговой, дотационной, банковской политики) позволит исследовать ресурсный аспект выработки рациональной стратегии развития АПК.

Предложенный подход является дальнейшим развитием проблемы моделирования АПК, отдельные аспекты и структура модели на основе идеологии системной динамики которого была рассмотрена, в частности, в работе [2]. Системные переменные такой модели могут трактоваться как параметры порядка многокомпонентной системы. Используемые в ней соотношения между системными переменными предполагается идентифицировать с учетом многокомпонентной структуры подсистем АПК на основе предложенной здесь методологии.

Список литературы: 1. *Хакеи Г.* Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. – М., 1991. – 240 с.
2. *Астахов Е.А., Покамарев А.С.* Моделирование АПК Украины в системе управления его развитием // Наука и предпринимательство: Сб. трудов междунар. симпозиума – Винница – Львов, 1998. С92-95.

Поступила в редакцию 22.12.98

АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ДВУХКАНАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ОБМОТОЧНЫХ МАШИН

Зроблено дослідження чутливості перехідних процесів двокабельних електроприводів оптимального керування механізмами обмотувальних машин по каналам регулювання швидкості обмотувального механізму та натягу обмотувальної смуги з різними кружками обмотувальної стрічки.

Обмоточная машина является многосвязным объектом управления, у которого имеется две регулируемые координаты - скорость приводного механизма V_n и натяжение обмоточной ленты S , и два управляющих воздействия - сила производного механизма F_n . Причем в системе имеются взаимовлияния управляющих воздействий как на прямые так и на отдельные каналы [1, 2].

Построим двухсвязную систему управления скоростью приводного механизма V_n и натяжением обмоточной ленты для обеспечения астатизма, как это показано на рис.1. Выходы автономных регуляторов непосредственно воздействуют на силу приводного механизма $F_n(t)$ и силу тормозного механизма $F_T(t)$, так что $F_n(t) = Z_1(t)$, $F_T(t) = Z_2(t)$.

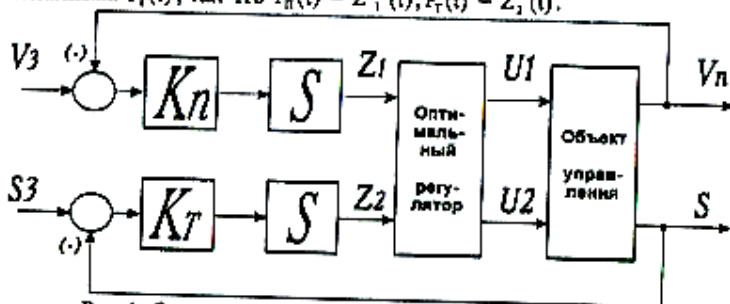


Рис.1. Оптимальный регулятор расширенного объекта.

Рассмотрим построение оптимального астатического регулятора для расширенного объекта управления в соответствии с алгоритмической схемой, приведенной в [3]. Тогда исходная система с учетом вспомогательных переменных состояния

$$\frac{dZ_1(t)}{dt} = V_1(t) - V_n(t)$$

$$\frac{dZ_2(t)}{dt} = S_1(t) - S(t)$$

для расширенного вектора состояния

$$\bar{X}(t) = \{F_n(t), V_n(t), V_1(t), F_1(t), V(t), S(t), Z_1(t), Z_2(t)\}^T,$$

вектора управления $\bar{U}(t) = \{U_1(t), U_2(t)\}^T$ и вектора задающих воздействий

$$\bar{Y}(t) = \{V_1(t), S_1(t)\}^T$$

в блочном виде примет следующий вид

$$\begin{bmatrix} \dot{F}_n \\ \dot{V}_n \\ \dot{V}_1 \\ \dot{F}_1 \\ \dot{V} \\ \dot{S} \\ \dot{Z}_1 \\ \dot{Z}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -K_1 R_n^1 / I_n & -K_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ R_n^1 / I_n & -\beta_n^1 / I_n & 0 & 0 & 0 & 0 & -\lambda_n^1 / I_n & 0 \\ 0 & 0 & -K_1 & -K_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -R^1 / I & -\beta^1 / I & 0 & r^1 / I & 0 \\ 0 & C & 0 & 0 & 0 & -C & 0 & 0 \\ 0 & -K_n & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -K_T & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_n \\ V_n \\ V_1 \\ F_1 \\ V \\ S \\ Z_1 \\ Z_2 \end{bmatrix} +$$

$$+ \begin{bmatrix} K_1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & K_1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ K_n & 0 \\ 0 & K_T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ S_1 \end{bmatrix}$$

В качестве примера приведем значения матрицы оптимального регулятора для начального радиуса размотки

$$R_1 = \begin{bmatrix} 22,2 \cdot 10^{-2} & 1,4 \cdot 10^1 & 4,33 \cdot 10^{-2} & 4,73 \cdot 10^{-2} & 1,63 \cdot 10^3 & -672 & -99,9 & -325 \\ 4,33 \cdot 10^{-2} & 36,4 & 0,169 & 3,114 & -852 & 32,8 & 0,103 & -316 \end{bmatrix}$$

Полуса замкнутой системы равны:

$p_1 = -0,7768; p_2 = -4,44 + j1,26; p_3 = -4,44 - j1,26; p_4 = -8,6 + j5,22; p_5 = -8,6 - j5,22$
 $p_6 = -13,12 + j3,43; p_7 = -13,12 - j3,43; p_8 = -100,0616.$

На рис.2 показаны переходные процессы скорости вращения приводного механизма по заданию на регулятор скорости в системе с распределенным объектом управления. Установившееся значение скорости приводного механизма равно заданию, и следовательно, система регулирования скорости вращения приводного механизма является астатической. Время регулирования скорости приводного механизма составляет $0,3 + 0,5c$, т.е. в системе практически реализовано то же быстродействие, что и в системе с упрощенным объектом управления [5]. За счет работы оптимального регулятора переходные процессы для различных радиусов размотки практически совпадают, что говорит о достаточной грубости синтезированных регуляторов. Заметим, что в этом случае наблюдаются лишь незначительные броски скорости V , изменения тормозной силы F , хотя установившиеся значения их равны нулю.

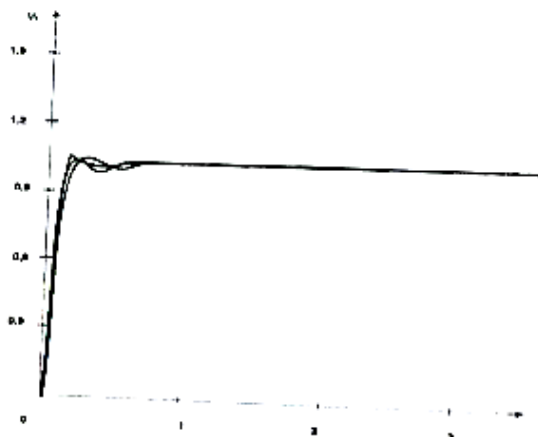


Рис.2. Переходные процессы скорости приводного механизма по заданию на регулятор скорости.

На рис.3 показаны переходные процессы натяжения полосы по заданию на регулятор натяжения. Время регулирования натяжения составляет около 4с при аperiodическом переходном процессе. К сожалению, выбором весовых матриц не удалось уменьшить время регулирования до желаемых значений. В частности, при синтезе оптимального регулятора для упрощенного объекта удалось уменьшить время регулирования до $0,3 + 1,2c$ [6]. Как и при регулировании скорости вращения приводного механизма канал регулирования натяжения является астатическим и при замыкании оптимальным регулятором переходные процессы для различных

радиусов размотки практически совпадают, что показывает малую чувствительность замкнутой системы к изменению параметров обмоточной машины как объекта управления многоканальной системы.

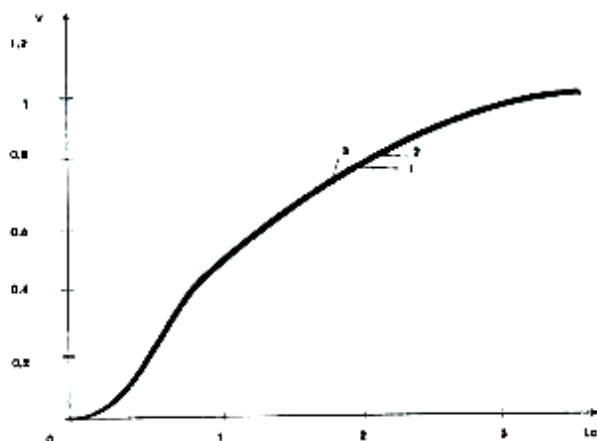


Рис.3. Переходные процессы натяжения ленты по заданию на регулятор натяжения.

Список литературы: 1. Кузнецов Б.И., Новоселов Б.В., Чаусов А.А. Проектирование взаимосвязанных систем управления. - К.: Техника, 1994.- 232 с. 2. Чаусов А.А., Богаенко К.И., Соляник В.П. Математическая модель двухканального электропривода обмоточной машины. Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Спец. вып. «Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика». - Харьков: Основа, 1998, с.161-162 3. Чаусов А.А., Рюмишин Н.А., Кузнецов Б.И. Синтез двухканальных электроприводов обмоточных машин. Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Спец. вып. «Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика». - Харьков: Основа, 1998, с.258-260. 4. Чаусов А.А., Соляник В.П., Кузнецов Б.И. Идентификация математической модели обмоточной машины. Сборник трудов международной научно-технической конференции «Прогрессивные технологии машиностроения и современность». - Донецк: ДГТУ, 1997, с. 258 - 259. 5. Кузнецов Б.И., Чаусов А.А. Синтез системы регулирования натяжения бумагообмотчика. Изв. ВУЗов Электромеханика, 1993, №3. 6. Кузнецов Б.И., Чаусов А.А. Синтез двухканальной системы оптимального регулирования натяжения обмоточных лент. Электротехника, 1993, №1, с. 49-53.

Поступила в редколлегию 08.02.99

ТЕРМИНАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЕМ ЖЕСТКОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Пропонуються універсальні рішення різних задач управління обертанням космічного апарату, яке побудовано по програмно заданій траєкторії переорієнтації. Представлена кінематична кватерніонна модель сферичного типу, за допомогою якої за рахунок вибору опорних функцій у вигляді поліномів можливо вирішити будь-яку задачу управління обертанням космічного корабля.

Рассматривается задача терминального управления вращением жесткого космического аппарата (КА), которое описывается дифференциальными уравнениями [1]

$$\dot{\Lambda} = \frac{1}{2}(\Lambda \circ \bar{\omega}); \quad (1)$$

$$I\dot{\bar{\omega}} + [\bar{\omega} \times I\bar{\omega}] = \bar{M}, \quad (2)$$

где Λ - кватернион ориентации КА; $\bar{\omega}$ - вектор угловой скорости вращения КА в проекциях на связанные с ним оси; I - матрица моментов инерции аппарата; \bar{M} - управляющий момент (внешним возмущающим моментом пренебрегаем); \circ - знак кватернионного умножения.

Задача терминального управления вращением состоит в определении вектор-функции $\bar{M}(t)$, которая обеспечивает за заданное время T перевод вектора состояния $\{\Lambda, \bar{\omega}\}$ из начального положения в определенным образом заданное конечное (в общем случае при ненулевых начальной и конечной угловой скорости).

На практике находят применение различные режимы управляемого вращения. Для их реализации, как правило, используют разные алгоритмы управления. Например, в [2] использован подход к решению задачи управляемого вращения для построения законов управления вращением КА в

случае, когда в качестве управления выступает вектор абсолютной угловой скорости.

В этих условиях предлагается универсальный алгоритм решения различных задач управления вращением КА, реализуемый по программно заданной траектории вращения.

Для построения программной траектории используется кватернионная кинематическая модель сферического типа [3]

$$\Lambda_M(t) = \Lambda_1(t) \circ \Lambda_2(t) \circ \Lambda_3(t), \quad (3)$$

где $\Lambda_i(t) = \cos\left(\frac{\psi_i(t)}{2}\right) + \bar{b}_i \cdot \sin\left(\frac{\psi_i(t)}{2}\right)$, $i = \overline{1,3}$;

$$\bar{b}_3 = \frac{\bar{\omega}_K}{|\bar{\omega}_K|}; \bar{b}_2 = \frac{(\Lambda_0 \circ \bar{b}_3 \circ \bar{\Lambda}_0) \times \bar{b}_3}{|(\Lambda_0 \circ \bar{b}_3 \circ \bar{\Lambda}_0) \times \bar{b}_3|}; \bar{b}_1 = \bar{b}_3 \times \bar{b}_2.$$

Здесь \bar{b}_i , $i = \overline{1,3}$ - единичные векторы; $\psi_i(t)$, $i = \overline{1,3}$ - некоторые опорные функции. Этой модели соответствуют модельная угловая скорость, модельное угловое ускорение и программный управляющий момент

$$\bar{\omega}_M = 2 \cdot (\bar{\Lambda}_M \circ \dot{\Lambda}_M); \quad (4)$$

$$\dot{\bar{\omega}}_M = 2 \cdot (\dot{\bar{\Lambda}}_M \circ \dot{\Lambda}_M + \bar{\Lambda}_M \circ \ddot{\Lambda}_M); \quad (5)$$

$$\bar{M}_M = K \dot{\bar{\omega}}_M + \{\bar{\omega}_M \times I \bar{\omega}_M\}. \quad (6)$$

Роль модельных параметров здесь играют опорные функции $\psi_i(t)$ ($i = \overline{1,3}$). Путем их соответствующего выбора необходимо обеспечить выполнение краевых условий различных задач управления.

Целью данного исследования является получение универсального алгоритма решения любой практически значимой задачи управляемого вращения на основе кинематической модели (3), (4) с помощью выбора опорных функций.

Считая, что к терминальным условиям задачи управления вращением относятся значения вектора состояния $\{\Lambda, \bar{\omega}\}$ в начальный и конечный моменты времени, можно выделить следующие типовые режимы управляемого вращения КА (см. табл. 1).

Классификация режимов управляемого вращения КА
на основе терминальных условий

Таблица 1

Название режима	Сущность режима	$\bar{\omega}(T)$	$\Lambda(T)$
Трехосная перереориентация	Заданное конечное угловое положение связанного триэдра относительно инерциального	$\bar{\omega}_k$	$\{1,0,0,0\}$
Одноосная перереориентация	Заданная ориентация фиксированной оси КА \bar{v} относительно инерциальных осей при произвольном положении двух других осей	$\bar{\omega}_k = \omega_k \cdot \bar{v}$, где $\bar{v} = \frac{\bar{\omega}_k}{ \bar{\omega}_k }$	$\sqrt{1-s^2} + s \cdot \bar{v}$, где $ s \leq 1$
Раскрутка КА	Обеспечение заданной ненулевой конечной скорости вращения КА при произвольном положении аппарата	$\bar{\omega}_k$	—
Гашение угловой скорости	Успокоение КА при произвольной конечной угловой ориентации	0	—

С учетом векторов (5) из краевых условий (см. табл. 1) задач управления вращением получены выражения для краевых значений опорных функций $\bar{\psi}(t)$ и их производных $\dot{\bar{\psi}}(t)$. Для всех рассматриваемых режимов управляемого вращения КА краевые значения $\bar{\psi}(0)$, $\dot{\bar{\psi}}(0)$ являются одинаковыми и определяются следующими выражениями

$$\begin{aligned} \psi_{30} &= 2 \operatorname{arctg} \frac{(\bar{\lambda}_0, \bar{b}_3)}{\bar{\lambda}_0}; \quad \psi_{10} = 0; \\ \psi_{20} &= 2 \operatorname{arcsin}(\bar{\lambda}_0, \bar{b}_2'), \quad \text{где } \bar{b}_2' = \sin(\psi_{30}/2) \bar{b}_2 - \cos(\psi_{30}/2) \bar{b}_1; \\ \dot{\psi}_{10} &= \frac{(\bar{\omega}_0, \bar{b}_1')}{\cos \psi_{20}}, \quad \text{где } \bar{b}_1' = \sin \psi_{30} \bar{b}_2 + \cos \psi_{30} \bar{b}_1; \\ \dot{\psi}_{20} &= (\bar{\omega}_0, \bar{b}_2'), \quad \text{где } \bar{b}_2' = \sin \psi_{30} \bar{b}_2 - \cos \psi_{30} \bar{b}_1; \\ \dot{\psi}_{30} &= (\bar{\omega}_0, \bar{b}_3) + \sin \psi_{20} \cdot \dot{\psi}_{10}. \end{aligned} \quad (7)$$

В таблице 2 приведены крайние значения опорных функций и их производных по окончании процесса управляемого вращения КА.

Таблица 2

Крайние значения опорных функций и их производных		
Название режима	$\bar{\psi}(T)$	$\dot{\bar{\psi}}(T)$
Трехосная переориентация	$\psi_{iT} = 0 \ (i = \overline{1,3})$	$\dot{\psi}_{iT} = 0$
Одноосная переориентация	ψ_{3T} не фиксируется	$\dot{\psi}_{2T} = 0$
Раскрутка КА	$\psi_{iT} \ (i = \overline{1,3})$	$\dot{\psi}_{3T} = \bar{\omega}_k $
Гашение угловой скорости	не фиксируются	

Опорные функции $\psi_i(t)$ выбираются в виде полиномов времени (см. табл. 3). Порядок полиномов обусловлен количеством граничных условий и связан с типом режима управляемого вращения.

Таблица 3

Название режима	$\bar{\psi}(t), \dot{\bar{\psi}}(t), \ddot{\bar{\psi}}(t)$
Трехосная переориентация	$\psi_i(t) = a_{0i} + a_{1i}t + a_{2i}t^2 + a_{3i}t^3; \dot{\psi}_i(t) = a_{1i} + 2a_{2i}t + 3a_{3i}t^2;$ $\ddot{\psi}_i(t) = 2a_{2i} + 6a_{3i}t, \ i = \overline{1,3}.$
Одноосная переориентация	$\psi_i(t), \dot{\psi}_i(t), \ddot{\psi}_i(t), \ i = 1,2$ - те же самые; $\psi_3(t) = a_{03} + a_{13}t + a_{23}t^2; \dot{\psi}_3(t) = a_{13} + 2a_{23}t; \ddot{\psi}_3(t) = 2a_{23}.$
Раскрутка КА	$\psi_i(t) = a_{1i}t + a_{2i}t^2, \ i = \overline{1,3};$
Гашение угловой скорости	$\dot{\psi}_i(t) = a_{1i} + 2a_{2i}t, \ i = \overline{1,3}; \ \ddot{\psi}_i(t) = 2a_{2i}, \ i = \overline{1,3}.$

Коэффициенты $a_k \ (k = \overline{0,3}; \ i = \overline{1,3})$ полиномиальных опорных функций обеспечивают выполнение крайних условий задач управляемого вращения и, исходя из вида и крайних значений опорных функций и их производных (см. формулы (7) и табл. 2 и 3), определяются следующим образом (см. табл. 4).

Полученный алгоритм решения задачи управляемого вращения КА может быть реализован и для других режимов управления вращением КА. Так для режима угловой стабилизации КА, конечные условия которого задаются выражениями $\lim_{t \rightarrow \infty} \psi(t) = 0, \ \lim_{t \rightarrow \infty} \dot{\psi}(t) = 0$, закон изменения опорных функций может быть задан в виде дифференциального уравнения $\ddot{\psi}_i + k_{2i} \cdot \dot{\psi}_i + k_{1i} \cdot \psi_i = 0 \ (i = \overline{1,3})$, где коэффициенты k_{1i}, k_{2i} выбираются, исходя из требуемого качества переходного процесса стабилизации [4].

Таблица 4

Значения коэффициентов полиномиальных опорных функций

Название режима	$a_{ki} \quad (k = \overline{0,3}, i = \overline{1,3})$
Трехосная переориентация	$a_{0i} = \psi_{i0}; a_{2i} = \frac{3 \cdot [\psi_{i\Gamma} - \psi_{i0}] - T \cdot [2\dot{\psi}_{i0} + \dot{\psi}_{i\Gamma}]}{\Gamma^2};$ $a_{1i} = \dot{\psi}_{i0}; a_{3i} = -\frac{2 \cdot [\psi_{i0} - \psi_{i\Gamma}] + T \cdot [\dot{\psi}_{i0} + \dot{\psi}_{i\Gamma}]}{T}, i = \overline{1,3}$
Одноосная переориентация	$a_{0i}, a_{1i}, i = \overline{1,3} - \text{те же самые};$ $a_{2j}, a_{3j}, j = \overline{1,2} - \text{те же самые};$ $a_{23} = \frac{\dot{\psi}_{3\Gamma} - \dot{\psi}_{30}}{2T}$
Раскрутка КА	$a_{1i} = \dot{\psi}_{i1}, i = \overline{1,3};$
Гашение угловой скорости	$a_{2i} = \frac{\dot{\psi}_{i\Gamma} - \dot{\psi}_{i0}}{2T}, i = \overline{1,3}.$

Решение задачи управления вращением КА получено в разомкнутой форме. Для его замыкания предлагается использовать текущую информацию о векторе состояния. В этом случае полученные состояния КА в качестве начальных значений $\{\bar{\omega}_0, \Lambda_0\}$ остаются теми же. При этом алгоритм формирования управляющего момента \bar{M} существенно упрощается.

Таким образом, использование кинематической модели (3), (4) и счет выбора опорных функций позволяет получить универсальное решение любой практически важной задачи управления вращением КА. Проведенное на ряде тестовых задач моделирование свидетельствует об эффективности данного решения.

Список литературы: 1. Бранец В.Н., Шмыглевский И.П. Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела. - М.: Наука, 1973. - 320 с. 2. Челноков Ю.Н. Кватернионное решение кинематических задач управления ориентацией твердого тела: уравнения движения, постановка задачи, программное движение и управление // Изв. РАН. МТИ. - 1993. - № 4. - С. 7-14. 3. Фролов Ю.А., Успенский В.Б. Построение траектории разворота твердого тела // Вести. Харьк. политехн. ин-та. - 1993. - Т. 17, № 12. - С. 11-13. 4. Крутько П.Д. Управление движением Эйлеровых систем. Синтез алгоритмов методом обратных задач динамики // Изв. РАН. Теория и сист. упр. -1995. - № 1. - С. 34-53.

Поступила в редакцию 20.04.99

Ю.А. ПЛАКСИЙ, М.В. НЕКРАСОВА

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОРИЕНТАЦИИ В БИНС НА
ОСНОВЕ ИЗБЫТОЧНЫХ СИСТЕМ ДУС

Розглядаються основні аспекти розв'язання задачі визначення орієнтації в бесплатформених інерціальних навігаційних системах (БІНС), зумовлені надлишковим числом датчиків первинної інформації. Наводяться принципиові рішення, отримане для надлишкових систем датчиків кутової швидкості (ДКШ) типу «конус».

1. Постановка задачі. Пусть имеется избыточная система датчиков угловой скорости (ДУС) с осями чувствительности, расположенными вдоль заданных векторов \bar{p}_j , $j = 1, 2, \dots, N$, ($N > 3$), на выходе которых в моменты времени t_k , $k = 1, 2, \dots$ формируются локальные кажущиеся повороты в виде

$$\Theta_{kj}^* = \int_{t_{k-1}}^{t_k} (\bar{\omega}, \bar{p}_j) d\tau, \quad (1)$$

где $t_k = t_{k-1} + \Delta t$, $\Delta t = \text{const}$, $\bar{\omega} = \{\omega_1, \omega_2, \omega_3\}$ - вектор абсолютной угловой скорости твердого тела с проекциями на оси связанного триэдра $\{e_r\}$. Необходимо по первичной информации (1) на такте $[t_{k-1}, t_k]$ определить кватернион ориентации $\Lambda_k = \Lambda(t_k)$ триэдра $\{e_r\}$ относительно инерциального триэдра $\{i_r\}$.

Решение этой задачи основано [1] на численной реализации в автономном вычислителе алгоритма определения кватерниона поворота $\Delta\Lambda_k$ триэдра $\{e_r\}$ на интервале $[t_{k-1}, t_k]$, выраженного в терминах первичной информации (1), приведенной к связанным осям (кажущихся поворотов Θ_{kr}^* , $r = 1, 2, 3$), и последующем использовании формулы сложения поворотов в виде

$$\Lambda_k = \Lambda_{k-1} \circ \Delta\Lambda_k, \quad (2)$$

где $\Lambda_{k-1} = \Lambda(t_{k-1})$, \circ - знак кватернионного умножения,

$$\Delta\Lambda_k = \Delta\Lambda(\Theta_{kr}^* \mid r = 1, 2, 3). \quad (3)$$

Избыточность количества ДУС обуславливает в рамках указанной задачи постановку следующих подзадач.

Задача А (определения конфигурации). Заключается в выборе взаимного расположения осей чувствительности ДУС, задаваемого ортами \bar{p}_j , отвечающего требованиям технического задания на разработку БИНС.

Задача В (выявления отказа/сбоя). Заключается в разработке условий (называемых в дальнейшем индикаторными соотношениями), фиксирующих наличие отказа в системе датчиков, и в текущей проверке функционирования системы ДУС по этим условиям.

Задача С (определения отказавшего ДУС). Заключается в выявлении конкретного датчика, приведшего к отказу в системе ДУС, с целью исключения из расчетных алгоритмов первичной информации $\Theta_{\text{кпл}}^*$ (1), относящейся к этому датчику. При этом может быть также поставлена задача восстановления $\Theta_{\text{кпл}}^*$ по информации с других датчиков на данном такте съема или по значениям $\Theta_{\text{рпс}}^*$ с предыдущих тактов ($p = k-1, k-2, \dots$).

Решение приведенных частных задач в конечном итоге позволяет повысить эффективность решения основной задачи определения ориентации.

2. Конфигурация типа «конус». Одним из возможных решений задачи определения конфигурации является схема расположения ДУС типа «конус», когда оси чувствительности датчиков параллельны векторам $\bar{p}_j, j=1, 2, \dots, N$, равномерно расположенным по образующим прямого кругового конуса с вершиной в начале триэдра $\{e_i\}$. В качестве «базового» орта при этом принимается $\bar{p}_1 = \frac{1}{\sqrt{3}}(1, 1, 1)$, расположенный в первом октанте триэдра $\{e_i\}$ с одинаковым углом наклона к связанным осям. На практике особый интерес представляют схемы типа «конус» при числе датчиков $N \in \{4; 6; 8\}$.

При $N=4$ имеет место минимально-избыточная система ДУС, для которой расположение ортов \bar{p}_j задается в виде:

$$\begin{aligned} \bar{p}_1 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(1, 1, 1); & \bar{p}_2 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(-1, 1, 1); \\ \bar{p}_3 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(-1, -1, 1); & \bar{p}_4 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(1, -1, 1). \end{aligned} \quad (4)$$

Для системы шести ДУС будем иметь:

$$\begin{aligned} \bar{p}_1 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(1, 1, 1), & \bar{p}_2 &= \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\frac{1-\sqrt{3}}{2}, \frac{1+\sqrt{3}}{2}, 1\right), \\ \bar{p}_3 &= \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\frac{-1-\sqrt{3}}{2}, \frac{\sqrt{3}-1}{2}, 1\right), & \bar{p}_4 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(-1, -1, 1), \\ \bar{p}_5 &= \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\frac{\sqrt{3}-1}{2}, \frac{-1-\sqrt{3}}{2}, 1\right), & \bar{p}_6 &= \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\frac{1+\sqrt{3}}{2}, \frac{1-\sqrt{3}}{2}, 1\right). \end{aligned} \quad (5)$$

Оси чувствительности системы восьми датчиков располагаются вдоль векторов:

$$\begin{aligned} \bar{n}_1 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(1,1,1); & \bar{n}_2 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(0,\sqrt{2},1); & \bar{n}_3 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(-1,1,1); \\ \bar{n}_4 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(-\sqrt{2},0,1); & \bar{n}_5 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(-1,-1,1); & \bar{n}_6 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(0,-\sqrt{2},1); \\ \bar{n}_7 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(1,-1,1); & \bar{n}_8 &= \frac{1}{\sqrt{3}}(\sqrt{2},0,1). \end{aligned} \quad (6)$$

Рассмотрим некоторые принципиальные аспекты решения задач В и С на примере минимально-избыточной схемы типа «конус».

3. Случай минимально-избыточной схемы типа «конус». В соответствии с (1), (4) в этом случае первичная информация Θ_{knj}^* , $j=1,2,3,4$, может быть приведена к связанным осям и получены кажущиеся повороты по полной системе локальных кажущихся поворотов Θ_{knj}^* :

$$\begin{aligned} \Theta_{k1}^* &= \frac{\sqrt{3}}{4}(\Theta_{kn1}^* - \Theta_{kn2}^* - \Theta_{kn3}^* + \Theta_{kn4}^*); \\ \Theta_{k2}^* &= \frac{\sqrt{3}}{4}(\Theta_{kn1}^* + \Theta_{kn2}^* - \Theta_{kn3}^* - \Theta_{kn4}^*); \\ \Theta_{k3}^* &= \frac{\sqrt{3}}{4}(\Theta_{kn1}^* + \Theta_{kn2}^* + \Theta_{kn3}^* + \Theta_{kn4}^*). \end{aligned} \quad (7)$$

Если в системе ДУС нет отказа, то кажущиеся повороты Θ_{kr}^* , $r=1,2,3$, найденные из (7), подаются в алгоритм определения ориентации.

Наличие отказа в системе ДУС может быть зафиксировано на основе индикаторного соотношения, формализующего существующую связь между поворотами Θ_{knj}^* , $j=1,2,3,4$. Такая связь имеет место в силу линейной зависимости системы векторов \bar{n}_j в (4) и формализуется в виде:

$$\Theta_{kn1}^* - \Theta_{kn2}^* + \Theta_{kn3}^* - \Theta_{kn4}^* = 0. \quad (8)$$

Если на такте соотношение (8) не выполняется с заданной точностью, в системе фиксируется отказ/сбой.

К сожалению, определить конкретный отказавший ДУС на основе только анализа системы (7) не представляется возможным. Принципиальное решение этой задачи может быть получено на основе использования дискретных моделей локальных кажущихся поворотов Θ_{knj}^* в виде [2]

$$\sum_{s=1}^{M+1} z_{sj} \Theta_{p+s-1,nj}^* = 0, \quad p=1, \dots, k-M-1, \quad (9)$$

которые вполне определяются аннулятором, $\bar{z}_j = \{z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{Mj}, 1\}$, где M - принятый порядок модели.

Чтобы определить компоненты z_{sj} аннулятора \bar{z}_j , необходимо располагать выборкой L ($L \geq 2$) значений Θ_{knj}^* , $j=1,2,3,4$. При этом могут иметь место следующие схемы построения \bar{z}_j .

А) Минимально-достаточная схема, основанная на базовой выборке последних $L=2M$ значений локальных кажущихся поворотов Θ_{knj}^* . Компоненты z_{sj} находятся как решения системы M линейных уравнений (9).

Б) Среднеквадратичная схема, для которой $L > 2M$ и компоненты z_{sj} определяются из нормального решения соответствующих уравнений (9).

Алгоритм определения отказавшего ДУС реализуется только при наличии отказа в системе и состоит в выполнении следующих операций:

1. Найти z_{sj} из системы типа (9) при заданных M и L , т.е. построить дискретную модель локальных кажущихся поворотов.

2. На основе полученной модели найти прогнозируемые значения локальных кажущихся поворотов на текущем такте $[t_{k-1}, t_k]$

$$\bar{\Theta}_{knj}^* = - \sum_{s=1}^M z_{sj} \Theta_{k-M+s-1, nj}^* \quad (10)$$

3. Определить индекс s , отвечающий номеру отказавшего ДУС из условия

$$s = \text{index} \max_j \left| \Theta_{knj}^* - \bar{\Theta}_{knj}^* \right|.$$

4. В случае необходимости пересчитать Θ_{kns}^* по формуле (8) или определить кажущиеся повороты Θ_{kj}^* , используя (1) и (4), с учетом исключения отсюда вектора \bar{p}_s .

Аналогичным образом решаются задачи В, С для случая схемы типа «жонус» при $N=6$ и $N=8$. Имеющиеся при этом отличия обусловлены сильной избыточностью соответствующих систем ДУС, в силу чего имеются дополнительные возможности определения отказавшего ДУС.

Список литературы: 1. Бранец В.Н., Шмыглевский И.П. Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела. М: Наука, 1973. 320 с.
2. Плаксий Ю.А., Фролов Ю.А. Аппроксимация параметров ориентации квазимногочленами и эталонные модели. - Харьков, 1982.-17с.-Деп. в ВИНТИ, № 5704-82.

Поступила в редколлегию 10.05.99

В.Б.УСПЕНСКИЙ

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ СГК ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИЕЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Розглядається задача побудови математичної моделі силового гіроскопічного комплексу (СГК), який складається з довільного числа гіродвигів. На основі оцінки ефективності, яка враховує інерційні характеристики об'єкту управління - космічного апарату, формулюється задача вибору оптимальної конфігурації СГК.

Управление ориентацией крупных орбитальных объектов в настоящее время осуществляется с помощью силовых гироскопических комплексов (СГК). Принципиальным моментом проектирования таких комплексов является выбор их геометрической конфигурации. Этому вопросу, в частности, посвящен цикл работ Е.Н.Токаря, опубликованных в свое время в журнале «Космические исследования» [1]. Введенные в этих работах показатели эффективности СГК не связаны с объектом управления - космическим аппаратом (КА). Практический интерес представляет учет динамических свойств самого КА при проектировании СГК.

Настоящая статья посвящена формализации задачи выбора оптимальной конфигурации СГК для случая m гидродвигов с учетом инерционных характеристик КА и решаемых им задач.

Под математическим описанием СГК будем понимать соотношения, связывающие вектор его суммарного кинетического момента в проекциях на связанные с КА оси с углами прецессии ГД.

Введем связанную с КА систему базовых осей $\{x, y, z\}$ и зададим в них плоскость π_0 - плоскость изменения кинетического момента данного ГД соотношением

$$(\bar{v}, \bar{n}) = n_1 \cdot v_1 + n_2 \cdot v_2 + n_3 \cdot v_3 = 0, \quad (1)$$

где $\bar{v} = \text{col}(v_1, v_2, v_3)$ - произвольный вектор, лежащий в плоскости π_0 , $\bar{n} = \text{col}(n_1, n_2, n_3)$ - заданный единичный вектор, нормальный к π_0 и совпадающий по направлению с осью прецессии ГД.

Определим \bar{n} в осях $\{x, y, z\}$ углами $\alpha \in [0; 2\pi]$ и $\theta \in [0; \pi]$, как на рисунке (рис.1), на котором \bar{n}' - проекция \bar{n} на плоскость xOy . В этих условиях $\bar{n} = \text{col}(\sin \theta \cdot \cos \alpha, \sin \theta \cdot \sin \alpha, \cos \theta)$.

Введем систему осей $\{x_1, y_1, z_1\}$, связанную с ГД, следующим образом. Ось x_1 выберем вдоль линии пересечения плоскостей π_0 и π_1 в направлении положительной полуоси x ; ось z_1 параллельно \bar{n} , а ось y_1 дополняет систему до правой.

Для нахождения \bar{e}_{x_1} - орта оси x_1 , совместно решаются уравнения (1) и $v_3 = 0$. Получаем $v_2 = -\frac{n_1}{n_2} v_1$. Тогда орт \bar{e}_{x_1} с учетом введенного правила выбора положительного направления оси принимает вид

$$\bar{e}_{x_1} = \text{col} \left(\frac{|n_2|}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2}}, -\frac{n_1 \text{sign } n_2}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2}}, 0 \right). \quad (2)$$

Для оси z_1 $\bar{e}_{z_1} = \text{col}(n_1, n_2, n_3). \quad (3)$

И, наконец, для оси y_1 из условия правой тройки следует

$$\bar{e}_{y_1} = \bar{e}_{z_1} \times \bar{e}_{x_1} = \text{col} \left(\frac{n_1 n_2 \text{sign } n_2}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2}}, \frac{n_3 |n_2|}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2}}, -\sqrt{n_1^2 + n_2^2} \text{sign } n_2 \right). \quad (4)$$

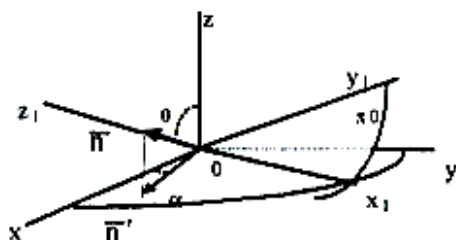


Рис.1.

В своей системе осей $\{x_1, y_1, z_1\}$ кинетический момент однозвездчатого гироскопа задается выражением $\bar{H} = h \cdot \text{col}(\cos \beta, \sin \beta, 0)$, где β - регулируемый угол прецессии, h - постоянный модуль собственного кинетического момента ГД. После его преобразования с помощью (2)-(4) в осях базовой системы окончательно получим

$$H_x = h \frac{|n_2|}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2}} \cdot \cos \beta + h \frac{n_1 n_2 \text{sign } n_2}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2}} \cdot \sin \beta,$$

$$H_y = -h \frac{n_2 \text{sign } n_2}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2}} \cdot \cos \beta + h \frac{n_2 |n_1|}{\sqrt{n_1^2 + n_2^2}} \cdot \sin \beta, H_z = -h \cdot \sin \beta \cdot \sqrt{n_1^2 + n_2^2} \cdot \text{sign } n_2.$$

В частном случае, когда $n_1^2 + n_2^2 = 0$, из геометрических соображений следует, что $H_x = h(\cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta)$, $H_y = h(\sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta)$, $H_z = 0$.

Окончательно для системы m гиродинов имеем $H_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m H_{\Sigma_i}$.

$H_{\Sigma_y} = \sum_{i=1}^m H_{\Sigma_{iy}}$, $H_{\Sigma_z} = \sum_{i=1}^m H_{\Sigma_{iz}}$, где индекс i - номер гиродинга. При этом каждому ГД отвечают свои значения параметров α, θ , определяющих их выставку относительно базовых осей КА, и переменные β , характеризующие текущую ориентацию вектора собственного кинетического момента в связных с ГД осях.

Сформулируем в этих условиях задачу выбора оптимальной конфигурации СГК.

В качестве критерия оптимальности конфигурации СГК, следуя [2], вводится радиус сферы σ^* , вписанной в область вариаций вектора угловой скорости КА $\vec{\omega}$, обеспечиваемой данным СГК в соответствии с равенством $\vec{\omega} = -J^{-1}\vec{H}_{\Sigma}$, в котором J - матрица моментов инерции КА, в любом, либо в заданном пространственном направлении \vec{v} . Введенный критерий, в отличие от использованных ранее, при оценке эффективности СГК учитывает инерционные свойства КА.

Его значение получается из решения задачи

$$\sigma^* = \min_{\vec{\beta}} \max_{\vec{v}} |\vec{\omega}(\vec{v}, \vec{\beta})|, \quad (5)$$

при условии

$$(\vec{\omega} \times \vec{v}) = 0. \quad (6)$$

Здесь $\vec{\beta} = \text{col}(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m)$ - вектор, составленный из углов прцессии гиродинов, входящих в СГК, $\beta_i \in [0, 2\pi], i = \overline{1, m}$; $\vec{v} = \text{col}(v_1, v_2, v_3)$ - произвольный единичный вектор из любой полусферы пространства.

Таким образом, оптимальная конфигурация СГК с произвольным количеством гиродинов соответствует множеству $\Omega^* = \arg \max_{\Omega} \sigma^*(\Omega)$, в котором $\Omega = \{\alpha_i \in [0, 2\pi], \theta_i \in [0, \pi], i = \overline{1, m}\}$ - множество выбираемых конструктивных параметров; σ^* - результат решения задачи (5)-(6).

Список литературы: 1. "Космические исследования". 1978. Т. XVI. Вып. 1; 1980. Т. XVIII. Вып. 3; 1981. Т. XIX. Вып. 6; 1989. Т. XXVII. Вып. 3, 4, 6.
2. Успенский В.Б. Об одном способе оценки эффективности гиросиловой системы управления космическим аппаратом. В кн: Разработка и использование информационных технологий в системах управления / Под ред. В.И.Скурихина. Киев. ИК АН Украины. 1993 С. 97-100.

Поступила в редакцию 23.05.99

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СИНТАКСИЧЕСКИЙ
АНАЛИЗАТОР (СА)

В статті розглядається новий метод вирішення проблеми побудови синтаксичного аналізатору, настроюваного на довільну контекстно вільну граматику. Пропонується рекурсивний синтаксичний аналізатор який не залежить від мови представлення даних яку обробляє і настроюється на неї представленням контекстно вільної граматики в програмній нормальній формі.

Назначение СА языка представления данных (ЯПД) проверить допустимость цепочки ЯПД и обеспечить работу генератора кода (ГК) [2]. Допустимость проверяется по описанию ЯПД контекстно свободной (КС) грамматикой в программной нормальной форме (ПНФ) [3]. Для описания контекстно зависимых аспектов ЯПД и организации работы ГК исходная грамматика преобразуется в атрибутивную транслирующую грамматику (АТГ) определением для её символов атрибутов и правил их обработки [1]. Использование ПНФ задания КС грамматики ЯПД позволяет предложить новый метод организации универсального СА.

1. АТГ

Синтаксический анализ, как правило, включает этапы: выделения лексем, выполняемый лексическим блоком (ЛБ), и проверки синтаксиса в терминах этих лексем. В ЯАСС системах АТГ строится на основе грамматики в нормальной форме Бэкуса [3], в которой каждый символ характеризуется атрибутами. Эти атрибуты являются синтезируемыми [1]. Для терминалов они формируются ЛБ и называются лексемами, а для нетерминалов - СА при выполнении действий обработки. Наследование атрибутов между нетерминалами организуется использованием в СА глобальных переменных. Действия обработки указываются распределенно в каждом правиле грамматики. По описанию АТГ ЯАСС система генерирует исходный текст транслятора для описываемого ЯПД [2].

2. АТГ на основе ПНФ

Новые принципы построения СА [2,3] позволяют отдельно описать синтаксис и семантику ЯПД и определить АТГ на основе ПНФ.

В каждой подпрограмме (ПП) ПНФ терминалы и нетерминалы индексируются в порядке их следования в теле ПП начиная с 1. Индексы служат для идентификации лексем в действиях обработки.

С каждым символом связываются атрибуты код типа и значение. Для символов лексем они формируются ЛБ, для нетерминалов - СА: код типа определяет тип нетерминала, а значение - это адрес памяти размещения

описания данного нетерминала. Это позволяет привести терминалы и нетерминалы к одному типу символов - лексеме, а также снять ограничения на сложность информационного описания нетерминалов.

С каждым нетерминалом связывается функция генерации описания (ФГО), которая выполняется, если обработанная подцепочка распознана как допустимая и формирует необходимое для ГК информационное описание соответствующего ей нетерминала. Исходными данными ФГО является сформированная в результате проверки синтаксиса последовательность лексем с определяющими их индексами.

Таким образом, на всех этапах разработки и функционирования СА с каждым нетерминалом связывается набор соответствующих друг другу элементов: нетерминал грамматики; ПП ЛНФ, описывающая допустимые цепочки подстановки нетерминала; последовательность лексем с индексами, распознанная СА; ФГО, которая обрабатывает последовательность лексем, сформированную для распознанной подцепочки нетерминала, и формирует его описание; атрибуты нетерминала: код типа и адрес непосредственного размещения описания нетерминала.

3 Организация СА

В программной реализации СА - это рекурсивная функция с входным параметром - код типа распознаваемого нетерминала (*code*), формирующая лексему результат (*result_lexem*) - пару: код типа нетерминала и адрес его описания. СА состоит из блока трансляции и управляющей части (рис.1).

3.1. Блок трансляции (БТ)

БТ - это структура данных, формируемая на этапе начальной обработки для распознавания нетерминала *code*, которая включает набор устройств: синтаксический блок (СБ), блок результата (БР), блок генерации (БГ), флаг результата *result* (ФР), текущая лексема *lexem* (ТЛ).

3.1.1. СБ обеспечивает загрузку ПП ЛНФ нетерминала *code* для исполнения, формирование массива состояний анализа для меток ПП, восстановление состояния анализа для метки, хранение состояния синтаксического анализа, выборку очередного метасимвола ПП.

Состояние синтаксического анализа описывается набором переменных: *current* - индекс текущего обрабатываемого метасимвола ПП; *lex_index* - индекс текущей лексемы ПП; *level* - уровень вложенности скобок {...}; *state* - состояние исполнения ПП.

Устройство СБ реализует следующие команды *SubLoad(code)* - загрузить ПП ЛНФ для нетерминала *code*; *MakeLabelStates()* - сформировать состояние синтаксического анализа для меток ПП ЛНФ; *LabelState(i)* - установить состояние анализа для метки *i*; *GetState()* - получить состояние исполнения ПП; *NextSymbol()* - переход к следующему метасимволу ПП; *CurrentSymbol()* - получить текущий метасимвол ПП; *GetLexIndex()* - получить индекс текущей лексемы в ПП; *IsTerm()* - возвращает 1, если текущий метасимвол ПП является терминалом; *IsNonTerm()* - возвращает 1, если текущий метасимвол ПП является нетерминалом; *IsLabel()* - возвращает 1, если текущий метасимвол ПП - метка.

3.1.2. БР используется для хранения последовательности лексем с индексами в ПП, соответствующей распознанному нетерминалу. БР реализует следующие команды: **AddLexem(lexem)** - добавить лексему в БР; **GetLexem(i)** получить лексему из БР в *lexem* с порядковым номером *i* (возвращает 0, если БР пуст); **PushCurrent()** сохранить текущее состояние в стеке БР; **PopCurrent()** вытолкнуть и восстановить состояние из стека БР; **ClearTop()** вытолкнуть из стека БР сохраненное состояние; **TopCurrent()** восстановить сохраненное состояние из стека БР.

3.1.3. БГ обеспечивает генерацию кода для нетерминала *code* и реализует команды: **CreateLexem(code)** генерирует структуру данных для информационного описания нетерминала *code*; **GenerateLexem(code)** ФГО нетерминала *code*, формирует информационное описание нетерминала *code* и возвращает адрес размещения описания.

3.1.4. ФР хранит одно из значений устанавливаемое SA: 0 текущий метасимвол ПП не соответствует символу входной цепочки; 1- соответствует.

3.1.5. ТЛ используется для хранения формируемой на данном шаге лексемы нетерминала.

3.2. Управляющая часть (УЧ)

УЧ включает устройства: схему управления (СУ) устройствами SA; автомат нового состояния исполнения ПП (АНС); результирующую лексему нетерминала **result_lexem** (РЛ).

3.2.1. СУ организует исполнение ПП, соответствующей распознаваемому нетерминалу и включает следующие этапы исполнения: начальная обработка (НО); обработка текущего состояния (ОТС); конечная обработка (КО).

НО определяет формирование БТ, загрузку ПП нетерминала *code* для исполнения, формирование состояний анализа для меток ПП, установку начального состояния синтаксического анализа.

ОТС определяет управление действиями БТ, связанными с выборкой и обработкой текущего метасимвола в текущем состоянии ПП, и вызывает переход исполнения ПП в новое состояние.

КО управляет формированием информационного описания распознанного нетерминала и РЛ.

3.2.2. РЛ хранит лексему распознанного нетерминала *code*, которая возвращается SA.

3.2.3. АНС представляет собой задающий автомат исполнения ПП ПНФ нетерминала *code*. По текущему метасимволу ПП и ФР в текущем состоянии исполнения ПП он формирует новое состояние исполнения ПП.

4. ЛБ

ЛБ контролирует входную цепочку и формирует лексемы. ЛБ реализует следующие команды: **TakeLexem()** - выдти лексему из входной цепочки; **PushCurrent()** сохранить состояние входной цепочки в стеке ЛБ; **PopCurrent()** вытолкнуть и восстановить из стека ЛБ состояние входной цепочки; **ClearTop()** вытолкнуть из стека ЛБ сохраненное состояние вход-

ной цепочки; **TopCurrent()** - восстановить сохраненное состояние входной цепочки из стека ЛБ.

Для управления ПП используются команды: **SetType(t)** - установить код типа t лексемы; **GetType()** - получить код типа лексемы; **SetStrVal(s)** - установить символьное значение лексемы; **SetIntVal(v)** - установить значение лексемы как целое; **SetAddress(a)** - установить значение лексемы как адрес; **GetStrVal()** - получить символьное значение лексемы; **GetIntVal()** - получить целое значение лексемы; **GetAddress()** - получить адрес лексемы.

Для управления РЛ в дополнение к указанным командам используются: **SetLexIndex(n)** - установить индекс n лексемы; **GetLexIndex()** - получить индекс лексемы.

5. АНС

АНС - это тройка $NSA = \{IN, ST, \delta\}$, где IN - входы автомата, ST - состояния автомата; $\delta: IN \times ST \rightarrow ST$ - функция допустимых переходов автомата. NSA определяет допустимые состояния исполнения ПП ПНФ нетерминала грамматики $code$. Множество входов состоит из элементов $IN = \{_BEG, _END, _LAB, _RET, _FIN, _FRE, _T, _N, _ALT, \tau, \bar{\tau}\}$, соответствующих метасимволов ПНФ: $\{, \}, *I, >I, (точка), =$, терминал, нетерминал, $|$ (или) и значений $result: 1 (\tau)$ и $0 (\bar{\tau})$.

Функция переходов δ и множество ST состояния АНС представлены на Рис.4 в форме графа. Для упрощения, для каждой вершины стрелка с именем $else$ обозначает переход в состояние **ERROR** при значениях входов АНС, не указанных на других стрелках исходящих из вершины.

6. Алгоритм СУСА

Входным параметром алгоритма является значение $code$ - код типа распознаваемого нетерминала, возвращаемое значение $result_lexem$.

Алгоритм 1

Этап НО:

п.1. Сформировать БТ.

п.2. Выполнить **SubLoad(code)** и **MakeLabelStates()** для загрузки ПП нетерминала $code$ и формирования состояний анализа меток ПП.

п.3. Выполнить начальные установки состояния синтаксического анализа, для чего положить:

3.1. $current=0$ - индекс текущего метасимвола ПП;

3.2. $lex_index=0$ - индекс текущей обработанной лексемы ПП;

3.3. $level=0$ - значение уровня вложенности скобок $\{, \dots\}$;

3.4. $state=START$ - начальное состояние исполнения ПП

Этап ОТС:

п.4. Выполнять ПП для нетерминала $code$, пока состояние исполнения ПП не станет равным одному из: **FIN**, **ERROR**, **FIN_NEQ**:

4.1. Выполнить **NextSymbol()** для перехода к следующему метасимволу

ПП. Если он терминал или нетерминал выполнить $lex_index = lex_index + 1$.
Изменить индекс текущего метасимвола $current = current + 1$.

4.2. Выполнить обработку текущего метасимвола **CurrentSymbol()** в текущем состоянии **GetState()**, согласно прилагаемому в разделе 7 описанию, установить ФР по результату обработки.

4.3. Согласно состоянию **GetState()**, метасимволу **CurrentSymbol()** и ФР по АНС определить новое состояние исполнения ПП.

Этап КО:

п.5. Сформировать РЛ по состоянию анализа **GetState()**:

5.1. Если - **FIN**, выполнить: **SetType(code)**, **CreateLexem(code)**, **SetAdress(GenerateLexem(code))** для формирования описания распознанного нетерминала по БР, установку кода типа нетерминала и значения адреса РЛ.

5.2. Если - **FIN_NEQ**, выполнить **SetType(_ERROR)**.

5.3. Если - **ERROR**, остановить анализ и дать сигнал: 'Ошибка задания ПП ПНФ для нетерминала **code**'.

п.6. Уничтожить БТ и вернуть РЛ **result_lexem**.

п.7. Выход из функции.

7. Действия обработки метасимволов СУ СА

АНС используется для решения задач: 1) проверки правильности ПП ПНФ, 2) определения нового состояния исполнения ПП ПНФ.

Состояния с окончанием **_NEQ** в именах в задаче 1 не используется - принимается, что ФР равен **r**. В задаче 2 они моделируют выполнения ПП в ситуациях несоответствия символа входной цепочки текущему метасимволу ПП, а состояния **ALT** и **RET** не используется.

Метасимволы ПП ПНФ при анализе входной цепочки - это команды управления СА. Соответствующие команде действия выполняются, если в АНС определено состояние перехода отличное от **ERROR**.

_BEG определяет выполнение команды **PushCurrent()** для ЛБ и БР и фиксацию уровня **level=level+1**.

_END определяет выполнение команды **ClearTop()** для ЛБ и БР и фиксацию уровня **level=level-1**.

_ALT в состоянии **TNE** предписывает СУ установить указатель **current** на очередной метасимвол **_END**, закрывающий список альтернатив уровня **level**. Для каждого символа **_T** и **_N** выполнить **lex_index=lex_index+1**.

_ALT в состоянии **TNE_NEQ** определяет выполнение команды **TopCurrent()** для ЛБ и БР.

_LAB требует фиксации состояния СА для его использования в команде **_RET** (выполняется на этапе НО).

_RET в состоянии **TNE** требует установки состояния метки ПП для СА, на которую выполняется возврат. ЛБ и БР выполняют **ClearTop()** числом раз равным разнице между значением уровня вложенности **level** состояния СА, которое устанавливается для метки перехода и текущим состоянием СА, из которого осуществляется возврат. В других состояниях для исключения заикливания необходимо зафиксировать факт выполнения возврата. Для этого организуется список возвратов, в котором возврат описывается значением **current** текущего метасимвола **_RET**, значением метки возврата и состоянием входной цепочки. Если при обработке команды **_RET** в списке возвратов нет возврата с значениями **current** и метки, совпадающими для те-

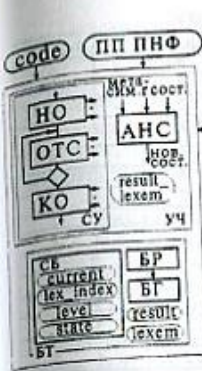


Рис.1 Организация СА

Таблица 1
Входная цепочка

адрес	0	1	2	3	4	5
символ	-	0	1	0	1	

Таблица 2
Состояние БР

адрес	0	1	2	3	4	5
тип	s	d	d	d	d	s
значение	-	0	1	0	1	
индекс	2	3	4	3	4	5

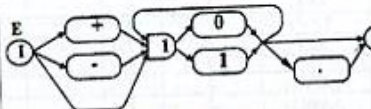


Таблица 3
Список возвратов

сигнет	метка	сост.ЛБ
17	1	2
17	1	3
17	1	4

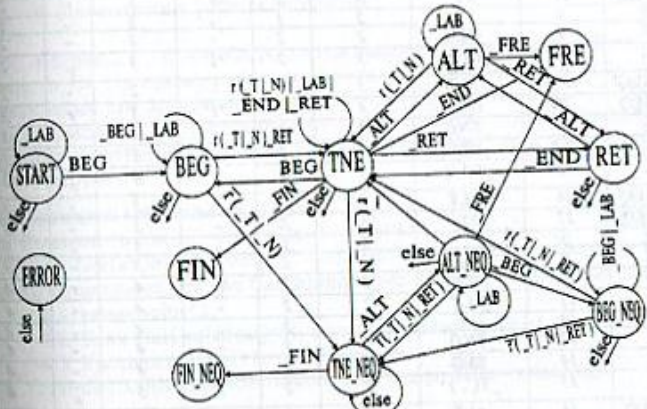
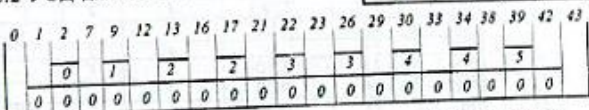


Таблица 4 ПП E в ПНФ и состоянии СА при ФР=г

сос	тоя	кне	СА	ПП	Е
сиг	le	lex	sta	te	
нет	vel	index	te		
1	2	3	4	5	
0	0	0	start		
0	1	0	BEG	(
1	2	0	BEG	(
2	2	1	TNE	'+'	
3	2	1	ALT		
4	2	2	TNE	'.'	

1	2	3	4	5
5	2	2	ALT	
6	2	2	FRE	=
7	1	2	TNE	
8	1	2	TNE	*1
9	2	2	BEG	
10	2	3	TNE	'0'
11	2	3	ALT	
12	2	4	TNE	'1'
13	1	4	TNE)

1	2	3	4	5
14	2	4	BEG	(
15	2	5	TNE	'.'
16	2	5	ALT	
17	2	5	RET	>1
18	2	5	ALT	
19	2	5	FRE	=
20	1	5	TNE)
21	0	5	TNE)
22	0	5	FIN	.

Таблица 5 Листинг синтаксического анализа входной цепочки

N	тек.сост.	current	тек.метас.	lex	index	level	вх.сим	адр.ЛБ	ФР	адр.БР
0	START	0	-	0	0	0	-	0	-	0
1	START	0	BEG	0	1	-	-	0	-	0
2	BEG	1	BEG	0	2	-	-	0	-	0
3	BEG	2	_T('')	1	2	-	'.'	1	r	0
4	TNE NEQ	3	ALT	1	2	-	-	0	-	0
5	ALT NEQ	4	T('')	2	2	-	'.'	1	r	1
6	TNE	5	ALT	2	2	-	-	1	-	1
7	TNE	7	END	2	1	-	-	1	-	1
8	TNE	8	LAB(1)	2	1	-	-	1	-	1
9	TNE	9	BEG	2	2	-	-	1	-	1
10	BEG	10	T('0')	3	2	-	'0'	2	r	2
11	TNE	11	ALT	3	2	-	-	2	-	2
12	TNE	13	END	4	2	-	-	2	-	2
13	TNE	14	BEG	4	2	-	-	2	-	2
14	BEG	15	_T('')	5	2	-	'.'	3	r	2
15	TNE NEQ	16	ALT	5	2	-	-	2	-	2
16	ALT NEQ	17	>1	5	2	-	-	2	-	2
17	TNE	9	BEG	2	2	-	-	2	-	2
18	BEG	10	_T('0')	3	2	-	'0'	3	r	2
19	TNE NEQ	11	ALT	3	2	-	-	2	-	2
20	ALT NEQ	12	T('1')	4	2	-	'1'	3	r	3
21	TNE	13	END	4	1	-	-	3	-	3
22	TNE	14	BEG	4	2	-	-	3	-	3
23	BEG	15	_T('')	5	2	-	'0'	4	r	3
24	TNE NEQ	16	ALT	5	2	-	-	3	-	3
25	ALT NEQ	17	>1	5	2	-	-	3	-	3
26	TNE	9	BEG	2	2	-	-	3	-	3
27	BEG	10	_T('0')	3	2	-	'0'	4	r	4
28	TNE	11	ALT	3	2	-	-	4	-	4
29	TNE	13	END	4	2	-	-	4	-	4
30	TNE	14	BEG	4	2	-	-	4	-	4
31	BEG	15	_T('')	5	2	-	'1'	5	r	4
32	TNE NEQ	16	ALT	5	2	-	-	4	-	4
33	ALT NEQ	17	>1	5	2	-	-	4	-	4
34	TNE	9	BEG	2	2	-	-	4	-	4
35	BEG	10	_T('0')	3	2	-	'1'	5	r	4
36	TNE NEQ	11	ALT	3	2	-	-	4	-	4
37	ALT NEQ	12	T('1')	4	2	-	'1'	5	r	5
38	TNE	13	END	4	1	-	-	5	-	5
39	TNE	14	BEG	4	2	-	-	5	-	5
40	BEG	15	T('')	5	2	-	'.'	6	r	6
41	TNE	16	ALT	5	2	-	-	6	-	6
42	TNE	20	END	5	1	-	-	6	-	6
43	TNE	21	END	5	0	-	-	6	-	6
44	TNE	22	FIN	5	0	-	-	6	-	6
45	FIN									

кушей команды, то формируется описание текущей выполняемой команды в списке возвратов. Иначе выполняется сравнение состояния входной цепочки с состоянием входной цепочки в списке возвратов. Совпадение указывает, что возврат для текущего состояния входной цепочки уже выполняется. Поэтому устанавливается ФР равный \bar{i} и из списка удаляется описание текущего возврата. Несовпадение требует установить в описании возврата текущее состояние входной цепочки.

_FIN не требует никаких действий.

_FRE определяет выполнение команды **ClearTop()** для ЛБ и БР.

_T определяет последовательность действий: 1) **TakeLexem()** для ЛБ и формирование ТЛ; 2) Если тип ТЛ совпадает с типом **_T**, формируется РЛ и добавляется в БР.

_N определяет последовательность действий: 1) **PushCurrent()** для ЛБ; 2) рекурсивный вызов СА для распознаваемого нетерминала **_N** и формирование ТЛ; 3) Если тип ТЛ отличается от **_ERROR**, на её основе формируется РЛ, который добавляется в БР, а ЛБ выполняет **ClearTop()**; 4) Иначе ЛБ выполняет **PopCurrent()**

8. Иллюстрация работы алгоритма

На рис.2,3 и в табл.1-5 представлена иллюстрация работы универсального СА на примере распознавания двоичного числа в прямом коде и определения его десятичного значения. ФГО для ПП ПНФ на рис.3 задается алгоритмом 2, в котором: **value** и **sign** соответственно используются для хранения десятичного значения и знака числа, а **i** - адрес лексемы в БР.

Алгоритм 2.

- п.1. Положить $i=0$, $value=0$, $sign=1$.
- п.2. Выполнить для БР **GetLexem(i)** и $i=i+1$.
- п.3. Если **GetLexIndex()** равно: 2 - положить $sign=-1$; 4 - положить $value=1$.
- п.4. Пока истинно условие **GetLexIndex() \neq 5 and GetLexem(i)** выполнять:
 - 4.1. $value=value*2$.
 - 4.2. Если **GetLexIndex() $=$ 4**, положить $value=value+1$.
 - 4.3. Увеличить i : $i=i+1$.
- п.5. Установить значение распознанного числа: $value=value*sign$.

Список литературы: 1. Льюис Ф., Розенкранц Д., Стирнз Р. Теоретические основы построения компиляторов, М: Мир, 1979, 654с. 2. Прикопечков В.Ф. Проблемы разработки систем языковой обработки (СЯО), см. ст. в этом сборнике 3. Прикопечков В.Ф. Принципы построения синтаксического анализатора (СА), настраиваемого на произвольный контекстно-свободный (КС) язык представления данных (ЯПД), см. ст. в этом сборнике

Поступила в редакцию 11.01.99

**ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ НА
ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ**

У статті розглядається проблема аналізу природної мови. Зроблена спроба об'єднати строгі методи аналізу, які застосовуються у формальних мовах, з нечіткими семантичними конструкціями природної мови та запропонувати основні принципи реалізації цих методів. Існуючі методи аналізу мови можливо вдосконалити та додати їм нові можливості за допомогою пропонуємих методів.

Одной из основных проблем вычислительной лингвистики является проблема машинного перевода (МП). Программы МП должны, принимая на входе текст на одном языке, выдавать на выходе текст на другом языке, который бы имел тот же смысл, что и входной. Первоначальный подход к созданию программ МП можно назвать «словарным». Его основной идеей было создание словарей большого объема. Для каждого слова входного текста производился поиск эквивалентного слова в выходном языке. После этого применялись некоторые правила, трансформирующие порядок слов входного языка в порядок слов выходного языка. Такой простой подход к проблеме перевода вскоре выявил свою несостоятельность. Дальнейшие исследования привели к выводу о необходимости выявления смысла текста для его корректного перевода.

Обработка естественного языка (ЕЯ) заключается в том, чтобы для языка L1 создать некоторое отображение, а от этого отображения перейти к языку L2. Процесс машинного перевода представляет собой два последовательных этапа: анализ и синтез. Анализ – переход от текста к формальной записи его смысла. Синтез – переход от формальной записи смысла к тексту на естественном языке с таким же смыслом как и в исходном тексте.

Предметом рассмотрения данной работы будет являться этап анализа. Задача анализа ЕЯ предполагает наличие формальной системы, которая исходной языковой конструкции ЕЯ (ЕЯК) сопоставляет выражаемый ею смысл. ЕЯК определяется правилами ее построения, заданными лингвистическими знаниями, которые изложены в словарях (орфографических, толковых) и учебниках грамматики соответствующего языка.

Автоматический анализ языка с помощью формальных систем применяется как для естественных, так и для формальных языков. Успехи в анализе формальных языков превосходят успехи в анализе естественных языков. Для формальных языков сформулированы четкие формальные системы (регулярные выражения, грамматики всевозможных типов), ориентированные на классы языков и позволяющие полную формализацию анализируемого языка и самого процесса его анализа на основе синтаксиса. Формализация ЕЯ и процесса его анализа только синтаксическими методами наталкивается на значительные трудности, поскольку и процесс описания языка, и процесс анализа требуют для своего осуществления семантической информации. В работах по анализу языка явно просматриваются попытки описания и анализа языка с включением в эти процессы семантики [1,2].

В процессе работ по автоматическому анализу формального и естественного языка выработалась традиционная структура анализатора, содержащая лексический (морфологический в ЕЯ) и синтаксический анализаторы [3]. При этом для лексического (морфологического) анализа применяется аппарат регулярных выражений, а для синтаксического – аппарат формальных грамматик. Если в формальных языках регулярные выражения и грамматики применяются напрямую, то в естественных языках эти формализмы облачаются в не совсем строгие формулировки в виде семантических сетей, фреймов, графов и т. д.

В предлагаемой работе сделана попытка объединить строгие методы анализа, применяемые в формальных языках, с нечеткими семантическими конструкциями ЕЯ, и предложить основные принципы реализации этих методов, усовершенствуя существующие методы анализа языка и добавляя в них новые возможности.

Задача морфологического анализа решается на базе конечного автомата [4], реализованного списочной структурой. Конечным автоматом является пятерка $A = (V_T, Q, \delta, q_0, F)$, где V_T - терминальный алфавит; Q - множество состояний конечного автомата; δ - функции перехода: $Q \times V_T \rightarrow Q$; q_0 - начальное состояние; F - множество заключительных состояний.

Слово, поступающее на вход конечного автомата, идентифицируется путем функционирования конечного автомата. Функционирование заключается в допуске или не допуске слова, подающегося на вход автомата, и осуществляется шагами. Шаг конечного автомата является допуском текущего символа и имеет вид $(q, aw) \Rightarrow (q', w)$, где q - текущее состояние; «a» - символ, читаемый автоматом; w - остаток непрочитанного входного слова; q' - состояние, в которое переходит автомат. Слово считается допущенным автоматом, если допущены все его символы [5].

Списочная структура, с помощью которой реализуется конечный автомат, является списком из слов записанных в компактной форме. Общие части слов встречаются один раз и имеют указатели на оставшиеся части слов, которые не совпадают. Каждое слово заканчивается указателем на морфологическую и смысловую информацию. Под морфологической информацией подразумевается часть речи, род, число, падеж и т.д., под смысловой – информация соответствующая данному слову в толковом словаре. На этапе морфологического анализа текст разбивается на слова, которым сопоставляется соответствующая информация.

На этапе синтаксического анализа необходимо получить структуру отражающую связи между элементами текста. На основании этих связей будем конструировать семантику ЕЯК. Синтаксический анализ можно реализовать как вывод в формальной системе [6]. В качестве формальной системы возьмем грамматику. В зависимости от вида продукций различают несколько типов грамматик. Наиболее удобной для наших целей является атрибутивная грамматика. Для отображения смысла языковых конструкций вводятся символы действия. В результате получаем атрибутивную транслирующую грамматику.

Дадим определение грамматики $G^{A,T}$, где A - обозначает атрибутивная, T транслирующая. $G^{A,T} = (V_T, V_N, V_D, P, S)$, где V_T - алфавит терминальных символов; V_N - алфавит нетерминальных символов; V_D - алфавит символов действий; P множество продукций вида $A \rightarrow \alpha$, где $A \in V_N$, $\alpha \in (V_T \cup V_N \cup V_D)^*$; S - аксиома.

Символами терминального алфавита являются буквы или символы пунктуации. Нетерминальные символы – грамматические и синтаксические категории русского языка. Символы действия – семантические категории русского языка. Атрибуты связывают синтаксические и семантические категории русского языка. Символы из любого алфавита могут иметь конечное множество атрибутов. Атрибутами являются переменные, которым с помощью определенных процедур присваиваются значения.

Каждый терминальный символ в зависимости от морфологической категории имеет определенное количество атрибутов. В общем виде символ с атрибутами можно записать в виде $X_{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n}$. Существительное с 8 атрибутами в такой форме записи можно представить как $S_{с, ч, м, ед, нар, род, чис, ло, падеж, скл}$. Заглавная «С» означает, что это существительное. Индексы-атрибуты кодируют морфологические категории. Один из индексов-атрибутов является указателем на смысловое значение слова.

Для простоты ограничимся описанием только простых предложений, состоящих из глаголов и существительных вида «существительное - глагол - существительное». Однако при анализе предложения мы не смогли бы выявить его синтаксическую структуру.

основываясь только на продукциях, даже атрибутивных. Для выявления структуры предложения необходимо привлечь семантику рассматриваемых существительных, которая бы выявила какое существительное является для глагола агентом, а какое объектом [1].

Предположим, что кроме синтаксической структуры предложения, задающей сущности с их характеристиками и отношения между ними, мы хотели бы иметь его семантический эквивалент. Пусть этот семантический эквивалент состоит в определении глагольной функции от двух переменных, одна из которых есть агент, а другая объект: $f_{га}(x_1, x_2)$. Смысл этой функции состоит в том, что она указывает выполнение действия 'i' объектом x_1 над объектом x_2 . Принятая нами форма записи функции и есть формализация этой семантики.

Предложения описанного типа по синтаксису и семантике могут быть выражены продукциями:

1. $\langle \text{предложение} \rangle \rightarrow X_{p_1 \dots p_9} \langle \text{сказуемое} \rangle_{q_1 \dots q_9} X_{t_1 \dots t_9} Z$;
2. $X_{p_1 \dots p_9} \rightarrow C_{a_1 \dots a_8}$;
3. $\langle \text{сказуемое} \rangle_{q_1 \dots q_9} \rightarrow \Gamma_{a_1 \dots a_8}$;

где X, Z условные символы; X обозначает либо $\langle \text{подлежащее} \rangle$, либо $\langle \text{дополнение} \rangle$; Z обозначает семантическую функцию $f_{га}(x_1, x_2)$. Чтобы продукции 1-3 правильно отражали синтаксис и семантику языка, нужно снабдить их соответствующими процедурами над значениями атрибутов. Сделаем это следующим образом.

Пусть $f_{га}(x_1, x_2, x_3)$ обозначает более удобную запись глагольной функции, где x_1 – смысловое значение глагола, x_2 – воздействующий объект, x_3 – объект, на который оказывается воздействие. Каждая из переменных x_1, x_2, x_3 задана соответствующим словом, смысл которого $V(x)$ может быть найден в семантическом словаре.

Таким образом, рассматриваемая семантическая функция может быть представлена формулой

$$f_{га}(V(\langle \text{глагол} \rangle_{q_1 \dots q_9}), V(\langle \text{существительное} \rangle_{p_1 \dots p_8}), V(\langle \text{существительное} \rangle_{t_1 \dots t_8})).$$

Продукции 1-3 описанной выше грамматики представим в виде:

- 1'. $\langle \text{предложение} \rangle \rightarrow X_{p_1 \dots p_9} \langle \text{сказуемое} \rangle_{q_1 \dots q_9} X_{t_1 \dots t_9} f_{га}(V(\langle \text{глагол} \rangle_{a_1 \dots a_8}), V(Z_1), V(Z_2))$;
- 2'. $X_{p_1 \dots p_9} \rightarrow C_{a_1 \dots a_8}$,
 $p_1 := a_1; \dots; p_8 := a_8; p_9 := \text{'существительное'}$;
- 3'. $\langle \text{сказуемое} \rangle_{q_1 \dots q_9} \rightarrow \Gamma_{a_1 \dots a_8}$,
 $q_1 := a_1; \dots; q_8 := a_8; q_9 := \text{'глагол'}$.

Подход к определению глагольной семантической функции сходен с определением глубинного падежа [1]. Глубинный падеж – это обобщенное отношение между смыслом глагола и смыслом той или иной из его групп. В нашем определении глагольной семантической функции глубинный

падеж является семантическим определением для аргумента. Для определения семантики глагольной функции ей необходимо сопоставить заумерованное значение смысла глагола с приписанным к этому номеру определением смысла из толкового словаря. Вывести этот номер можно опираясь на комбинацию глубинных падежей, выступающих в качестве аргументов глагольной функции.

Любые словосочетания, являющиеся элементами предложения, можно представлять соответствующими семантическими функциями. Все семантические функции определяются аналогично глагольной. Смысл предложения, фразы, текста может быть представлен как суперпозиция семантических функций. Над смыслом, выраженным строкой семантических функций, можно совершать операции аналогичные выводу логических следствий в исчислении предикатов. Над строками семантических функций может производиться операция, подобная унификации в исчислении предикатов, что позволяет устанавливать полную или частичную эквивалентность унифицируемых слов. Операция унификации позволяет производить синтаксический и семантический анализ предложений ЕЯ, описанных $G^{A,T}$ -грамматикой. Для использования описанных выше методов должен быть формализован толковый словарь. В нем каждое значение слова должно определяться не фразой ЕЯ, а строкой семантических функций.

Предложенные методы могут являться основой для дальнейших разработок в области автоматического анализа текста, использоваться при построении словарей ЕЯ информации, применяться в программах машинного перевода и программах обрабатывающих ЕЯ.

Список литературы: 1. Филмор Ч. Дело о падеже// Новое в зарубежной лингвистике, вып. X. Лингвистическая статистика. М.: Прогресс, 1981. С. 369-495. 2. Шенк Р. Обработка концептуальной информации. М.: Энергия, 1980. 360 с. 3. Бондаренко М.Ф., Осыка А.Ф. Автоматическая обработка информации на естественном языке. К.: УМКВО, 1991. 144 с. 4. Льюис Ф., Розенкранц Д., Стирнз Р. Теоретические основы проектирования компиляторов. М: Мир, 1979. 654 с. 5. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Том 1. Синтаксический анализ. М.: Мир, 1978. 612 с. 6. Дюбка Г.Ф. Введение в формальные системы. К: НМК ВО, 1992. 171 с.

Поступила в редколлегию 31.03.98

**МНОГОУРОВНЕВЫЙ ПОДХОД И ЯЗЫКОВЫЕ
СРЕДСТВА АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ SmartPlus**

Розглядаються проблеми реалізації багаторівневого підходу до проектування та розвитку інформаційно-управляючих систем в адаптивній технології SmartPlus. Запропонована чотирирівнева архітектура зображення знань та даних в системі. Аналізуються особливості мовних засобів кожного рівня, роль логічних засобів. Наводиться загальна характеристика засобів реалізації відповідних відображень.

Введение. В условиях прогресса информационных технологий компьютеризацию управления связывают с интеграцией средств разработки, поддержки и развития информационно-управляющих систем (ИУС), интеллектуализацией процессов их функционирования и разработки, привлечением к их развитию персонала управления. Зарождение и рост рынка системной интеграции стимулировали эти тенденции и привели к появлению гибких технологий разработки, внедрения, поддержки и развития ИУС. К этому классу принадлежит и адаптивная технология SmartPlus. Реализованная в виде инструментальной системы и методических материалов, она обеспечивает функционирование системы поддержки принятия решений, получает и хранит информацию, обеспечивает ее поиск, модификацию, обработку по запросу, организует кооперацию между элементами системы принятия решений путем обмена информацией в процессе реализации предписанных им функций. Пользователь получает средства разработки, поддержки, внедрения ИУС, развития в случае изменения бизнес-логики приложения. Организация и функционирование инструментальной системы SmartBase, положенной в основу адаптивной технологии, описаны в работах [1,2]. SmartPlus является развитием в условиях прогресса информационных технологий, интеллектуализации ИУС, объектно-ориентированного подхода одной из первых в Украине адаптивной технологии АБДАН [3]. Проблематика создания адаптивной технологии рассмотрена автором в работе [4]. В частности, необходимо решить проблемы разработки: адекватного и удобного языка определения бизнес-логики приложений, позволяющего описывать информационно-вычислительные процессы в терминах целей, проблем, ситуаций и состояний, альтернатив и механизмов выбора; новых механизмов

функционирования систем управления, построенных на принципах вывода решений, конструирования алгоритмов решения проблем; удобных и эффективных инструментальных средств проектирования. Кроме того, ожидают решения проблемы формирования стратегии противодействия динамике предметной области, интеграции программных продуктов, построенных на основе различных концепций, и другие.

Реализация в рамках единой системы процессов разработки, внедрения, поддержки и развития, составляющих основу жизненного цикла ИУС, естественна и оправдана, но требует единого методологического подхода, гарантирующего требуемый уровень теоретической и практической эффективности. Представляется оправданным использование положений многоуровневого подхода. SmartBase и собственно интеллектуальная ИУС представляются многоуровневой системой, в которой каждый следующий уровень детализирует предшествующий либо один уровень интерпретирует элементы другого. Проектирование ИУС рассматривается как итеративно-последовательный процесс реализации межуровневых отображений. В работе рассматриваются языковые средства и подход к реализации межуровневых отображения, принятые в адаптивной технологии SmartPlus.

Языковые средства SmartPlus. В основу адаптивной технологии положена архитектура, допускающая представление требований, знаний и данных приложения на четырех уровнях: концептуальном; описаний бизнес-логики приложения; логическом и внутреннем. В плане реализации разрабатываемого естественно-языкового интерфейса упомянем также уровень вербальных представлений пользователей о приложении. На концептуальном уровне предлагается удобный графический язык концептуального моделирования. На уровне описаний бизнес-логики приложения предлагается объектно-ориентированный язык Smart и язык документального обслуживания. Оба последних уровня поддерживаются средствами языка реализации Delphi.

Особое место в системе занимают логические языки - общий формальный базис языковых средств адаптивной технологии. Они составляют универсальное средство описания всех объектов, представляющих интерес с точки зрения функционирования ОУ в целом и проектирования ИУС, во всей совокупности их свойств, отношений и операций над ними, их поведения, взаимодействия, динамики событий и состояний. Логические языки выступают и как средство представления знаний, и как средство взаимосвязи и оценки других языковых средств. В первом качестве логические языки позволяют представлять в виде аксиом и правил вывода определенные классы проблем, допускающих эффективную реализацию средствами логического программирования. И

средства их решения на уровне механизмов вывода. Используются логики: исследования свойств, операций и отношений множества объектов; планирования действий; ситуационного исчисления; событийного управления; исследования различных видов модальности и приближенных рассуждений.

Во втором качестве логические системы используются для обоснования критериев качества проекта. Все критерии оценки качества проекта выражаются сначала на уровне теоретической вычислимости, разрешимости, непротиворечивости и полноты в терминах теории моделей, а затем получают количественные оценки на уровне практической вычислимости уже на стадии реализации.

Логический формализм обеспечивает не только представление множества объектов, их свойств и операций над ними. Его средства позволяют классифицировать объекты, причем как на этапе проектирования (статическая классификация), так и на этапе функционирования (динамическая классификация). Более того, обеспечивается описание деятельностного аспекта объектов, правил их изменения во времени, последствий для системы происходящих изменений. На этом уровне отображаются все понятия структуризации, функционирования, развития системы.

Приведем общую характеристику языковых средств. Относительно уровня естественного языка заметим только, что речь идет о весьма важном его подмножестве, допускающем описание организационно-технических объектов управления (ОУ), требований к ИУС, коммуникацию с системой в плане решения проблем, управления.

Для концептуального моделирования используется графический язык, позволяющий в удобной среде графического редактора определять концентры, рассмотренные в предыдущем разделе, и ограничения, не отражаемые системой графических обозначений. Последняя позволяет в удобной форме определять, удалять, модифицировать элементы концептуальной модели в терминах метамоделльного уровня. Кроме того, обеспечивается реализация операций над концептуальными моделями в целом, в частности их сохранение, выборка, сравнение.

Для проектирования системы на уровне определения логических условий выбора методов реализации бизнес-процессов, поведения элементов, принимающих решения, формирования объектно-ориентированных спецификаций для структурного уровня программирования предлагается использовать объектно-ориентированный язык Smart. В терминах этого уровня программирующий пользователь имеет возможность специфицировать не только потенциальные возможности системы, но и вызывать их реализацию в конкретных ситуациях. Требования и особенности построения языка этого уровня

предопределены его назначением, ориентацией на определение и переопределение в процессе функционирования системы объектов, состояний, событий и ситуаций, определяющих выбор решений, способов их реализации, поведенческих аспектов активных элементов. Кроме определения достаточного для определения бизнес-логики приложения набора конструкций язык предоставляет пользователю возможность формулировать любой запрос на данные, интересующие его с точки зрения управления ОУ выбранного класса. Концепция системы SmartBase, ориентирующая ее на решение проблем, предполагает спецификацию знаний и запросов в терминах концептуальной модели. В то же время язык Smart остается языком объектно-ориентированного программирования, по меньшей мере структурного (сборочного) уровня.

Реализация возможности динамического определения пользователем новых классов объектов на этапе исполнения выдвигает требование чистоты объектно-ориентированного языка. Для этого определение классов объектов (логика обработки) отделена от управления их использованием (управления программой). В определение классов объектов на декларативном уровне вносятся знания об их свойствах, отношениях, допустимых преобразованиях и их свойствах и тому подобное. Эти знания позволяют управление программой реализовать механизмами вывода, что позволяет наращивание функций выполнять без перепрограммирования ранее введенных функций.

Проблемный подход к функционированию системы учтен введением специальной конструкции, состоящей из предусловия, определяющего некоторый набор параметров, состояние (ситуацию), требующую принятия решения, и постусловия, определяющего некоторое значение, целевое состояние (ситуацию). Связав с каждой функцией также пару <предусловие, постусловие>, управление программой можем реализовать универсальными механизмами вывода.

Для общения с системой в терминах традиционных единиц и структур данных и информации (реквизитов, показателей и документов) большой группы функциональных пользователей в системе предусмотрены языки документального обслуживания. Необходимость таких языков также обусловлена расширением сферы влияния систем электронного документооборота как средства организации процессов представления, обработки, контроля и распределения информации в современных ИУС. Определение этих процессов в терминах концептуальных моделей позволяет реализовать общение в наиболее удобной форме. И, наконец, в плане работы с документами в системах управления сосредоточены большие объемы данных в реляционных и объектно-реляционных базах данных, процедур их обработки, накоплен опыт их разработки и использования. Важно сохранить этот потенциал,

продемонстрировавший свою эффективность при решении многих проблем управления. Предлагается два типа этих языков:

1) операторный, который позволяет пользователю описывать требуемую информацию в терминах логических структур реляционных баз данных, операторов обработки данных, операций над документами, параметров отображения документов в соответствующем виде. Этот язык рассмотрен в работе [3];

2) спецификационный, который позволяет пользователю определять не способ получения требуемого документа, а сам этот документ. Речь идет об определении документа через логическое условие, которому должны отвечать его содержимое и некоторая информация о документе. Получение информации и отображение ее в соответствующем виде остается за системой.

Можно говорить о документах допускающих структурирование содержания в терминах табличных форм и не допускающих такого структурирования. Для документов второго вида можно говорить лишь об некоторой классификации, зависящей от их содержания, и операциях поиска на основе предварительно связанной с документом классифицирующей и некоторой дополнительной учетной информации, некотором аналоге учетной карточки документа в системах документооборота. Средством обработки собственно таких документов, по существу, остаются только текстовые и графические редакторы. И только для учетных карточек можно применять формальные модели их представления и обработки. Для документов первого вида, кроме учетной информации, можно формальными средствами представить и обрабатывать их содержание. Для таких документов от пользователя требуется лишь указание нужных реквизитов табличной части документа и для более точной классификации содержимого – логическую формулу условия документа. Необходимый формальный аппарат для определения документов и вывода схем построения требуемых пользователями документов рассмотрен автором в работе [6]. Роль условия в определении документа чрезвычайно велика, так как оно связывает синтаксические, семантические и прагматические аспекты обработки данных.

Традиционные для чисто реляционного подхода недостатки, в частности возможность семантических ошибок и отсутствие рекурсивных определений устранены путем использования объектно-ориентированной СУБД. Если определения табличной части документа не выходят за рамки концептов и разрешенных их комбинаций, то семантическая корректность гарантируется. Логический язык допускает рекурсию, позволяет выражать и контролировать соответствующими средствами ограничения целостности.

Язык Delphi выступает как средство реализации инструментальной системы SmartBase. На нем написаны основные компоненты, функциональное наполнение (может быть реализовано и на других языках программирования), определена базовая система классов. Как объектно-ориентированный язык он позволяет поддерживать логическое и внутреннее представление данных и знаний.

Общая характеристика отображений. Обработка и данных, и знаний базируется на традиционных представлениях о данных и знаниях как ресурсах, требующих управления. Для уровня данных средства управления реализуются посредством СУБД. Разработка систем данных предусматривает, по меньшей мере, логическое и физическое проектирование. На уровне знаний эффективны комплексные методологии, в частности, моделирование требований, концептуальное проектирование, вывод решений и схем вычисления решений, объяснение и обучение. На каждом уровне создается среда для определения процессов проектирования и программирования, включающая соответствующие редакторы, средства работы с проектными заготовками соответствующего уровня, хранимыми в репозитории, инструментарий для прототипирования и визуализации и другие средства. Наличие многоуровневых описаний и позволяет говорить об адаптивной технологии. По существу любая ИУС, которая будет реализована применением адаптивной технологии, «выращивается» задолго до ее непосредственного проектирования как система определенного класса. Способом ее представления и является многоуровневое описание. В процессе конкретного проектирования как бы «копируется» текущая версия системы, она дорабатывается, внедряется и может развиваться в процессе эксплуатации за счет изменения многоуровневых описаний. Процедуры проектирования и развития «спрятаны» в межуровневых отображениях. Отображения между уровнями поддерживают знания ориентированные компоненты отображения, составляющие основу подсистемы проектирования и развития адаптивной технологии. Многоуровневая формализация и обеспечивает структурированность описаний и дисциплину выполнения работ, возможность описывать отношения между формализмами разных уровней.

Специальные компоненты подсистемы развития обеспечивают средства возврата и накопления опыта, возможность использования других процедур проектирования, коррекцию ошибок, перепроектирование в случае изменения требований. Потребности требуемого для этого метауровня описания выполняет сфера синтеза концептуальной модели и ее отражение в базе знаний интеллектуальной системы.

Отображение первоначальных представлений о приложении в концептуальную модель представляет сущность концептуального

проектирования. Используя графические средства пользователь может построить свою концептуальную модель или внести модификации в существующую.

Отображение концептуальных представлений в описание бизнес-логики конкретного приложения составляет суть проектирования системы и проектирования взаимодействий уровня агент-среда. Это отображение желательно выполнять автоматически посредством разрабатывания в формальные конструкции графической репрезентации. Для программирующих пользователей можно предложить соответствующие средства редактирования. Можно интегрировать эти средства. Проверку моделей можно осуществлять путем прототипирования отдельных вычислительных задач, бизнес-процессов и комплексной реализации запросов на них.

Речь идет о представлении сущностей концептуальной модели классами объектно-ориентированного языка. Соответственно, концепты описания поведенческих аспектов концептуальной модели трансформируются в функции классов, а ограничения целостности в предусловия и постусловия.

Отображение реализуется специальными интерактивными компонентами. Пользователь выбирает концепты для отображения, может подправить генерируемый код на языке Smart и передать его на проверку согласования с предыдущими решениями.

Отображение описания бизнес-логики конкретного приложения на уровень логических структур составляет суть логического проектирования, сопровождаемого функциональным проектированием. Первое заключается в структурировании произвольных представлений объектов системы в терминах базовых объектов реализации, структуры хранения которых предопределены в системе. Второе заключается в реализации определенных бизнес-логикой приложения функций на языке программирования. Можно выделить следующие задачи этого отображения: отображение производных классов в терминах базовых; отображение иерархий классов; отображение ассоциативных связей, свойств, значений; отображение логики бизнес-операций, действий агентов и другие. Здесь разработаны специальные автоматические компоненты реализации отображений.

Отображение логических структур описания бизнес-логики конкретного приложения на уровень структур памяти составляет суть физического проектирования. Здесь используются математические модели оптимизации типа распределения классов по типам страниц в виде детерминированных и стохастических задач булевого программирования [7]. В основе решений выбор между стоимостью и быстродействием.

Для автоматизации проектирования и развития особое значение приобретает моделирование самого процесса проектирования, определение зависимости между компонентами подсистемы проектирования и развития адаптивной технологии и представлением методологии проектирования и развития. Разработаны специальные модели процессов проектирования и развития, включенные в общую концептуальную модель системы. По существу эти модели представляют выбор в predetermined ситуациях в процессе проектирования и функционирования системы решений в форме тех или иных программных компонентов проектирования и развития или иных средств разработки. Допускается представление многостадийных компонентов проектирования и развития. Система имеет средства представления истории принятия проектных решений.

Концептуальная модель системы по сравнению с традиционными имеет расширенный набор концептов сферы синтеза, позволяющих отразить структуру самой системы, ситуации ее развития и другие необходимые знания. Такое представление служит основой системы документирования системы.

Список литературы: 1. Теленик С.Ф., Лозинский В.А. Система SmartBase: организация, функционирование и реализация// Проблемы информации и управления, вып.6. - К: КМУЦА, 1999. 2. Теленик С.Ф., Лозинский В.А. Объектно-ориентированная СУБД для интеллектуальных систем// Праці V української конференції з автоматичного керування «Автоматика-98».- К.: НТУУ «КПІ», 1998. С. 39-343. 3. АБДАН: информационная система и технология проектирования АСОД/ Лузан А.В., Лысенко Ю.Г., Теленик С.Ф., Цокол С.Л. - М.: Финансы и статистика, 1990. - 160 с. 4. Теленик С.Ф. Проблемы создания гибких технологий разработки, поддержки и развития информационно-управляющих систем// Автоматика, автоматизация, электротехнические комплексы и системы.- 1999. №1. С.73-80. 5. Теленик С.Ф., Лозинский В.А. Система SmartBase: организация хранения и доступа к сложно структурированным данным// Системные технологии, вып.5, 1999. С.116-123. 6. Теленик С.Ф. Логіки представлення процесів обробки документів// Наукові вісті НТУУ «КПІ», №1, 1999. 7. Теленик С.Ф. Алгоритм постраничного розміщення об'єктів для ООСУБД// Праці V української конференції з автоматичного керування «Автоматика-98».- К.: НТУУ «КПІ», 1998. С. 333-338.

Поступила в редколлегию 14.04.99

Л.Н. ВОРОНИНА

ЭВОЛЮЦИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА
С ПОСЛЕДЕЙСТВИЕМ

У статті пропонується підхід до аналізу динаміки інноваційного процесу з післядією. Вивчено механізм виникнення коливань.

Рассмотрим макроэкономическую модель, введенную С.Ю. Глазьевым [1], которая описывает взаимодействие объема производства некоторого нового продукта и его цены. Это достаточно простая модель, описывающая процесс установления равновесия между спросом и предложением.

Здесь y - совокупный объем производства нового продукта; $s(p)$ - потенциальный объем спроса на новый продукт; p - текущая цена единицы полезного свойства продукта. Предполагается, что процесс распространения новой технологии предполагается автономным.

Уравнение, определяющее изменение объема производства в зависимости от спроса представлено в виде:

$$dy/dt = \alpha y [s(p) - y(t - \tau)], \quad (\alpha > 0) \quad (1)$$

то есть, относительное изменение объема производства пропорционально разности между спросом и объемом производства, запаздывающем во времени на величину τ . Данное запаздывание характеризует особенности технологического процесса, означающие невозможность мгновенной реакции на изменение спроса. Величину τ можно условно назвать технологическим временем лага. Функция спроса $s(p)$ ограничена сверху и обладает свойством отрицательности производной по цене. В дальнейшем рассмотрении в качестве $s(p)$ будет выбрана линейная убывающая функция.

Уравнение для динамики цены, зависящей от объема производства, имеет вид:

$$dp/dt = -\beta y [p - p^*], \quad (\beta > 0), \quad (2)$$

где p^* - так называемый "уровень насыщения цены", характеризующий равновесное состояние цены нового продукта. Для простоты будем считать p^* постоянной величиной.

Таким образом, в результате объединения (1) и (2) получим связанную систему нелинейных дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} dy/dt &= \alpha y [s(p) - y(t - \tau)], \\ dp/dt &= -\beta y [p - p^*] \end{aligned} \quad (3)$$

p_0 - соответствующие значения цены. Тогда из (3) легко получить явные выражения для координат особых точек системы:

- 1) прямая равновесных состояний $y=0$, p - произвольно;
- 2) $y=s^*$, $p=p^*$.

Первое положение равновесия является неустойчивым и не имеет практического содержательного интереса в контексте данной задачи. Относительно второго положения равновесия можно заметить, что оно линейно устойчиво при соотношении параметров $\alpha s^* \tau < \pi/2$ и линейно неустойчиво при $\alpha s^* \tau > \pi/2$.

Для последующего анализа системы (3) произведем замену переменных: $t = \tau \bar{t}$, $z(\bar{t}) = y(\tau \bar{t})/s^* - 1$; $x = p - p^*$; $v = \alpha s^* \tau - \pi/2$. В результате (3) преобразуем к виду:

$$\begin{aligned} dz/d\bar{t} &= -(v + \pi/2)[z(\bar{t} - 1) + Ax(\bar{t})/s^*] - (v + \pi/2)z(\bar{t})[z(\bar{t} - 1) + Ax(\bar{t})/s^*], \\ dx/d\bar{t} &= -\beta(v + \pi/2)x(\bar{t})/\alpha - \beta(v + \pi/2)x(\bar{t})z(\bar{t})/\alpha \end{aligned} \quad (4)$$

Для линейной части системы (4) характеристическое уравнение приводится к виду:

$$(\lambda + (\pi/2 + v)e^{-\lambda})(\lambda + \beta(\pi/2 + v)/\alpha) = 0. \quad (5)$$

При $v=0$ существует пара чисто мнимых собственных значений $\pm i\pi/2$, а вещественные части спектра меньше нуля. Дифференцируя (5) по параметру v легко получить:

$$\lambda'(0) = (\pi/2 + i)/(1 + \pi^2/4), \text{ т.е. } \operatorname{Re} \lambda'(0) = (\pi/2)/(1 + \pi^2/4) \neq 0.$$

Таким образом, в системе (4) имеет место бифуркация рождения цикла.

Первое уравнение системы (4) по своей структуре сходно с хорошо известным уравнением Хатчинсона-Райта [2], которое с середины пятидесятых годов стало усиленно изучаться строгими математическими методами. Однако задолго до этого, в середине тридцатых годов экономисты Фриш и Холм выписывали и изучали такое же уравнение в связи анализом цикличности деловой активности [3].

Наиболее полное аналитическое исследование этого уравнения было проведено в работе [2], где было показано, что при $v > 0$ в данном уравнении происходит бифуркация рождения цикла, при которой возникает устойчивый предельный цикл, соответствующий периодическим колебаниям с малой амплитудой. В этой же работе было получено приближенное аналитическое решение, описывающее этот предельный цикл.

Исследование линейной части системы (4) показало, что собственные векторы, соответствующие паре чисто мнимых собственных значений, устроены таким образом, что одна из двух составляющих координат всегда нулевая. Применительно к интересующей нас содержательной постановке задачи, это означает, что в окрестности положения равновесия существует, отличный от постоянного, периодический режим для объема производства при постоянном, равном равновесному, значению цены. Используя алгоритм [5] определения устойчивости, направления рождения, периода и асимптотической формы периодических решений малой амплитуды, бифурцирующих из

стационарного состояния получим следующий результат, предварительно возвратившись к исходным переменным $y(t)=s^*(1+z(t))$, $p=x+p^*$, $t=\tau t$.

Окончательно, имеем следующие выражения:

$$y(t)=s^*[1+(40v/(3\pi-2))^{1/2}\cos(\pi t/2\tau)+10v/(3\pi-2)\times(4/5\cos(\pi t/\tau)+2/5\sin(\pi t/\tau)+O(v^{3/2}))], \quad (6)$$
$$p(t)=p \quad (7)$$

Здесь период колебаний $T=4\tau(1+4v/(\pi(3\pi-2)))+O(v^2)$.

Таким образом, приближенный период автоколебаний объема производства нового продукта в четыре раза больше технологического временного лага. С учетом порядка малости величины v из решения (6) очевидно, что амплитуда автоколебаний является малой величиной, причем эти автоколебания совершаются в окрестности равновесного уровня объема производства $y=s^*$. Из (6) относительно просто найти основную формулу для амплитуды:

$$B=(40v/(3\pi-2))^{1/2}+(16v/(3\pi-2)). \quad (8)$$

Список литературы: 1. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экологического развития - М.: Влдар, 1993. 310с. 2. Московкин В.М. Основы концепции диффузии инноваций // БИЗНЕСИНФОРМ, 1998, №17-18, с. 41-48. 3. Хэссард Б., Казаринов Н., Вэк И. Теория и приложения бифуркации рождения цикла - М.: Мир, 1985. 280с.

Поступила в редколлегию 01.02.99

УДК 621.391.24

В.Н. ЗАХАРЧЕНКО, канд. техн. наук, **В.В. ТОПАЛОВ**,
М.Г. БОРИДЬКО, **А.А. ГРИНЬ**

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОПОЗИЦИОННЫХ ВРЕМЕННЫХ КОДОВ В ОДНОСТОРОННИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ

Пропонується використувати багаторазові повторення багатопозиційних часових кодів (БЧК) в системах без оборотного зв'язку. Статично обґрунтовуються обраний інтервал та кратність повторення кодового слова. Виконується оцінка ефективності метода.

Постановка задачи

Необходимо повысить скорость передачи информации с сохранением заданного качества в системах без обратной связи, используя другие сигнальные конструкции вместо используемых РЦК.

В существующих системах передачи данных без обратной связи многократно повторяется исходная информация во времени или в пространстве. Скорость передачи информации при n -кратном повторении равна скорости передачи информации при однократном повторении R_1 , деленное на число повторений [1]:

$$R = \frac{R_1}{n} \quad (1)$$

Одним из методов повышения скорости передачи - применение сигналов, в которых носитель информации имеет меньшую длительность, чем сигнал на промежутке t_s . Кодовые конструкции с такими сигналами получили название многопозиционных временных сигналов (МВС), а коды, что строятся на их основе - многопозиционные временные коды (МВК).

Формирование МВС

В МВС носитель информации - базовый элемент Δ в S раз меньше t_s ($\Delta = t_s / S$). При этом расстояние между значащими моментами воспроизведения (ЗМВ) - Δ . Выбор Δ осуществляется на основе заданной вероятности смещения значащих моментов времени (ЗМВ) кодового слова $P_{см}$ на величину $\geq \Delta/2$ [2]. Вероятность ошибочного приема в свою очередь зависит от количества переходов в кодовом слове j , среднеквадратического отклонения δ смещений (ЗМВ) и закона распределения их смещения. При нормальном законе распределения:

$$\Delta = 2\delta * \Psi^{-1}(\sqrt{1 - P_{см}}), \quad (2)$$

где Ψ^{-1} - обратная функция Крампа.

$$\Psi^{-1} = 1/\Psi(t) = 1/\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-t'^2/2} dt + 0,5\right) \quad (3)$$

На практике применяется апостериорные формулы определения оптимального базового элемента:

$$\Delta_{opt} = (3,8...4,5)\delta = 3,8...4,5/\xi h, \quad (4)$$

где ξ - коэффициент, определяемый видом модуляции; $h = \frac{U_c}{U_n}$;

В случае частотной модуляции справедливо соотношения:

$$\left. \begin{aligned} \delta &= \frac{1}{4h}; \\ P_{\text{ин}} &= 1 - [\Phi(\Delta 8h)]^2 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Можно показать, что при заданном $S^m t_s / \Delta$ число реализаций [3] на интервале сигнала $T_s = m t_s$ определяется по формуле:

$$N_{\text{оп}} = \sum_{j=1}^m C_{m-j}^{j(S-1)} \quad (7)$$

При этом кодовый алфавит предусматривает использования реализаций со всеми значениями переходов j ($j=1, \dots, m$), т.е. число ЗММ не зафиксировано на интервале m . Это обеспечивает большее число реализаций, чем при фиксированном числе переходов, но усложняет алгоритм детектирования кодовых слов.

При постоянном числе переходов $j=n$ число реализаций кодового равно:

$$N_p = C_{m-n}^{n(S-1)} \quad (8)$$

Для увеличения обнаруживающей способности в качестве разрешенных МВС выбирается конструкции, удовлетворяющие, например, условию 10.

$$A_1 X_1 + A_2 X_2 + \dots + A_n X_n = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} [A_1 \ A_2 \ \dots \ A_n] = 0 \pmod{A_0} \quad (9)$$

За каждым переходом X_j закрепляют соответствующий коэффициент, который определяется требуемым кодовым расстоянием d :

$$\left. \begin{aligned} A_n &= 1; \\ A_{n-1} &= d - 1; \\ A_{n-k} &= E - \left(\frac{d-1}{2}\right)A_1 + E - \left(\frac{d}{2}\right), \quad k=1, 2, \dots, n; \\ A_0 &= E - \left(\frac{d+1}{2}\right)A_1 + E - \left(\frac{d}{2}\right); \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

В зависимости от величины d код может обнаруживать или исправлять ошибки смещений ЗМВ. Так как большинство ошибок возникает из-за дроблений и импульсных помех, то обеспечить заданное

качество в односторонних системах передачи можно только многократно повторяя одно и тоже кодовое слово.

Интервал повторения выбирается на основе предварительных измерений статистических параметров сигнальных конструкций МВК (распределение ошибок на интервале T ; средний интервал между ошибочными сигнальными конструкциями; средняя длина ошибки; кратность пораженных элементов, конструкций; вероятность смещения ЗММ за величину ε и т.д.)

Распределение ошибок на некотором интервале T дает возможности определить экстремумы, т.е. минимальное и максимальное значение вероятности ошибки на данном интервале. Интервал между двумя минимальными значениями вероятности ошибки может быть принят за интервал повторения. Величина вероятности смещения ЗММ за величину ε определяет выбор базового элемента Δ МВК.

На основе заданного качества и оптимального решения выбираются параметры сигнальных конструкций МВК, интервал повторения сигнальных конструкций МВК и кратность повторения.

Эффективность применения корректирующего кода в режиме исправления ошибок оценивается коэффициентом повышения достоверности [1]

$$H = \frac{P(\geq 1, n)}{P(\geq t_{\text{min}}, n)}, \quad (11)$$

где $P(\geq 1, n)$ – вероятность появления более одной ошибки в n -элементной комбинации.

Практические результаты

Произведены исследования эффективности применения сигнальных конструкций МВК на коммутируемом канале, проходящем через ДШАТС. Были проведены исследования сигнальных конструкций МВК с тремя переходами ($A1=1$; $A2=3$; $A3=9$; $A0=21$; $S=7$; $m=5$) при фиксированной последовательности сигнальной конструкции. При выбранных параметрах МВК на интервале сигнала $T_c=5t_c$ можно реализовать $Np=127$ сигнальных конструкций, удовлетворяющих условию (9). Вероятность ошибки блока составляла $2,9E-2$ на скорости 600 бод в полосе частот 700 Гц при использовании ЧМ модема по рекомендации V.21. При этом под ошибочными понимались такие комбинации, у которых ЗМВ смещены на величину $\delta_s \geq \Delta/2 \approx 7\%$ от t_c или изменено количество переходов.

В табл. 1 представлены результаты измерения вероятности появления ошибки, вызванной смещением ЗМВ или дроблением, в каком-то из 3-х элементов МКВ (элемент - равен длительности X_j) в зависимости от интервала повторения на скорости 600 бод и полосе $\Delta F=700$ Гц. Причем данные вероятности являются условные, т.к. рассматриваются относительно уже ошибочного кодового слова, в котором ошибка возникла в одном из элементов ($j=1,2,3$). В последней строке приводится общая условная вероятность появления ошибочного кодового слова в зависимости от интервала повторения.

Таблица 1

j	Вероятность приема элемента кодового слова при повторной передаче кодовых слов								
	Подряд			Через одно кодовое слово			Через два кодовых слова		
	1 эл.	2 эл.	3 эл.	1 эл.	2 эл.	3 эл.	1 эл.	2 эл.	3 эл.
1	5,4E-05	2,8E-05	1,1E-05	6,0E-06	3,0E-06	1,9E-06	1,7E-06	1,4E-06	1,1E-06
2	3,9E-04	5,4E-05	2,8E-05	1,1E-05	6,0E-06	3,0E-06	1,9E-06	1,7E-06	1,4E-06
3	4,1E-03	3,9E-04	5,4E-05	2,8E-05	1,1E-05	6,0E-06	3,0E-06	1,9E-06	1,7E-06
Общая вероятность ошибки кодового слова	1,7E-03			2,5E-05			5,3E-06		

j	Вероятность приема элемента кодового слова при повторной передаче кодовых слов					
	Через три кодовых слова			Через четыре кодовых слова		
	1 эл.	2 эл.	3 эл.	1 эл.	2 эл.	3 эл.
1	1,3E-06	1,7E-06	1,8E-06	1,9E-06	2,8E-06	5,0E-06
2	1,1E-06	1,3E-05	1,7E-06	1,8E-06	1,9E-06	2,8E-06
3	1,4E-06	1,1E-06	1,3E-06	1,7E-06	1,8E-06	1,9E-06
Общая вероятность ошибки кодового слова	4,2E-06			7,2E-06		

Из табл. 1 следует, что наименьшую вероятность ошибки можно получить при повторении через три сигнальные конструкции того же кодового слова (4,2E-6). В табл. 2 представлена безусловная вероятность ошибочного приема двух кодовых слов, несущих одну и ту же информацию, во повторяющихся через i кодовых слов.

Таблица 2

	При повторении через i кодовых слова				
	$i=0$	$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=4$
Р _{ош}	8,9E-05	1,3E-06	2,8E-07	2,2E-07	3,8E-07

Интервал повторения был выбран $15t_c$, т.е. расстояние равно 3 кодовым конструкциям. Повторение через 3 кодовых слова одной и той же сигнальной конструкции позволило уменьшить $P_{ош}$ знака более чем на 4 порядка ($P_{ошпов}=4,2E-7$). Повышение достоверности определяется коэффициентом повышения достоверности (11):

$$H = 2,9E - 2 / 4,2E - 7 = 69000$$

Учитывая, что при заданных параметрах на интервале $T_c=5t_c$ можно получить 127 реализаций, эффективность использования канала составит при двукратном повторении

$$K = \frac{\log_2 127}{5 * 2} \approx 0,7 \quad (12)$$

Сравнение данного метода с однонаправленной системой при использовании исправляющих циклических кодов для коммутируемых каналов показало, что даже при скорости передачи $R=0,2$ достичь остаточной вероятности ошибки $P_{ош} < 1E-6$ невозможно.

Как видно из данного сравнения различных алгоритмов односторонних систем передачи эффективность системы с 2-кратным повторением МВК намного выше, чем разрядно-цифрового кода.

Вывод

Экспериментально доказано целесообразность использования i -кратного повторения сигнальных конструкций избыточного многопозиционного временного кода в односторонних системах передачи вместо конструкций разрядно-цифрового кода.

Список литературы: 1. *Захарченко Н.В.* Применение микропроцессоров и ПЭВМ в сетях и устройствах связи. -К.: Техніка, 1993 - 138 с. 2. Расчет эффективности совместного использования РЦК и МВС.// Учебное пособие под ред. Н.В. Захарченко, УГАС, Одесса, 1996 - 68 с. 3. Элементы теории передачи дискретной информации.// Под ред. Л.П. Пуртова. - М.,Связь,1972-232 с. 4. *Захарченко Н.В.* Выбор средств связи АСУ.// Учебное пособие, УГАС, Одесса, 1975 - 110 с.

Поступила в редколлегию 01.02.99

РАЗВИТИЕ ПОНЯТИЯ СИТУАЦИОННО-ТЕКСТОВОГО ПРЕДИКАТА ДЛЯ ВОПРОСНО-ОТВЕТНЫХ СИСТЕМ

Розглянуто питання використання методу компараторної ідентифікації у вивченні інтелекту, що сводиться до: запропоновано сформулювати ситуаційно-текстовий предикат у чотирьохзначній системі логіки з вірогідною інтерпретацією, яка має два істинностних значення неадекватності.

Предложенный в [1] метод компараторной идентификации интеллекта испытуемого предполагает предъявление испытуемому ситуации из некоторого множества ситуаций A и текстов из множества текстов B . Воспринимая пару (X, Y) , образованную из текста X и ситуации Y , испытуемый устанавливает соответствие предъявленной ситуации и текста друг другу, формируя тем самым значение ситуационно-текстового предиката $P(X, Y)$. Анализ структуры ситуационно-текстового предиката позволяет получить характеристики объективно наблюдаемого поведения испытуемого. Для этого производится декомпозиция предиката $P(X, Y)$ на функцию восприятия $x = f(X)$, функцию понимания $y = g(Y)$ и предикат осознания $t = L(x, y)$. Введенные сигналы x и y характеризуют восприятие ситуации X и смысл текста Y . Множество M всех сигналов x , множество N сигналов y , функции f и g и предикат L определяются единственным образом по предикату P , заданному на $A \times B$, не считая выбора свободы обозначений.

Из логических условий, связывающих предикат $P(X, Y)$ и области задания A и B его аргументов X и Y (т.е. из свойств поведения испытуемого), могут быть выведены знания об отдельных интеллектуальных функциях испытуемого. Но говорить о физическом существовании предиката P можно только в том случае, если имеются реально выделенные и четко очерченные исследователем множества A и B (ситуаций и текстов), на любые элементы X и Y которых испытуемый однозначно реагирует двоичным ответом $P(X, Y)$. Однако такая постановка задачи применима к явлениям обучения или эволюции разума с определенными оговорками. Для исследования

обучающегося или эволюционирующего интеллекта необходимо допустить изменяющиеся во времени множества ситуаций и текстов.

Кроме того, необходимое для исследования интеллекта человека описываемым методом выполнение постулата существования предиката $P(X, Y)$ означает, что испытуемый должен всегда однозначно реализовать двоичным ответом на каждую пару X и Y из множеств A и B и при повторном предъявлении любой пары ситуации и текста устанавливать то же самое их соответствие или несоответствие, что и в первый раз (т.е. каждый раз одинаковым образом). Однако идеально точно постулат существования предиката $P(X, Y)$ не выполняется никогда. Неточность выполнения постулата существования обусловлена различными причинами: неидеальной стабильностью работы органов чувств, их конечной чувствительностью, помехами и т.д., что приводит к тому, что «в некоторых случаях испытуемый будет испытывать чувство неуверенности при формировании своего ответа» [1, с.48]. Чувство неуверенности может возникать и у обучающегося на первоначальном этапе усвоения информации либо на этапе согласования новой полученной информации с имеющейся до этого базовой информацией [2]. В таком случае реакция испытуемого может стать неоднозначной, и при проверке истинности текста Y для ситуации X мы иногда будем получать значение 1, а иногда – 0. Необходимо учитывать и тот факт, что при изучении динамики интеллекта необходимо уметь описывать изменения уверенности в истинности высказывания.

Видоизменив постановку задачи так, чтобы она была применима к изучению обучающегося интеллекта. Введем для обозначения свойства неоднозначного поведения испытуемого промежуточное между истинной и ложью истинностное значение λ : $0 \leq \lambda \leq 1$. Введенное значение будет характеризовать степень уверенности испытуемого в истинности высказывания. Его можно трактовать как вероятность реализации соответствующего высказывания (при этом истине и лжи будут отвечать соответственно вероятности 1 и 0). Для описания потенциальной возможности испытуемого реализовать отрицательным ответом на поставленный вопрос с различной степенью уверенности введем величину $\bar{\lambda} = 1 - \lambda$. Значение $\bar{\lambda}$ может рассматриваться как вероятность реализации отрицания данного высказывания.

Введение четырех истинностных значений дает возможность рассмотреть четырехзначную систему логики с вероятностной интерпретацией, имеющей два истинностных значения неопределенности. При таком рассмотрении необходимо

продолжить основные логические функции – отрицания, дизъюнкции, конъюнкции, импликации и равнозначности – на область случайных истинностных значений.

Пусть областью значений некоторой функции $f(x)$ является множество значений $E(f)$. Рассмотрим множество $E_1(f) \subseteq E(f)$, являющееся подмножеством области значений $E(f)$, и дополнение к нему $E' = E \setminus E_1$. Каждому высказыванию вида «значением функции $f(x)$ принадлежит множеству E_1 » или «значение функции $f(x)$ принадлежит множеству E' » придем одно из четырех истинностных значений $0, \lambda, \bar{\lambda}, 1$, интерпретируя значения λ и $\bar{\lambda}$ как меру истинности (правдоподобности) или неправдоподобности высказывания. Пусть $V_m = \{0, \lambda, \bar{\lambda}, 1\}$ – множество истинностных значений, $X_1, X_2, \dots, X_m, \dots$ – переменные, пробегающие указанное множество, причем 0 интерпретируется как «ложь», а 1 – как «истина». Обозначим через $F_1, F_2, \dots, F_3, \dots$ функции, определенные на V_m и принимающие значения в V_m . Рассмотрим функцию отрицания $F_1(X) = \sim X$. Учитывая, что истинностные значения 1 и 0 , а также λ и $\bar{\lambda}$ являются противоположными или дополнительными друг к другу, очевидно, что $F_1(1) = 0, F_1(0) = 1, F_1(\lambda) = \bar{\lambda}, F_1(\bar{\lambda}) = \lambda$. Таким образом, имеем $\sim X = 1 - X$.

Продолжим на область случайных истинностных значений функцию конъюнкции $F_2(A, B) = A \wedge B$ следующим образом: $(\forall A, B \in V_m) F_2(A, B) = \min(1, 1 - A + B)$. В этом случае для достоверных и невозможных событий A и B получим классическую функцию материальной импликации $F_2(0, 0) = 1, F_2(0, 1) = 1$ (из лжи может следовать что угодно и истина следует из чего угодно), $F_2(1, 0) = 0, F_2(1, 1) = 1$ (из истины следует только истина). Обобщим эти правила для V_m в соответствии с интерпретацией, предложенной в [3]:

$$F_2(0, \lambda) = 1, F_2(0, \bar{\lambda}) = 1; \quad F_2(1, \lambda) = \lambda, F_2(1, \bar{\lambda}) = \bar{\lambda}; \quad F_2(\lambda, 1) = 1, F_2(\bar{\lambda}, 1) = 1;$$

$$F_2(\lambda, 0) = \bar{\lambda}, F_2(\bar{\lambda}, 0) = \lambda. \text{ Очевидно также, что } F_2(\lambda, \lambda) = 1 \text{ и } F_2(\bar{\lambda}, \bar{\lambda}) = 1. \text{ И, наконец}$$

$$F_2(\lambda, \bar{\lambda}) = \bar{\lambda}, F_2(\bar{\lambda}, \lambda) = \lambda.$$

Как показано в [4], введенные таким образом функции $F_2(X), F_2(X, Y)$ образуют базис для множества функций, соответствующих логике L_m .

Функции $F_3(X, Y) = X \vee Y$ и $F_4(X, Y) = X \wedge Y$, такие, что $F_3(X, Y) = \max(X, Y)$, $F_4(X, Y) = \min(X, Y)$ могут быть определены через введенные базисные функции $F_1(X) = \sim X$ и $F_2(X, Y) = X \Rightarrow Y$ следующим образом:

$$X \vee Y = ((X \Rightarrow Y) \Rightarrow Y);$$

$$X \wedge Y = \sim (\sim X \vee \sim Y).$$

Таким образом, таблица истинности основных логических функций будет иметь

следующий вид:

A	\bar{A}	A	B	$A \Rightarrow B$	$A \vee B$	$A \wedge B$	$A = B$
0	1	0	0	1	0	0	1
$\bar{\lambda}$	$\bar{\bar{\lambda}}$	0	$\bar{\lambda}$	1	$\bar{\lambda}$	0	$\bar{\bar{\lambda}}$
$\bar{\lambda}$	$\bar{\lambda}$	0	$\bar{\bar{\lambda}}$	1	$\bar{\bar{\lambda}}$	0	$\bar{\lambda}$
1	0	0	1	1	1	0	0
		$\bar{\lambda}$	0	$\bar{\bar{\lambda}}$	$\bar{\lambda}$	0	$\bar{\bar{\lambda}}$
		$\bar{\lambda}$	$\bar{\lambda}$	1	$\bar{\lambda}$	$\bar{\lambda}$	1
		$\bar{\lambda}$	$\bar{\bar{\lambda}}$	$\bar{\bar{\lambda}}$	1	0	0
		$\bar{\lambda}$	1	1	1	$\bar{\lambda}$	$\bar{\lambda}$
		$\bar{\bar{\lambda}}$	0	$\bar{\lambda}$	$\bar{\bar{\lambda}}$	0	$\bar{\lambda}$
		$\bar{\bar{\lambda}}$	$\bar{\lambda}$	$\bar{\lambda}$	1	0	0
		$\bar{\bar{\lambda}}$	$\bar{\bar{\lambda}}$	1	$\bar{\bar{\lambda}}$	$\bar{\bar{\lambda}}$	1
		$\bar{\bar{\lambda}}$	1	1	1	$\bar{\bar{\lambda}}$	$\bar{\bar{\lambda}}$
		1	0	0	1	0	0
		1	$\bar{\lambda}$	$\bar{\lambda}$	1	$\bar{\lambda}$	$\bar{\lambda}$
		1	$\bar{\bar{\lambda}}$	$\bar{\bar{\lambda}}$	1	$\bar{\bar{\lambda}}$	$\bar{\bar{\lambda}}$
		1	1	1	1	1	1

Вслед за [4] введем функции

$$J_u(x) = \begin{cases} 1, & x = u \\ 0, & x \neq u \end{cases} \quad \text{где } u \in V_m$$

и

$$I_{uv}(x) = \begin{cases} v, & x = u \\ 0, & x \neq u \end{cases} \quad \text{где } u, v \in \{\lambda, \bar{\lambda}\}.$$

Согласно [4, 5] I-функции и J-функции определяются через функции базиса $F_1(X)$ и $F_2(X)$. Кроме этого, как показано в [6], для всякой тождественно не равной 0 функции $f(X)$ (где $X = \{x_1, \dots, x_n\}$) существует функция $g(X) = f(X)$, называемая I-J-совершенной дизъюнктивной нормальной формой, такая, что

$$g(X) = A_1(X) \vee \dots \vee A_p(X) \vee C_1(X) \vee \dots \vee C_q(X),$$

где $A_i(X) = J_{u_1}^1(x_1) \& \dots \& J_{u_n}^1(x_n)$;

$$C_i(X) = J_{u_1}^1(x_1) \& \dots \& J_{u_{i-1}}^1(x_{i-1}) \& I_{uv}^1(x_i) \& J_{u_{i+1}}^1(x_{i+1}) \& \dots \& J_{u_n}^1(x_n).$$

Пусть $P_1(x), \dots, P_n(x)$ – предикаты, определенные на множестве индивидов $U = \{a_1, \dots, a_l\}$ и принимающие значения из множества истинностных значений $V_m =$

$\{0, \lambda, \bar{\lambda}, 1\}$, где 0 обозначает «ложь», 1 – «истину». Нечеткие истинностные значения $\lambda, \bar{\lambda}$ интерпретируются как меры истинности и ложности. Для изучения обучающегося интеллекта сформируем вопросы, задаваемые в виде некоторых формул $F(x_1, \dots, x_n)$. Построенные формулы содержат предикаты уточнения вопроса, релевантности и полноты ответа. Поскольку (см. выше) любая построенная формула может быть представлена в виде I-J-СДНФ, то $F(P_1(x), \dots, P_n(x)) = \bigvee \wedge J_k(P_i(x_j)) \vee \wedge J_k(P_i(x_j)) I_{r_k}(P_i(x_j))$.

Каждая из элементарных формул $J_k(P_i(x_j))$ и $I_{r_k}(P_i(x_j))$ есть ответ на элементарный вопрос. Таким образом, поставленный вопрос необходимо преобразовать к виду $A_1 \vee \dots \vee A_p \vee C_1 \vee \dots \vee C_q$ тогда конъюнкты A_m и C_n будут являться ответами на заданный вопрос.

Список литературы: 1. Шабанов-Кушнаренок Ю.П., Шаронова Н.В. Компараторная идентификация лингвистических объектов. – К.: Ин-т систем. исслед. образования, 1993. – 112 с. 2. Балашихин К.В. Модели обучения и сложность предоставляемой информации. – КИИ, 1996. – С. 163-166. 3. Богданова Н.В., Костенко Б.Ф. Некоторые физические применения нестандартных систем логики. Квантовая механика и теория возможности. – Сообщения Объединенного института ядерных исследований. – Дубна, 1989. 4. Финн В.К. Логические проблемы информационного поиска. – М.: Наука, 1976. 5. Rosser J.B., Turquette A.R. Many-valued logics. Amsterdam, 1952. 6. Бочвар Д.А., Финн В.К. О многозначных логиках, допускающих формализацию анализа агностики. – В сб.: Исследования по математической лингвистике, математической логике и информационным языкам. – М.: 1972. – С. 238-295.

Поступила в редакцию 10.06.99

ГИБРИДНЫЙ НАБЛЮДАТЕЛЬ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО МЕТОДА С НЕЧЕТКИМ ПОЛЕМ УСЛОВИЙ

У статті запропонована структура "спостережувача", підкріплена моделлю вимірювального метода з використанням нечіткої логіки (МММ), для адаптації системи керування деаератором до різних режимів роботи.

Задачи обеспечения надежности, безопасности и экономичности работы атомных электрических станций (АЭС) в настоящее время являются актуальными и приобретают особо важное значение на современном этапе развития атомной энергетики.

На АЭС значительную роль в ряде технологических процессов играют массообменные аппараты, применяемые для подогрева и деаэрирования основного конденсата в системах регенерации турбоустановок большой мощности. Это один из основных методов борьбы с коррозией в трубах пароводяного тракта и технологическом оборудовании АЭС. Задача поддержания оптимального режима работы деаэратора, с точки зрения деаэрации жидкости, является актуальной, так как ведет к увеличению срока службы технологического оборудования АЭС [1].

Функцию поддержания технологических параметров деаэратора в заданных пределах выполняют локальные регуляторы с использованием классических ПИ- и ПИД-регуляторов. Возрастающие требования к надежности и экономичности объекта управления приводят к необходимости повышения достоверности при обработке измерительных сигналов для цепей управления, регулирования, технологического контроля, ограничения возмущений.

Главной задачей в этом направлении является развитие измерительных методов, опирающихся на физические модели объекта измерения (МММ- метод), для учета непосредственно неизмеряемых величин, но существенных для оптимального управления объектом [2].

В статье рассматривается разработка структурной схемы "наблюдателя" на базе МММ- метода, осуществляющего адаптацию системы регулирования к различным

режимам работы на основе измераемых сигналов и нечеткой модели объекта управления

1. Физическая сущность процесса термической деаэрации.

На АЭС наиболее распространен метод термической деаэрации воды, который позволяет удалить из воды любые растворенные газы, не внося в воду никаких дополнительных примесей. Переход одного из компонентов из каждой фазы в паровую не зависит от наличия в растворе других компонентов и определяется лишь содержанием данного компонента.

Деаэратор как объект управления можно описать с помощью уравнения теплового баланса:

$$G_n i_n + \sum_{k=1}^m G_{k,n}^k i_{k,n}^k + \sum_{k=1}^{m_1} G_{k,n}^k i_{k,n}^k = G_{d,e} i_{d,e} + G_{e,n} i_{e,n} \quad (1)$$

где $G_n, G_{k,n}^k, G_{k,n}^k, G_{d,e}, G_{e,n}$ - расход греющего пара, k -го кипящего потока, некипящего потока, деаэрированной воды, выпара; $i_n, i_{k,n}^k, i_{k,n}^k, i_{d,e}, i_{e,n}$ - энтальпия греющего пара k -го кипящего потока, некипящего потока, деаэрированной воды, выпара соответственно [1].

При эксплуатации могут возникать ситуации, приводящие к изменению физических свойств межагрегатных потоков (1), ухудшающих процесс деаэрации: сброс электрической и паровой нагрузок турбогенератора, пуск и начальное нагружение турбины, пуск энергетического блока, останов энергетического блока.

2. Методы построения "наблюдателя" систем управления.

Классический "наблюдатель", структурная схема которого приведена на рис. 1, имеет фиксированные значения коэффициентов усиления, записываемые с помощью "нечеткого поля условий" и зависящие от стохастических возмущений измераемых величин. Схема наблюдателя будет соответствовать выбранным рабочим точкам, между которыми реализуется "нечеткая интерполяция" [2].

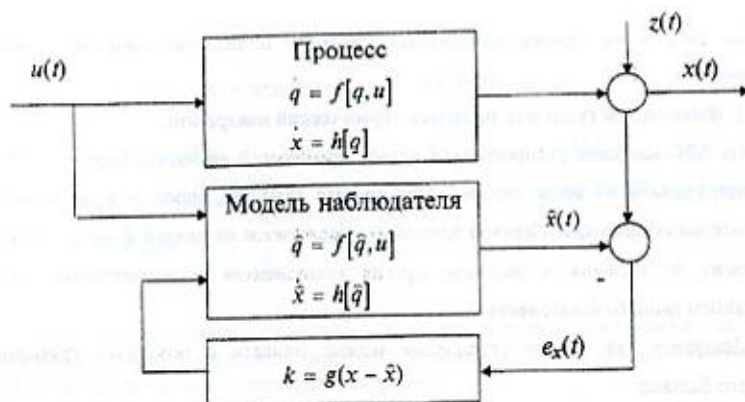


Рис.1. Структурная схема классического "наблюдателя"

Здесь $u(t)$ - вектор входных величин МММ; $x(t)$ - вектор выходных величин МММ; $z(t)$ - вектор возмущающих сигналов; $\hat{q}(t)$ - вектор определяемых параметров процесса; $\hat{x}(t)$ - вектор определяемых выходных параметров процесса; k - матрица усиления при реконструкции ошибок.

"Наблюдатель", основанный на методе классических оценок Калмана, решает задачу достижения сходимости между процессом и наблюдателем, а также осуществляет фильтрацию случайных составляющих измерительных сигналов. Однако такой "наблюдатель" требует сложного алгоритма вычисления матрицы коэффициентов усиления [3].

Гибридный "наблюдатель" с изменяемыми коэффициентами усиления, структурная схема которого приведена на рис.2, выполняет задачу аналогичную "наблюдателю", основанному на методе классических оценок Калмана, причем элементы матрицы усиления представляются посредством "нечеткого поля условий" [2]. Это поле описывается в соответствии с правилом: если "параметр- α " и " $\frac{d\alpha}{dt}$ ", то "элемент матрицы условий a_{ij} ".

Обозначения аналогичны обозначениям структурной схемы классического "наблюдателя".

Достоинствами такого наблюдателя являются: достижение сходимости между процессом и "наблюдателем", фильтрация случайных составляющих, простота реализации алгоритма наблюдателя.



Рис.2. Структурная схема гибридного "наблюдателя"

Выводы. В статье предлагается структура наблюдателя, подкрепленного моделью измерительного метода с использованием нечеткой логики (МММ) моделирования процесса деаэрации, предназначенного для адаптации системы управления к различным режимам работы деаэратора и позволяющего получить существенные улучшения процесса деаэрации. Модель гибридного "наблюдателя" представляется более перспективной.

Список литературы. 1. Ильченко О.Т. Тепло- и массообменные аппараты ТЭС и АЭС: Учеб. пособие. - К.: Выща шк., 1992. 2. Актуальні проблеми вимірювальної техніки "Вимірювання-98": Зб. праць Міжнар. конф.-Київ: НТТУ "КП", АУС ДААД, 1998. 3. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления: Учеб. пособие. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986.

Поступила в редколлегию 10.06.99

Е.В. Громова

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОВЕДЕНИЯ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УСЛУГ В СИСТЕМЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Розглянуто методичні аспекти проведення маркетингових досліджень послуг у системі залізничних пасажирських перевезень. Описано відповідну методику моделювання кривої зміни об'ємного показника послуг у часі на основі життєвих циклів запропонованих груп послуг.

Характерной особенностью рынка пассажирских перевозок на современном этапе развития экономики является обострение конкурентной борьбы между различными видами транспорта в условиях снижения пассажиропотоков [1,6], что обусловило возрастание требований по приближению уровня качества пассажирских перевозок к гипотетическому общественно необходимому. При этом особое значение приобретает развитие сферы услуг на основе маркетинговых исследований [1,6].

В статье рассмотрены методические (по сути концептуальные) аспекты проведения маркетинговых исследований услуг в системе пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте (УСПП).

Актуальность рассмотрения этого вопроса обусловлена тем, что решение указанной проблемы применительно к УСПП усложняется необходимостью рассмотрения вопроса о взаимосвязанном функционировании элементов сложной системы пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте. Это требует разработки специальных методических подходов и методик для проведения маркетинговых исследований УСПП.

С позиции маркетинга в качестве основных элементов сложной системы пассажирских перевозок могут рассматриваться: техническая система, объединяющая подвижной состав и систему управления, и система УСПП.

При таком подходе объемный показатель эффективности (качества) пассажирских перевозок U_n можно представить в виде суммы: $U_n = U_t + U_y$, где U_t - объемный интегральный показатель эффективности технической системы; U_y - объемный интегральный показатель эффективности УСПП (сервиса).

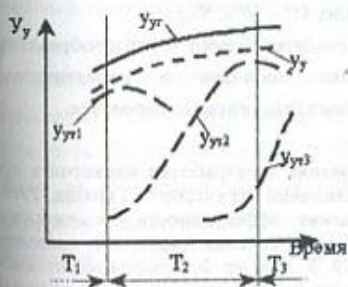
Анализ специальной литературы (в частности, [3,5,7,8,9]) показал, что вопросы, связанные с приближением значения показателя U_t к гипотетической кривой общественно необходимого уровня в настоящее время достаточно глубоко проработаны специалистами в области маркетинга.

При этом используется концепция формирования кривой U_t на основе определенной последовательности смены жизненных циклов технических средств (механизм формирования детально описан в работе [7]).

С учетом отмеченного особую актуальность приобретают маркетинговые исследования, направленные на достижение требуемых значений показателей U_y .

Выполненные в Харьковской государственной академии железнодорожного транспорта исследования показали, что в основу методики формирования кривых требуемых значений показателя U_y может быть положена концепция, аналогичная описанной выше, основанная на формировании кривых U_y путем обеспечения соответствующей последовательности (смены по определенному закону) жизненных циклов УСПП. Вместе с тем, для практического использования предлагаемого подхода в маркетинговых исследованиях необходимо описать механизм формирования жизненных циклов УСПП как интегральной характеристики жизненных циклов, входящих в УСПП услуг.

Ниже на рисунке представлена графическая интерпретация предлагаемого подхода в пределах выделенного интервала времени T_2 (временной ряд представляется в виде суммы отрезков времени $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$).



Как видно, формирование кривой U_y выполняется из условия наибольшего приближения к кривой $U_{уг}$, отражающей гипотетический общественно необходимый (требуемый) уровень УСПП. Механизм формирования основан на суммировании объемных показателей, составляющих УСПП изменяемых по кривым соответствующих жизненных циклов ($U_{уг1}, U_{уг2}, U_{уг3}$) в рассматриваемом интервале времени

T_2 . Тогда механизм формирования кривых U_t может быть представлен формулой $U_t = U_{y1} + U_{y2} + U_{y3}$, где U_{y1}, U_{y2}, U_{y3} — составляющие, характеризующие суммарные объемные показатели (при определенных значениях времени) по выделенным ниже группам УСПП.

В свою очередь, составляющие U_{y1}, U_{y2}, U_{y3} могут быть представлены в виде

$$Y_{y_1} = \sum_{i=1}^n Y_{y_{1i}}, Y_{y_2} = \sum_{i=1}^n Y_{y_{2i}}, Y_{y_3} = \sum_{i=1}^n Y_{y_{3i}},$$

где U_{y_1} , U_{y_2} , U_{y_3} - услуги, предоставляемые соответственно до, во время и после поездки [2].

К группе услуг U_{y_1} могут быть отнесены реализуемые в настоящее время на железных дорогах Украины следующие услуги: предварительная продажа билетов, комиссионный сбор, камера хранения, носильщики, комната отдыха матери и ребенка, платный зал ожидания, платный туалет, возврат билетов, взвешивание, справки. По оценкам специалистов [4,6], в качестве перспективных услуг могут рассматриваться: заказ и оформление билетов, доставка пассажиров и багажа к поезду, игровой и видеосалоны и др.

К группе услуг U_{y_2} относится реализация белья, чая, минеральной воды. Перспективными являются реализация печатных изданий, прокат настольных игр, предоставление средств связи и др.

К группе услуг U_{y_3} относятся: реализуемые - камера хранения, носильщики, платный туалет, гостиница; перспективные - вызов такси, предоставление офиса для переговоров, фотоуслуги, услуги по предоставлению телефонной связи, приему и отправлению факсов, электронной почты и др.

Выполненный совместно со специалистами ЮЖД анализ объемных показателей функционирования системы пассажирских перевозок за 1996-1998 годы показал, что доля показателя U_y как составляющей U_p достигает не менее 20%. При этом удельный вес составляющих U_{y_1} , U_{y_2} , U_{y_3} характеризуется верхними уровнями значений, соответствующих 45%, 50%, 5%.

Представленные в статье материалы свидетельствуют о целесообразности использования предлагаемых методических подходов в маркетинговых исследованиях услуг в системе железнодорожных пассажирских перевозок.

Список литературы: 1. *Аксенов И.М.* Исследования и разработки маркетинга при организации пассажирских перевозок/Залізничний транспорт України.-1998.-№1(4-5).-С.83-85. 2. *Громова Е.В.* Повышение эффективности пассажирских перевозок на основе маркетинговых исследований//Вестник Харьк. гос. политехн. ун-та.-Харьков: ХГПУ,1998.-Вып. 25.-С. 77-79. 3. *Котлер Ф.* Основы маркетинга: Пер. с англ.- М.: Прогресс, 1991.-736с. 4. *Легида Е.В.* Фирменный сервис в системе франчайзинга.-Харьков: Основа, 1997.-120с. 5. *Маркетинг/Под ред. А.Н. Романова.*-М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1996.-560с. 6. *Маркетинговые исследования рынка пассажирских перевозок/Шишков А.Д., Беседин И.С., Аверкин В.А. и др.*-М.: МИИТ, 1996.-87с. 7. *Основы маркетинга/Под ред. О.Т. Лебедева.*-СПб.: ИД «МиМ», 1997.-224с. 8. *Эванс Дж.М., Берман Б.* Маркетинг: Пер с англ.- М.: Экономика, 1983.-335с. 9. *Эффективные технологии маркетинга/Ю.А. Ковальков, О.Н. Дмитриев и др.*- М.: Машиностроение, 1994.-560с.

Поступила в редакцию 25.02.98

Г.В. Чумаченко

РОЗРОБКА РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРАТЕГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ УПРАВЛІННІ МАЛИМИ ТА СЕРЕДНІМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

Розглянуто питання інформаційного забезпечення систем управління відповідно до чисельності працюючих, виду та масштабу діяльності малих і середніх підприємств. Наведена матриця переваг використання інформаційних технологій на підприємствах малого та середнього бізнесу є методичним інструментом для розробки програми робіт власниками та керівниками малих і середніх підприємств щодо впровадження інформаційних технологій з метою підвищення ефективності роботи систем управління.

Інформаційні технології є одним із провідних напрямків в удосконаленні роботи систем управління. Даному напрямку приділялася постійна увага як у частині загальносистемних досліджень, так і в розробці спеціальних програмних продуктів і технічних засобів.

У теперішній час у цій галузі існує достатньо багато розробок, зв'язаних з реалізацією кращих досягнень у галузі інформатики. Це різноманітні експертні системи, системи об'єктного орієнтування, програмування, різноманітні засоби формування та ведення баз даних, працюючих на відповідних комп'ютерних комплексах. Але всі ці розробки гарні самі по собі. Проблеми їх використання полягають або в високій вартості, або в спрямованості на складні великі задачі, з якими не стикаються малі та середні підприємства, або ж відсутність їх у широкому користуванні, обмеженні доступу до них, складністю роботи в цих програмах.

Для управління малими та середніми підприємствами актуально та важливо створювати таку систему, яка б вибирала з наявних розробок або з їх елементів найбільш потрібні та корисні, адаптувала їх до вимог споживача та дозволяла організувати ефективне управління. Підходи до реалізації даної програми можуть бути різними, наприклад, такими, як створення мікросистем, працюючих у рамках обсягу інформації в межах підприємства, і створення кустових інформаційних центрів, що обслуговують сукупність малих підприємств,

об'єднаних в яку-небудь асоціацію або окремими договорами на обслуговування. Кожний із цих підходів повинен мати методичне та інформаційне наповнення, одержувати відповідну підтримку.

У теперішній час цільових розробок у методичному плані в даному напрямку недостатньо. Тому необхідно вирішити такі методичні задачі:

1. Проведення аналізу та угруповання наявних інформаційних технологій, пристосованих та спрямованих до управління малим бізнесом.

2. Систематизація та визначення комплексу технічних засобів, необхідних для управління малим бізнесом по їх вартості та ефективності використання.

3. Кадрове забезпечення, навчання користувачів щодо використання цих систем.

4. Створення ефективної системи підтримки та розвитку баз даних, що необхідні для організації управління малими та середніми підприємствами.

У теперішній час розроблено інформаційні технології, які використовуються на підприємствах малого та середнього бізнесу, що можна поділити на декілька великих груп: інформаційна технологія обробки даних; програми для автоматизації офісу; інформаційні технології управління, інформаційні технології підтримки прийняття рішень; інформаційні технології експертних систем.

Інформаційна технологія обробки даних призначена для рішення добре структурованих задач, для яких є необхідні вхідні дані і відомі алгоритми та інші стандартні процедури їх обробки. Ця технологія застосовується на рівні операційної (виконавчої) діяльності персоналу невисокої кваліфікації з метою автоматизації деяких постійних рутинних операцій, що повторюються в управлінській праці. Тому впровадження інформаційних технологій та систем на цьому рівні значно підвищить продуктивність праці персоналу, визволить його від рутинних операцій, можливо, навіть призведе до необхідності скорочення чисельності робітників.

Автоматизація почалася на виробництві та після цього поширилась на офіс, маючи спочатку метою лише автоматизацію рутинної секретарської роботи. По мірі розвитку засобів комунікацій автоматизація офісних технологій зацікавила фахівців та управлінців, що побачили в ній можливість підвищити продуктивність своєї праці.

Автоматизація офісу покликана не замінити існуючу традиційну систему комунікації персоналу (з її нарадами, телефонними дзвінками та наказами), а доповнити її. Автоматизований офіс привабливий для керівників усіх рівнів

управління на підприємствах малого та середнього бізнесу не тільки тому, що підтримує внутріфірмовий зв'язок персоналу, але також тому, що надає їм нові засоби комунікації із зовнішнім оточенням.

Інформаційна технологія автоматизованого офісу - організація та підтримка комунікаційних процесів як всередині організації, так і з зовнішнім середовищем на базі комп'ютерних мереж та інших сучасних засобів передачі та роботи з інформацією.

Офісні автоматизовані технології використовуються управліннями, фахівцями, секретарями та конторськими службовцями, особливо вони привабливі для групового рішення проблем. Вони дозволяють підвищити продуктивність праці секретарів та конторських робітників та надають їм можливість справлятися із зростаючим обсягом робіт. Однак ця перевага є другорядною в порівнянні з можливістю використання автоматизації офісу в якості інструменту для рішення проблем. Покращення менеджерами рішень, що приймаються, в результаті їх більш досконалої комунікації здатно забезпечити економічне зростання підприємства.

Системи підтримки прийняття рішень та відповідна їм інформаційна технологія з'явилися зусиллями, в основному, американських вчених у кінці 70-х початку 80-х рр., чому сприяло широке розповсюдження персональних комп'ютерів, стандартних пакетів прикладних програм, а також успіхи в створенні систем штучного інтелекту.

Головною особливістю інформаційної технології підтримки прийняття рішень є якісно новий засіб організації взаємодії людини та комп'ютера. Вироблення рішення, що є основною метою цієї технології, відбувається в результаті ітераційного процесу, в якому беруть участь: система підтримки прийняття рішень у ролі обчислювальної ланки та об'єкту управління; людина як керуюча ланка, що задає вхідні дані та оцінює одержаний результат обчислень на комп'ютері. Закінчення ітераційного процесу відбувається за бажанням людини. У цьому випадку можна говорити про спроможність інформаційної системи спільно з користувачем створювати нову інформацію для прийняття рішень.

Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень може використовуватися на будь-якому рівні управління. Крім того, рішення, що приймаються на різноманітних рівнях управління, часто повинні координуватися. Тому важливою функцією, системою та технологією є координація осіб, приймаючих рішення як на різних рівнях управління, так і на одному рівні.

Найбільший прогрес серед комп'ютерних інформаційних систем відзначено в галузі розробки експертних систем, заснованих на використанні штучного інтелекту. Експертні системи дадуть можливість керівнику або менеджеру одержувати консультації експертів з будь-яких проблем, про які цими системами накопичено знання.

Технологія експертних систем передбачає можливість одержувати як вихідну інформацію не тільки рішення, але й необхідні пояснення. Система повинна пояснити кожний крок своїх міркувань, що ведуть до рішення задачі. Хоча технологія роботи з експертною системою не є простою, користувачевий інтерфейс цих систем є дружнім і звичайно не викликає труднощів при веденні діалогу.

Розглянуті інформаційні технології показують, що існує добре розроблений арсенал засобів підвищення продуктивності праці управлінського персоналу. Використання цього арсеналу при організації управління підприємствами малого та середнього бізнесу дозволяє невеликою чисельністю управлінського персоналу вирішувати весь комплекс управлінських задач. Рациональність використання того чи іншого інструменту інформаційних технологій визначається технологічними особливостями програмних засобів, характеристиками підприємства. У таблиці наведено матрицю переваг використання на підприємствах малого та середнього бізнесу інформаційних технологій. У ній виділено 3 рівні стратегій використання інформаційних технологій: 1 можливість використання без чітко визначеної необхідності; 2 рациональність використання у випадку достатності коштів та підготовленості управлінського персоналу; 3 необхідність використання для забезпечення ефективного функціонування системи управління підприємствами малого та середнього бізнесу.

По результатах таблиці можна зробити висновок, що для підприємств малого та середнього бізнесу притаманна наявність інформаційної технології збору та обробки даних, а також прагнення кожного підприємства до автоматизації свого офісу.

Дана матриця є методичним інструментом для розробки програми робіт власниками та керівниками підприємств малого та середнього бізнесу щодо впровадження інформаційних технологій з метою підвищення ефективності роботи систем управління.

Апробація розробленої матриці на ряді підприємств Луганська та Луганської області показала її дієздатність, зручність використання при організації програми закупівлі комплексу технічних та програмних засобів.

Матриця переваг інформаційних технологій щодо використання на підприємствах малого та середнього бізнесу

Характеристики підприємств			Інформаційні технології				
Вид діяльності	Обсяг реалізації (тис. ум. од.)	Чисельність працівників, чел.	Автоматизація офісу	Інформаційні технології обробки даних	Інформаційні технології управління	Інформаційні технології підтримки прийняття рішень	Інформаційні технології оцінки ефективності
Виробнича	до 100	до 30		2	1	1	1
		31-100		2	1	1	1
		101-200		2	1	1	1
		понад 201		2	2	1	1
	101-500	до 30		2	1	1	1
		31-100		2	1	1	1
		101-200		2	2	1	1
		понад 201		2	2	1	1
	понад 501	до 30		2	2	1	1
		31-100		2	2	2	1
		101-200		2	2	2	2
		понад 201		2	2	2	2
Комерційна	до 300	до 3		2	1	1	1
		4-6		2	1	1	1
		7-10		2	1	1	1
		понад 11		2	2	2	1
	301-1500	до 3		2	1	1	1
		4-6		2	1	1	1
		7-10		2	1	1	1
		понад 11		2	2	2	2
	понад 1500	до 3		2	1	1	1
		4-6		2	1	1	1
		7-10		2	2	2	1
		понад 11		2	2	2	2
Науково-технічна	до 100	до 5		2	1	1	1
		6-25		2	1	1	1
		26-50		2	2	1	1
		понад 51		2	2	2	1
	101-500	до 5		2	1	1	1
		6-25		2	1	1	1
		26-50		2	2	2	1
		понад 51		2	2	2	2
	понад 501	до 5		2	1	1	1
		6-25		2	2	1	1
		26-50		2	2	2	1
		понад 51		2	2	2	2

1 Рідко застосовувані інформаційні технології; 2 Часто застосовувані інформаційні технології; ■ інформаційні технології широкого застосування.

Список літератури: 1. Бердженс Дж., Штайнхофф Д. Основы управления малым бизнесом: Пер. с англ. М.: ЗАО "Издательство "БИНОМ", 1998. 496 с. 2. Блауберг И. В., Садовский В. Н., Юдин Б. Г. Философский принцип системности и системный подход // Вопр. философии. - 1978. - № 8. - С. 39-52. 3. Информатика: Учебник / Под ред. проф. Н.В. Макаровой. - М.: Финансы и статистика, 1997. - 768 с.

Надійшла до редколегії 21.05.99

Л.Н. Дулуб

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

У даній статті з позицій ринкових відносин обґрунтовується поняття виробничості підприємств та її відмінність від виробничості праці. Пропонуються методи оцінки виробничості підприємств на основі аналізу її взаємозв'язку з показниками ефективності діяльності підприємств.

В условиях рыночной экономики необходима разработка новой системы показателей для оценки эффективности деятельности предприятия. Это связано с определением направлений достижения целей, деятельности, а также выживания в условиях жесткой конкуренции. Одним из главных показателей эффективности является производительность. При этом производительность в данном случае понимается не как производительность труда, а как показатель относительной эффективности предприятия. Производительность предприятия характеризуется использованием его ресурсов (капитала, труда, материалов и энергии) в отношении к выпуску продуктов и объему услуг.

Производительность также соответствует коэффициенту полезного действия системы, который представляет собой сочетание эффективности в области достижения цели, целевой ориентации и эффективности использования ресурсов.

Конкурентоспособность предприятий во многом зависит от уровня производительности. Примеры, относящиеся к отдельным странам, отраслям и фирмам, показывают, что повышение производительности выше среднего уровня обеспечивает значительное улучшение конкурентоспособности на мировом рынке в результате сдерживания роста цен, улучшения качества, увеличения выпуска продукции и темпов роста экспорта, превышающих средний уровень. Производительность характеризует отношение количества выпускаемых товаров и оказываемых услуг к необходимым для этого количествам применяемого труда, капиталов, материалов.

Стратегия действий, направленных на обеспечение систематического и непрерывного роста производительности, должна быть составной частью целей

предприятия и его стратегическим планированием. Следует учитывать, что цель предприятия постоянно с большей эффективностью ориентируется на потребности рынка, что требует повышения производительности деятельности предприятия.



На рисунке показаны структура стратегии действий и факторы, оказывающие влияние на систематическое использование ресурсов в области производительности.

Исходя из приведенной схемы, необходимо выделить внешние и внутренние факторы роста производительности, которые должны входить в систему управления производительностью.

Стратегия действий по обеспечению роста производительности включает:

выявление узких мест в области производительности и расчет основных показателей производительности во всех функциональных сферах жизнедеятельности предприятия;

определение возможности оказания влияния на эти показатели производительности и планирования будущих значений и целей в области производительности;

определение производственных целей и планирование конкретных мероприятий по повышению производительности;

разработка плана действий в виде перечня проектов с кратким описанием соответствующего фактического (исходного состояния), с характеристикой планируемого состояния затрат и распределения ресурсов, предусматривающих достижение экономии и рентабельности проектов.

В общем виде основные показатели эффективности деятельности предприятия имеют следующее содержание:

доходы с капитала = прибыль × оборот капитала;

прибыль = доходы – затраты;
 производительность = качество + количество / использованные ресурсы;
 эффективность = обеспечение достижения цели;
 качество и надежность = пригодность продуктов и услуг для определенной цели;
 показатель эффективности = коэффициент полезного действия;
 инновация = творчество, создание нового;
 качество условий труда = самореализация и удовлетворенность трудом.

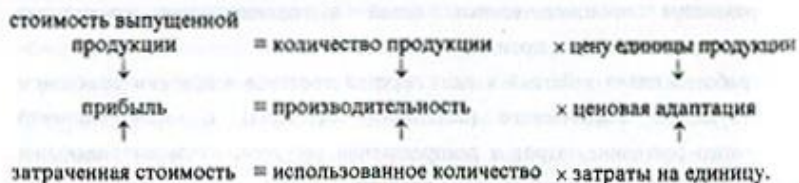
Большинство показателей, используемых на предприятии, имеет денежное выражение. Абсолютные показатели и показатели, характеризующие тенденции изменения производительности, должны быть очищены от влияния цен и затрат.

Необходимо проводить различие между абсолютными статическими и относительными динамическими (относящимися к разным моментам времени) показателями производительности, характеризующими как общую производительность (предприятия, фирмы), так и производительность, относящуюся к функциям, подразделениям, местам возникновения затрат.

В то время как абсолютные показатели производительности (например, создание стоимости за один час оплаченного труда) показывают достигнутый уровень или планируемое значение, динамические показатели производительности характеризуют тенденцию ее изменения за период между двумя моментами измерения.

Различают чистые показатели производительности, общие показатели, показатели, ориентированные на ту или иную цель, показатели, ориентированные на затраты, плановые данные, ориентированные на предприятие, на время, а также показатели, дающие информацию об эффективности использования ресурсов.

Связь между прибылью, производительностью и ценовой адаптацией может быть представлена следующим образом:



Представление этих показателей в виде иерархии, субординация понятий позволяют сделать анализ хозяйственной деятельности более наглядным и выявить резервы роста производительности.

Поступила в редколлегию 26.05.99

Ашади Ноордин Джелла

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА СКЛАДАХ ПРЕДПРИЯТИЯ

У статті розглядаються методи прогнозування запасів матеріалів для забезпечення ритмічності роботи підприємства. Визначаються сфери їх ефективного застосування.

Для обеспечения ритмичной работы предприятия особое значение имеет поддержание складских запасов сырья и полуфабрикатов, деталей и комплектующих изделий на нормативном уровне. На фактический уровень запасов влияют такие факторы:

принятая система оперативно-производственного планирования;

система материально-технического снабжения;

сезонные колебания запасов;

перебои в поставке материалов и комплектующих изделий;

различные случайные факторы, которые часто не поддаются учету.

Ряд факторов действует постоянно, а некоторые оказывают случайное влияние. При этом факторы оказывают различное влияние на уровень запасов деталей и комплектующих изделий.

Учитывая случайный характер действия различных факторов, большое практическое значение имеет применение методов прогнозирования размера запасов на складах предприятия.

В настоящее время имеется довольно много различных методов прогнозирования, которые имеют определенное математическое обоснование. Однако в научной литературе и в практике их применения не вполне обоснованы области их эффективного применения в системе оперативно-производственного планирования.

При равномерном и стабильном поступлении и потреблении деталей на складах прогнозом на будущий период может служить фактическое поступление (потребление) деталей за предшествующий период (месяц, год). Если обозначить прогнозное количество деталей F , фактическое поступление (потребление) P за

период $N, N-1, N-2$ и т.д., то прогнозируемое количество деталей на текущий период будет $F_n = P_{n-1}$. Однако такой вариант может иметь место в условиях массово-поточного производства.

Прогноз при использовании простой средней рассчитывается как средняя величина фактического потребления в прошлые периоды. Например, прогноз за 12 месяцев определяется из соотношения:

$$F_n = 1/12 (P_{n-1} + P_{n-2} + \dots + P_{n-12}).$$

Прогноз для каждого последующего месяца рассчитывается как скользящая средняя потребления за предыдущие месяцы (годы). Чем за более длительный период сделан прогноз, тем меньше отклонения и колебания в прогнозе.

Для повышения точности прогноза эффективно применение средневзвешенной с использованием следующей модели:

$$F = a_1 P_{n-1} + a_2 P_n + \dots + a_{n-1} P_1,$$

где $a_1 + a_2 + a_3 + \dots = 1$ при $a_1 > a_2 > a_3 \dots$.

Например, прогноз на основе средней взвешенной по данным за 6 месяцев будет иметь вид:

$$F_n = 1/3 (P_{n-1}) + 1/3 (P_{n-2}) + 1/3 (P_{n-3}) + 1/3 (P_{n-4}) + 1/3 (P_{n-5}) + 1/3 (P_{n-6}).$$

Недостатком этого метода является необходимость иметь большой объем информации за предшествующий период и проведение расчетов по большой номенклатуре деталей.

Для упрощения расчетов следует применять экспоненциальную скользящую средневзвешенную величину, используя следующие выражения:

$$\frac{a_1}{a_1} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{a_3}{a_1} = \dots r, \quad r = \text{const},$$

где $r < 1$ и $a_1 + a_2 + a_3 + \dots = 1$.

Из этого выражения следует:

$$a_2 = r a_1,$$

$$a_3 = r^2 a_1,$$

$$a_4 = r^3 a_1$$

и так далее. Или:

$$a_2 = r a_1,$$

$$a_3 = r^2 a_1,$$

$$a_4 = r^3 a_1.$$

Выражение $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{n-1} = 1$ может быть записано $a_1 + r a_1 + r^2 a_1 + \dots = 1$. Левая часть этого уравнения представляет собой

экспоненциальный ряд. Дальнейшее преобразование этого уравнения совместно с выражением средней взвешенной позволяет получить прогнозирующую модель при экспоненциальном сглаживании

$$F_n = F_a + a(P_{n-1} - F_{n-1}).$$

В этом случае прогноз имеет постоянную величину и нет колебаний в потреблении деталей. В целом можно отметить, что величина a определяет степень реакции прогноза на изменения в величине запаса. При больших a прогноз более чувствителен к различным изменениям, при меньших a прогноз менее чувствителен к изменениям величины запаса в прошлом.

Таблица 1

Расчет прогноза при экспоненциальном сглаживании

Месяцы	Прогноз на месяц	Фактическое потребление деталей	Ошибка прогноза	$0,2 \times$ ошибка прогноза	Прогноз на следующие месяцы
Октябрь	93	79	-14	-3	90
Ноябрь	90	107	+17	+3	93
Декабрь	93	82	-11	-2	91

Прогноз на ноябрь = прогноз на октябрь $+0,2 \times$ ошибка прогноза в октябре

Фактическое потребление в сентябре -93 шт.

Прогноз на октябрь -93 шт.

Фактическое потребление в октябре -79 шт.

Ошибка прогноза в октябре $79 - 93 = -14$ шт.

$$0,2 \times (-14) = (-3)$$

Если же изменения в потреблении носят устойчивый характер, то прогноз следует рассчитать с учетом величины тренда.

Прогнозирующая модель в этом случае имеет вид:

прогноз = прогноз за прошлый период \times (погрешность прогноза + тренд прошлого периода).

Величина тренда равна средней арифметической между размерами потребления за первый и последний месяцы определенного периода времени (квартал, полугодие, год). Приведем пример.

Исходные данные для расчета, при $a=0,2$, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Исходные данные для расчета прогноза с учетом тренда

Месяцы	F_n	P_n	$F_n - P_n$	$a (F_n - P_n)$	Тренд (Т)	F_{n+1}
Сентябрь		77	-			
Октябрь	77	60	-17	-3	-	74
Ноябрь	74	63	-11	-2	-	72
Декабрь	72	65	-7	-1		71
Январь	71	63	-8	-2		69
Февраль	69	55	-14	-3	-4	62
Март	62	53	-9	-2	-4	56

Величина тренда рассчитывается следующим образом:

Потребление (поступление) в январе – поступление (потребление) в июле
шесть месяцев

$$T = \frac{55 - 77}{6} = 4 \text{ шт.}$$

$$\text{Прогноз на март} = \text{прогноз на февраль} + 0,2 \times (\text{погрешность прогноза на февраль}) + \text{тренд}$$

$$69 + 0,2 \times (55 - 69) + (-4) = 62 \text{ шт.}$$

Предлагаемую методику можно использовать для прогнозирования величины ряда календарно-плановых нормативов (длительность цикла, межоперационное пролеживание, страховые запасы). Расчеты показывают, что эффективность повышается в результате сокращения сверхнормативных запасов.

Поступила в редколлегию 26.05.99

МЕТОДИКА И МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЗОНЫ УСТРАНЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ АВТОСЕРВИСНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Представлен методика та модель оптимізації по економічному критерію (доходу) якості роботи- пропускній здатності зони усунення несправностей автосервісного підприємства з урахуванням стохастичності потоку заявок на ремонт. Розроблена номограма для визначення оптимальної кількості постів зони по приведений щільності завантаження та співвідношенню збитків від простою обладнання і автомобілів.

Случайный характер заявок на устранение неисправностей и замену отказавших узлов автомобилей существенно влияет на загрузку зоны ремонта автосервисного предприятия. Существующие методы расчета количества постов текущего ремонта учитывают эти особенности недостаточно. Известно, что для этих целей используется коэффициент неравномерности, изменяющийся в пределах от 1,2 до 1,5 [1]. Однако, как подтвердил анализ загрузки зон устранения неисправностей (УН) автосервисных предприятий (АСП), применение традиционных методов не позволяет учесть стохастичность потока заявок, следствием чего являются простои постов зоны и автомобилей. Поэтому под оптимальным функционированием зоны УН АСП необходимо понимать не только качество воздействия ремонтных рабочих. Если продолжительность или ожидание ремонта большие, то качество работы зоны УН, как системы обслуживания (в условиях рынка услуг), не считается высоким.

Работа зоны УН, как системы обслуживания, смоделирована с ориентацией на применение наиболее прогрессивного бригадно-диагностического метода ремонта [2] и экономический критерий эффективности моделирования (убытки от простоя постов и автомобилей). Задача оптимизации: необходимо выбрать такое соотношение между числом поступающих на УН заявок и пропускной способностью зоны, чтобы удельные убытки от простоя канала обслуживания a_1 и автомобилей в очереди a_2 в сумме были минимальными. С этой целью при известных вероятности простоя поста $p_0 = 1 - \rho$, где ρ интенсивность устранения неисправностей, ($\rho = \lambda / \mu$) и среднем числе

простояющих автомобилей $m = \frac{\rho^2}{1-\rho}$ вначале определили ρ , при котором

$$p_0 a_1 + m a_2 = (1-\rho) \cdot a_1 + \frac{\rho^2}{1-\rho} \cdot a_2 = \min.$$

Значение ρ получили дифференцированием уравнения

$$\frac{d}{d\rho} \left[(1-\rho) \cdot a_1 + \frac{\rho^2}{1-\rho} \cdot a_2 \right] = 0, \text{ откуда}$$

$$-a_1 + a_2 \cdot \left[\frac{(1-\rho) \cdot 2\rho + \rho^2}{(1-\rho)^2} \right] = 0;$$

$$\text{тогда } -a_1 + 2 \cdot (a_2 + a_1) \cdot \rho^2 (a_1 + a_2) = 0.$$

Выразив оптимальное значение приведенной плотности как

$$\rho = \frac{-2(a_1 + a_2) \pm \sqrt{4(a_1 + a_2)^2 - 4(a_1 + a_2) \cdot a_1}}{-2(a_1 + a_2)}$$

$$\left(\text{или } \rho = 1 \pm \sqrt{\frac{a_1}{a_1 + a_2}}, \text{ так как } \rho < 1, \text{ то } \rho = 1 - \sqrt{\frac{a_1}{a_1 + a_2}} \right)$$

получаем оптимально пропускную способность зоны

$$\mu = \lambda \left(1 - \sqrt{\frac{a^2}{a_1 + a_2}} \right).$$

При убытках от простоя автомобиля, например равных 3,1 долл./ч, и тарифной ставке ремонтника 0,456 долл./ч оптимальная приведенная плотность составит

$$\rho = 1 - \sqrt{\frac{3,1}{0,456 + 3,1}} = 0,065$$

Тогда оптимальная пропускная способность зоны УН больше числа заявок на ремонт в $1/0,065 = 15,4$ раза.

Простой рабочих не определяет все убытки от простоя канала обслуживания, так как не учитывает убытки от простоя оборудования. Поэтому соотношение a_1/a_2 увеличится, обуславливая увеличение оптимальной приведенной плотности. Результаты моделирования подтвердили, что оптимальная приведенная плотность с увеличением убытков из-за простоя канала по сравнению с убытками от простоя автомобиля в очереди нарастает плавно. При $a_1 \gg a_2$ ρ стремится к единице (но $\rho < 1$). Это можно объяснить тем, что по мере увеличения ρ , p_0 убытки от простоя канала убывают пропорционально, а убытки от простоя автомобиля нарастают по степенной

зависимости $\rho^2/(1-\rho)$. Кроме того, поскольку простой поста зоны зависит от приведенной плотности, то при оптимальном значении приведенной плотности ρ и вероятность простоя зоны будет оптимальной: $\rho_0 = 1 - \rho = \sqrt{\frac{a^2}{a_1 + a_2}}$. Поэтому простой рабочих увеличится, если убытки от простоя автомобиля будут расти быстрее убытков от простоя зоны.

Оптимальная очередь на устранение неисправностей:

$$m_{opt} = \frac{\rho_{opt}^2}{1 - \rho_{opt}} = \frac{1}{\rho_{opt}} \rho^2 = \frac{1}{\rho_{opt}} \left[\left(1 - \sqrt{\frac{a_2}{a_1 + a_2}} \right) \right]^2 = \frac{(1 - \rho_{opt})}{\rho_{opt}}$$

При числе каналов n обслуживания больше двух (пропускная способность каждого канала μ , число автомобилей, поступающих за единицу пробега на ремонт λ) вероятность простоя выразится:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)}};$$

$$P_k = \frac{\rho^k / k!}{\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)}}, \quad 0 \leq k \leq n;$$

$$P_{n+1} = \frac{\frac{\rho^{n+1}}{n!n}}{\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)}};$$

где k и i соответственно количество автомобилей на обслуживании в зоне устранения неисправностей и в ожидании.

$$m = \frac{n \cdot n!(1-\rho/n)^2}{\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{n+1}}{n!(n-\rho)}};$$

Как показали результаты моделирования наибольшая устойчивость работы зоны достигается при соотношении приведенной плотности и числа постов 0,65 ... 0,85.

Далее способом перебора [3] определили оптимальное число постов n_{opt} , т.е. вычислив $m_n = \varphi(n)$, $m_i = \varphi(n)$ и в конечном счете - $a_1 m_n + a_2 m_i = \varphi(n)$, находя n_{opt} (при n_{opt} $a_1 m_n + a_2 m_i = \min$), где a_1 - убытки от простоя поста в единицу пробега; m_n -

среднее число простаивающих (незанятых постов); a_2 - убытки от простоя автомобиля в ожидании устранения неисправностей).

Моделирование различных вариантов загрузки зоны УН показало, что среднее число свободных каналов зависит от вероятности P_0 поступления в ремонт k автомобилей. При обслуживании каждым постом, например, двух автомобилей из общего числа n постов, на которые с вероятностью P_k поступит k автомобилей, будут простаивать $\left(n - \frac{k}{2}\right) \cdot P_k$ постов. Если пропускная способность поста μ , то число простаивающих постов $m = \sum_{k=0}^n \left(n - \frac{k}{\mu}\right) \cdot P_k$. Посты простаивают, если $n > k/\mu$; поэтому при определении среднего числа таких постов m , необходимо суммировать все положительные значения $\left(n - \frac{k}{\mu}\right) \cdot P_k$.

По результатам моделирования разработана номограмма, с помощью которой упрощается оптимизация пропускной способности зоны УН любого АСП (рис.),

где 1,3,5 - простой постов m при ρ соответственно 1/2, 1/3, 5/2; 2,4,6 - среднее число автомобилей m в ожидании ремонта при ρ соответственно 1/2, 1/3, 5/2; 7 - при $a_1 = 1$ долл.; 8 - при $a_2 = 3$ долл.; 9,10,11 - суммарные убытки от простоя постов и автомобилей при ρ соответственно 1/2, 1/3, 5/2;

При помощи номограммы оптимальное число постов n от приведенной плотности ρ поступления автомобилей в зону УН и соотношения убытков из-за простоя постов a_1 , а также простоя автомобилей в ожидании ремонта - a_2 определяют следующим образом. Например, заданы $\rho = 3/2$ и $a_1 = 1$ долл.; $a_2 = 3$ долл. Вначале выясняют, сколько в среднем простаивает постов при $\rho = 3/2$. Прямая 3 характеризует простой постов m , при $\rho = 3/2$; при $n=2$ простой меньше единицы, (т. е. необходимо меньше одного поста) убытки при этом составляют меньше 1 доллара. Об этом судят по пересечению перпендикуляра (с ординатой a_n из точки пересечения прямой 7) с перпендикуляром из абсциссы m при $n=2$ и $\rho = 3/2$. Затем значение переносят до ординаты a_n при $n=2$ (правый нижний сектор).

Убытки от простоя автомобиля при числе постов $n=2$ определяют аналогично, только вместо прямой 3 принимают кривую 4 и перпендикуляр к оси m опускают до

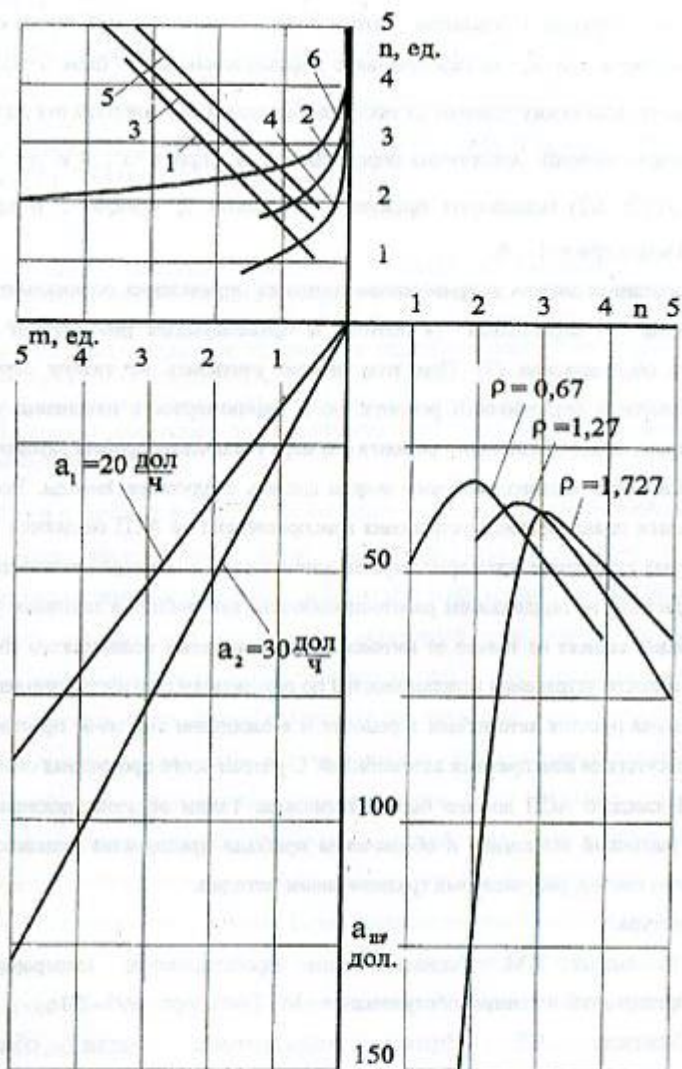


Рисунок 1 - Зависимость оптимального числа постов от приведенной плотности и соотношения убытков a_1 и a_2 .

пересечения с прямой 8 (удельные убытки 3 долл.); затем из этой точки опускают перпендикуляр к оси a_n до пересечения с параллельной осью (при $n=2$). На ней откладывают всю сумму убытков от простоя и постов и автомобилей (на оси a_n при $n=2$ отмечено точкой). Аналогично определяют $\sum a_n$ при $n=3 \dots 4$ и $\rho=3/2$. При других $\rho(1/2; 5/2)$ используют прямую 1 и кривую 2, прямую 5 и кривую 6 соответственно при $n=1, \dots 6$.

Разработанная модель и приведенная методика определения оптимального числа постов зоны УН справедлива (а поэтому и применима) для разомкнутой системы массового обслуживания [3]. При этом можно учитывать не только случайность периодичности и трудоемкости ремонта, но и закономерность изменения удельной трудоемкости эксплуатационного ремонта (по мере увеличения пробега автомобиля).

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы. Во-первых, оптимальным планированием устранения неисправностей на АСП создаются условия, при которых суммарные удельные затраты минимальны, а доходы максимальны. Во-вторых, расходы на поддержание работоспособности автомобиля в заданных условиях эксплуатации зависят не только от интенсивности изменения технического состояния, своевременности устранения неисправностей по результатам диагностирования, но и от убытков из-за простоя автомобиля в ремонте и в ожидании его, из-за простоя постов УН при отсутствии неисправных автомобилей. С учетом этого пропускная способность зоны УН каждого АСП должна быть оптимальна. Таким образом, доказано, что с позиций рыночной экономики и обеспечения прибыли предприятия целесообразно иметь число постов, рассчитанных традиционным методом.

Литература.

1. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций обслуживания. - М.: Транспорт, 1993.-271с.
2. Гогайзель А.В. Игровое моделирование систем обеспечения работоспособности автотранспортных средств: Учеб. пособие.-К.:УМК ВО, 1988.-88с.
3. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник.-К.: Вища шк., 1991.-кн.2. Организация, планирование и управление/ В.Е. Канарчук, А.А.Лутченко, И.П. Курников, И.А. Луйк.-406с.ил.

Поступила в редколлегию 18.05.90

А.А.Пономарев, А.С.Пономарев, А.Г.Романовский

РОЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ И КАРЬЕРНОМ РОСТЕ РУКОВОДИТЕЛЕЙ И В РЕЗУЛЬТАТАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ

З позицій загальнофілософського погляду на сутність людини розглянуто місце керівника у забезпеченні успіхів колективу керованих ним людей. Доведено необхідність попереднього психологічного відбору та наступної спеціальної професійної підготовки майбутніх керівників. На прикладі провідних європейських компаній досліджено значення освітнього рівня і професійної підготовки їх керівників вишого рівня для кар'єрного зростання та підвищення економічної результативності діяльності фірми.

Среди комплекса философских вопросов проблемы сущности человека, роли личности значительный интерес представляют как глобальные, так и многочисленные локальные ее аспекты. Действительно, каждый человек живет и действует в конкретном коллективе и микроколлективе, связан тесными производственными и личными отношениями не только с широким социумом, но и с достаточно узким кругом коллег. От его характера, типа психологии, структуры его психологических и поведенческих связей с окружающими в значительной мере зависят как личные успехи этого человека, так и коллективные успехи группы, в которой он работает. Эти соображения приобретают особую роль, если речь идет не просто о работниках, а о руководителях различного уровня. Если психологические вопросы проблем межличностного общения и, в частности, управленческой деятельности, в значительной мере разработаны и продолжают оставаться в центре внимания исследователей и практиков [1-3 и др.], то философское их осмысление, на наш взгляд, только начинает формироваться. Значение же и роль философского, методологического анализа проблемы неоспоримы, поскольку без него невозможны выработка как общей концепции, так и основных принципов педагогической системы подготовки кадров профессиональных руководителей, адекватных требований времени.

В условиях непрерывной глобализации современной производственно-коммерческой деятельности постоянно возрастают объемы, усложняются структура, технология и содержание управленческой деятельности, особенно на верхнем уровне иерархических систем управления крупными фирмами. Соответственно значительно возрастают ответственность и цена ошибки при выборе решений стратегического характера. Это требует от руководителей высшего звена, прежде всего от первого руководителя, не только особых личностных качеств - воли, интуиции, дальновидности, быстроты реакции на различные непредвиденные ситуации, системного, стратегического мышления, работоспособности и других, но и глубоких всесторонних знаний. Конечно, руководитель может и должен иметь надежную команду высококвалифицированных советников, специалистов в конкретных областях, опираться на современные компьютерные системы интеллектуальной поддержки принятия решений. Однако само принятие окончательного решения всегда остается за руководителем, он же несет всю полноту ответственности за возможные последствия этого решения [4].

Развитие любой компании неизбежно влечет рост масштабов ее деятельности, расширение спектра видов деятельности, усложнение организационной структуры как самой фирмы, так и системы управления ею. Вследствие научно-технического прогресса и обострения конкуренции на рынках сбыта усложняются условия реализации товаров и услуг, диверсифицируется потребительский спрос. В такой ситуации одним из определяющим условий и неперенным залогом успешного развития фирмы становится личность руководителя. На рубеже тысячелетий происходит завершение становления новой, постиндустриальной или постформационной цивилизации. Существенно возрастает роль социальных и личностных факторов. Все это выдвигает новые требования к личностным качествам руководителей любого уровня управления. Особенно это касается руководителей высшего звена. Помимо наличия природных способностей к руководству, являющегося неперенной предпосылкой успешного осуществления управленческой деятельности, современному руководителю необходимо обладать хорошей общей и профессиональной подготовкой.

Трудности, сопровождающие процессы экономических преобразований и формирования основ рыночных отношений в Украине в значительной мере обусловлены отсутствием соответствующих кадров высококвалифицированных профессиональных руководителей как на различных уровнях, так и в разных областях управления - от предприятия, отрасли, политико-экономического региона до государства в целом. Глубокое философское осмысление современной экономической и социально-политической ситуации в нашей стране позволяет охарактеризовать ее прежде всего как *кризис управления*. В связи с этим в качестве одной из наиболее актуальных задач национальной системы образования является проблема формирования кадрового корпуса профессиональных руководителей принципиально нового типа, готовых и способных глубоко знать способы и методы управления, с системных позиций анализировать ситуацию, находить выверенные стратегические решения и брать на себя полноту ответственности за их реализацию. Подготовка таких руководителей предполагает их предварительное диагностирование на предмет профессиональной пригодности для управленческой деятельности, отбор с помощью специальных психологических тестов и последующую целевую подготовку. Без решения такой задачи Украина обречена на дальнейшую деградацию, нарастание ее отставания от индустриально развитых государств и превращение в их сырьевой придаток. Заметим в то же время, что по-настоящему наиболее полно качества руководителя проявляются уже непосредственно в процессе его служебной карьеры.

В настоящей работе авторы исследуют связь между экономическими успехами целого ряда всемирно известных европейских компаний и уровнем и качеством образования некоторых руководителей высшего звена этих компаний. Следует подчеркнуть, что люди, о которых идет речь и смогли занять подобающее место в высшем эшелоне руководства именно благодаря своим способностям и образованию, а успехи руководимых ими компаний в значительной мере достигнуты благодаря глубоким знаниям и богатому практическому опыту руководителей. При этом обращают на себя внимание следующие характерные обстоятельства.

Во-первых, в отличие от системы формирования кадрового корпуса руководителей как в бывшем Советском Союзе, так и в современной Украине,

где высшими руководителями крупных промышленных предприятий и отраслей становились преимущественно люди с инженерным образованием, на Западе такие случаи являются частными. Как правило же, президенты и генеральные директора компаний, руководители оперативных и функциональных служб, другие ответственные руководители имеют двойное образование: инженерное и экономическое, управленческое и юридическое, причем гуманитарное, правовое или экономическое образование является неотъемлемой составляющей их профессиональной подготовки.

Во-вторых, глобализация экономики и интернационализация производственно-хозяйственных связей требует отличного владения как минимум одним иностранным, а то и несколькими основными международными языками. Интересно отметить, что сегодня официальным языком многих национальных компаний Европы часто является английский. Это обстоятельство обязательно должно быть учтено при формировании содержания и методов обучения профессиональных руководителей в учебных заведениях Украины.

В-третьих, в иерархии наших систем управления обычно должность заместителя генерального директора по кадрам считается в определенной мере второстепенной, в то время как в европейских фирмах работе с кадрами и руководителям этой сферы придается исключительно важное значение, поскольку человеческие ресурсы являются одними из важнейших для любой компании. Соответственно и занимают эти посты высококвалифицированные специалисты, в то время как на отечественных предприятиях обычно предпочитают пенсионеров из числа отставных военных.

В-четвертых, в отличие, скажем, от японских корпораций с их уже отходящей в прошлое практикой пожизненного найма работников, руководящий персонал европейских компаний часто на протяжении своей активной деятельности может менять несколько различных фирм и видов деятельности, работать в различных странах, в различных правительственных или международных организациях, и приобретаемые там знания и опыт являются несомненным его активом. Этому, кстати, в значительной мере способствует и знание языков.

В-пятых, некоторые удачливые бизнесмены плодотворно сочетают свою деловую активность с научно-исследовательской и преподавательской деятельностью, считая передачу своего практического опыта и творческих размышлений важнейшим вкладом в подготовку профессиональных руководителей новой формации. Эта сторона их деятельности представляется вполне естественной, поскольку в условиях ускорения научно-технического прогресса и обострения конкуренции любая компания может сохранить устойчивость по отношению к внутренним и внешним факторам, удерживать, укреплять и расширять свой сегмент рынка только на основе использования новейших достижений науки, на основе применения новых организационно-экономических и управленческих технологий.

Наконец, в-шестых, для руководителей большого масштаба характерными являются участие в руководящих органах нескольких различных компаний и активная общественная деятельность.

Проиллюстрируем эти утверждения на ряде конкретных примеров руководителей, возглавляющих или возглавлявших длительное время крупные европейские компании различной отраслевой принадлежности. При этом, для большей наглядности и убедительности выше сказанного мы выбрали преимущественно промышленные компании. Фактический материал для анализа заимствован нами в значительной мере из работы [5], статистических данных западной периодики [6] и информации из Интернета. Компании рассматриваются ниже в алфавитном порядке, а не в порядке убывания или возрастания их экономических показателей для обеспечения объективности результатов анализа.

Известная бельгийская фирма Agfa-Gevaert NV, специализирующаяся в области тонкой химической технологии, в 1997 г. имела 26 тыс человек наемного персонала по всему миру, а ее годовой оборот составлял около 6 млрд US \$). *Генеральный директор* компании Andre Leysen входит в состав административных или консультативных советов 9 крупнейших предприятий и международных организаций. Он является автором множества работ в области экономики и социально-политических исследований, членом и бывшим директором Бельгийской Королевской оперы, президентом Дома Рубенса в Антверпене.

Крупнейшая австрийская компания Austrian Industries AG, имеющая 700 филиалов и 86 тыс. человек персонала, специализируется в области нефтехимии, производства стали и алюминия, современных технологий. Проработавший там в течение шести лет *директором по человеческим ресурсам* Paul F. Roettig до этого 17 лет работал на предприятиях группы Еххон в различных странах Европы и Африки, в США. В настоящее время является президентом Зальцбургского института менеджмента, автор двух книг и множества статей.

Всемирно известная British Petroleum, имеющая более 100 тыс. чел. персонала в 70 странах мира, специализируется в области добычи, транспортировки и переработки нефти и газа. Ее оборот в 1998 г. составил 10,3 млрд US \$. *Президент и генеральный директор* компании Robert Horton получил прекрасное образование, окончив университет St. Andrew's в Шотландии и Массачусетский технологический институт в США. В настоящее время является ректором Кентского университета.

Крупнейшая компания Европы Daimler-Chrysler (Германия-США), известная своими давними традициями в области автомобилестроения, объединяет также предприятия авиа-космической отрасли, электротехники и микроэлектроники, имеет около полумиллиона чел. персонала, годовой оборот 1998 году превысил 130 млрд US \$. Одна из представителей высшего звена руководства компании, *директор по развитию* Claudia Schlossberger получила образование в области экономики и славянской лингвистики в Мюнхене, Москве и Монпелье.

Французская группа Lafarge, крупнейший в мире производитель строительных материалов, имеет 60 тыс. чел. персонала в 55 странах мира. Ее годовой оборот в 1998 году составил 10,5 млрд. US \$. *Президент и генеральный директор* компании Bertrand Collomb окончил самые престижные французские высшие учебные заведения такие как Высшая Политехническая и Высшая Горная Школы в Париже, получил ученую степень в области права. Имеет также степень доктора Техасского университета в области менеджмента. Длительное время работал в правительстве Франции, основал Центр исследований проблем менеджмента в l'Ecole Polytechnique. Избран менеджером года в 1997 году во Франции и в 1998 - в Нью-Йорке.

Еще одна известная французская компания, *Lyonnaise des Eaux*, в 1997 году имела более 130 тыс. чел. персонала по всему миру, ее годовой оборот составил 18 млрд US \$. Бывший *Президент и генеральный директор* компании Jerome Monod является членом административных советов 11 других фирм и членом консультативного совета Банка Франции, президентом Круглого стола европейских промышленников. Образование в области права и филологии получил в университетах Франции и США, получил дипломы таких элитарных высших учебных заведений, как Парижский Институт политических наук и Высшая Школа Администрации, активно занимался политикой и научными исследованиями, работал в Кабинете министров.

Широко известная нидерландская корпорация *Philips Electronics* с годовым оборотом 38 млрд US \$ объединяет 275 предприятий в 43 странах мира, имеет исследовательские лаборатории в 5 странах, коммерческие представительства в 60, торговые и маркетинговые - в 150 странах мира. Общая численность работающих превышает 250 тыс. чел. Стиль работы корпорации определяют ее наукоемкая высококонкурентная продукция, оперативное использование перспективных технологий и высокая профессиональная квалификация персонала. Этим требованиям вполне соответствует и управленческий состав, особенно руководители высшего уровня. Действительно, *Президент наблюдательного совета* Wisse Dekker длительное время работал на предприятиях корпорации в Индонезии и в странах Ближнего Востока. Он является одним из основателей Круглого стола европейских промышленников и был его президентом. Активно участвует в подготовке управленческих кадров - читает лекции на факультете менеджмента и международной торговли Лейденского университета. *Директор по международным производственным связям* Regina Matthijzen-Seblel получила образование в университетах Великобритании, Франции и Германии, имеет дипломы по английской филологии Женевского университета и по менеджменту - Дюссельдорфского. Является автором многочисленных публикаций в области регулирования трудовых отношений на национальном и международном уровне. *Директор по формированию и развитию кадров* Willem H.J. Guitink изучал право в Лейдене и экономику в Лондоне, работал в Европе и

США, 20 лет занимался маркетингом, управлением продукцией и логистикой в 13 странах мира.

Один из мировых лидеров в области производства строительных и конструкционных материалов (стекло, бумага, дерево, керамика, абразивы, и др.) французская компания Saint-Gobain имеет филиалы и ведет активную экономическую деятельность во многих странах мира. В 1997 году численность ее персонала превысила 105 тыс. чел, а годовой оборот – 18 млрд. US \$. Харизматический *Президент и генеральный директор* компании Jean-Louis Veiffa получил блестящее образование, окончив Высшую политехническую Школу, Высшую Школу Нефти и Парижский Институт политических наук, работал в правительстве. Сейчас является членом бюро консультативных комитетов 5 крупных международных промышленных групп. Воспитал целую плеяду руководителей крупных европейских компаний.

Другая французская группа Schneider специализируется в производстве средств автоматизации для передачи и распределения электрической энергии. Имеет около 100 тыс. чел. персонала, ее годовой оборот в 1997 году составил 8 млрд US \$. Недавно вышедший на пенсию *Президент и генеральный директор* Didier Pineau-Valencienne окончил Высшую школу коммерции в Париже и Гарвардскую школу бизнеса. Является членом административных советов 7 других транснациональных корпораций и 7 университетов, президентом Института предпринимательства и членом консультативного совета Банка Франции. *Директор по человеческим ресурсам* Didier Guibert получил диплом в области психологии.

Известнейшая немецкая компания Siemens AG, специализирующаяся в сфере оборудования для производства и передачи электрической энергии, информатики и электроники, производства оборудования для военно-промышленного комплекса, систем связи и транспорта, медицинского оборудования и бытовых электроприборов, насчитывает 390 тыс. чел. работающих и имеет годовой оборот в 60 млрд. US \$. Ее *директор по менеджменту и развитию человеческих ресурсов* Walter Schusser является доктором экономических и социологических наук, преподает в Институте прикладной социологии.

Бельгийская химическая компания Solvay SA известна как крупнейший мировой производитель соды. Имеет 45 тыс. чел. персонала, работающего в 40 странах мира. В 1997 году ее годовой оборот составил 8,5 млрд US \$. *Председатель совета директоров* компании барон Daniel Janssen получил образование в Брюсселе и Гарварде, имеет дипломы по гражданскому строительству и ядерной физике, ученую степень MBA. Работал в Евратоме. Свою напряженную административную деятельность успешно сочетает с научной и педагогической, читая лекционные курсы в университете и участвуя в многочисленных комитетах в области образования, науки, промышленности и политики.

Широко известна компания Volvo — одна из ведущих шведских фирм, специализирующаяся в области производства легковых и грузовых автомобилей, автобусов, в области аэрокосмических технологий, производства судовых двигателей и другой высококачественной наукоемкой продукции. Являясь одной из крупнейших промышленных групп Северной Европы, компания владеет множеством предприятий, расположенных в странах Европейского Союза, в США и Южной Америке. Общая численность работающих в 1997 году составила 60,6 тыс. чел., а годовой оборот — 23,5 млрд US \$. В последние годы *президентом и генеральным директором* компании был Pehr Gyllenhamner, имеющий глубокое и разностороннее юридическое образование: он получил диплом в области права в Лундском университете (Швеция), в области международного права в Великобритании и в области морского права в США.

Приведенные примеры, естественно, не исчерпывают обширный список высокообразованных профессиональных руководителей крупнейших европейских компаний, многие из которых не только сами получили блестящее образование, но и принимают активное участие в формировании и реализации государственной образовательной политики в своих странах, в формировании облика специалиста и, в первую очередь, специалиста в различных сферах управленческой деятельности. Об этом свидетельствуют списки наблюдательных советов европейских университетов, в состав которых всегда включены ведущие руководители крупных производственно-коммерческих и финансовых компаний.

Подобные примеры, к сожалению, пока недостаточно многочисленные, можно найти и в Украине. Известно, что еще в советское время руководители и крупные специалисты ведущих предприятий приглашались для чтения лекций в высших учебных заведениях, активно участвовали в совместных научных исследованиях. В связи с кардинальным изменением социально-экономического устройства возникает настоятельная необходимость привлечения к такой работе руководителей процветающих коммерческих структур. Однако для этого необходимо, чтобы их образовательный, общекультурный и профессиональный уровень соответствовал требованиям, предъявляемым к профессорско-преподавательскому составу вузов. Отметим, что результатам исследования целого ряда общегуманистических и, в частности, нравственно-этических аспектов подготовки профессиональных руководителей посвящено несколько публикаций авторов, одним из примеров которых может служить работа [7].

В развитие результатов исследований, представленных в настоящей статье, предполагается выполнить анализ наиболее характерных черт европейского менеджмента и отдельных национально-государственных особенностей их проявления в деятельности компаний различных стран и регионов Европы, а также особенности подготовки руководителей в учебных заведениях ряда стран.

Список литературы: 1. *Лебедев В.И.* Психология и управление. - М.: Агропромиздат, 1990. - 176 с. 2. Психология управления / Л.К. Аверченко, Г.М. Залесов, Р.И. Мокшанцев, В.М. Николаенко; Отв. ред. М.В. Удальцова. - Новосибирск: Изд-во НГАЭиУ; М.: ИНФРА-М, 1997. - 150 с. 3. Муэрс Р. Эффективное управление. Практическое руководство / Пер. с англ. Серия «Маркетинг и менеджмент в России и за рубежом». - М.: Финпресс, 1998. - 128 с. 4. Паркинсон С.Н., Рустомджи И.Л. Искусство управления / Пер. с англ. - М.: Агентство «ФАИР», 1998. - 272 с. 5. *Bloom H., Calori R., Woot Ph.* L'Art du Management Europeen. - Paris: Les Editions d'Organisation, 1994. - 150 p. 6. *Business Week: European edition / July, 13, 1998.* - P.49-77. 7. *Романовський О.Г., Пономарьов О.С.* Загальногуманістичні аспекти підготовки професійного керівника у політехнічному університеті // Ученые записки Симферопольского гос. ун-та. Спецвыпуск журнала: Сб. трудов междунар. научно-технич. конф. «Приборостроение-98». - Винница - Симферополь, 1998.

Поступила в редколлегию 18.05.99

А.Р. Плюшко, Е.В. Брежнев

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ИНТЕРЕСАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ

Викладається методичної підхід та алгоритм виявлення переваг для будування ранжированої послідовності промислових об'єктів в умовах наявності інформації про взаємоз'язки між ними і відсутності інформації про стан об'єкта.

В случае наличия информации о взаимосвязях совокупность промышленных предприятий $\{\Omega_i\}$, $i = \overline{1, n}$ предлагается представить в виде ориентированного связного графа, вершинами которого являются промышленные предприятия, а дугами - связи между ними. Вершинам графа ставятся в соответствие «веса» q_i , $i = \overline{1, n}$, которые являются параметрами (показателями), характеризующими состояние объектов. Каждая дуга в графе имеет направленность от вершины с большим «весом» к вершине с меньшим «весом», что являет собой отношения доминирования.

При решении вопроса относительно распределения материальных ресурсов между промышленными предприятиями возникает задача выявления предпочтений для них.

В общем случае совокупность объектов $\{\Omega_i\}$, $i = \overline{1, n}$ характеризуется вектором параметров \vec{Q}_i , $i = \overline{1, n}$, каждый элемент которого q_i суть значение параметра (показателя) i -го объекта. В условиях, когда каждый показатель имеет стохастическую природу, q_i рассматривается как возможное значение случайной величины \hat{q}_i ^{*)}.

^{*)} Бидьчук В.М., Полежаев А.Н., Плюшко А.Р., Фесенко А.В. Выявление предпочтений в условиях стохастической неопределенности. – В сб.: Летательные комплексы, проектирование, моделирование, испытание, эксплуатация. - Харьков, 1995. - С. 92-94.

Распределение материальных ресурсов между промышленными предприятиями рассматривается на некоторый предстоящий момент времени t_k , поэтому значения показателей необходимо знать на момент времени t_k .

При допущении об установившемся процессе функционирования каждого объекта правомерен следующий подход: рассматриваются q_i на предшествующие моменты времени $t < t_k$, сглаживаются по методу наименьших квадратов, а тренд параметра \bar{q}_i прогнозируется на момент времени t_k . В силу ограниченности статистики на моменты времени $t < t_k$ прогнозная точечная оценка i -го параметра вектора \bar{Q}_k , $i = \overline{1, n}$ $\bar{q}_i(t_k)$ является случайной величиной. Поэтому говорят о доверительном интервале $(\bar{q}_i(t_k) - \epsilon(t_k), \bar{q}_i(t_k) + \epsilon(t_k))$ при заданном уровне доверительной вероятности.

Если же нет оснований для предположения об установившемся процессе функционирования каждого объекта, то в интересах рассмотрения совокупности объектов $\{\Omega_i\}$, $i = \overline{1, n}$ могут быть рассмотрены случайные величины $\hat{q}_i \forall i = \overline{1, n}$, а значения параметров $q_i(t)$, $i = \overline{1, n}$ на момент времени t - возможными значениями случайной величины \hat{q}_i . Для случайной величины $\hat{q}_i \forall i = \overline{1, n}$ по статистическим данным $q_i(t)$ на момент времени t может быть выявлен статистический закон ее распределения $F_i^*(q_i(t))$, $\forall i = \overline{1, n}$. Пусть $F_i(q_i(t))$, $i = \overline{1, n}$ - теоретическая функция распределения, которая согласуется со статистической функцией распределения $F_i^*(q_i(t))$, $i = \overline{1, n}$, и пусть задача выявления согласия по критерию согласия решена. Тогда при предположении, что на предстоящий момент времени t_k закон распределения случайной величины \hat{q}_i , $i = \overline{1, n}$ сохраняется, величины $\bar{q}_i(t_k)$, $i = \overline{1, n}$ могут быть получены при статистическом моделировании случайных величин \hat{q}_i , $i = \overline{1, n}$ по закону распределения $F_i(q_i(t))$, $i = \overline{1, n}$. Возможность получения $\bar{q}_i(t_k)$, $i = \overline{1, n}$ при статистическом моделировании позволяет определить алгоритм выявления предпочтений для совокупности объектов $\{\Omega_i\}$, $i = \overline{1, n}$ в условиях стохастической неопределенности значений вектора параметров (показателей) \bar{Q}_k , $i = \overline{1, n}$ следующего содержания.

На k -м шаге $k = \overline{1, l}$ моделируются значения параметров $\bar{q}_i(t_k)$, $i = \overline{1, n}$, которые ставятся в соответствие каждому промышленному предприятию из совокупности

$\{\Omega_i\}$, $i = \overline{1, n}$. Ранги объектов R_i , $i = \overline{1, n}$ определяются посредством вычисления собственного вектора матрицы доминирования, соответствующего наибольшему по абсолютной величине характеристическому числу^{*)}. В случае равенства рангов некоторых объектов они ранжируются между собой по значениям параметров $\tilde{q}_i(t_k)$, $i = \overline{1, n}$. Отранжированные таким образом объекты с равными рангами размещаются на соответствующие им по рангам места в общей ранжированной последовательности вида

$$\{\Omega_{iq}\}_k = \{\Omega_{31}, \Omega_{12}, \Omega_{n3}, \dots, \Omega_{2n}\}; \quad \forall i = \overline{1, n}, \quad q = \overline{1, n},$$

где $\Omega_{uq-1} \succ \Omega_{vq}$, $u \neq v$, $\forall u = \overline{1, n}, \quad v = \overline{1, n}$,

\succ - символ предпочтения.

По анализу l ранжированных рядов строится n функций распределения $F_i^*(q(t))$, $i = \overline{1, n}$ случайными величинами номера места \hat{q}_i , $i = \overline{1, n}$ для объекта Ω_i , $i = \overline{1, n}$ в ранжированном ряду. Если для всех случайных величин \hat{q}_i , $i = \overline{1, n}$ положить, что

$$P(\hat{q}_i < q_0^{(p)}) = P_{тр},$$

где $P_{тр}$ - требуемый (регламентируемый) уровень вероятности; $q_0^{(p)}$ - регламентируемый номер места,

то ранжированный ряд объектов $\{\Omega_{iq_0^{(p)}}\}$, $\forall i = \overline{1, n}$, $q_0^{(p)} = \overline{1, n}$ является рядом, в котором предпочтение

$$\Omega_{uq_0^{(p)}-1} \succ \Omega_{vq_0^{(p)}}$$

определено с требуемым уровнем доверия для каждого объекта, входящего в совокупность объектов.

Поступила в редколлегию 09.06.99

^{*)} Нечипоренко В.И. Структурный анализ систем (эффективность и надежность). - М.: Сов. радио, 1977. - 216 с.

О.С. Шарипова

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К МОДЕРНИЗАЦИИ ХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

Обгрунтовано необхідність проведення комплексного підходу до модернізації господарського комплексу з урахуванням модифікацій виробничих відношень та власності.

Сложности современного этапа экономического развития предполагают, что предприятия должны проводить определенные адаптационные изменения, направленные на изменение своей производственной структуры, ассортиментной политики и т.д.

В условиях сокращения рынка, нехватки финансовых ресурсов, снижения платежеспособности потребителей проблема обеспечения конкурентоспособности обостряется, поэтому без проведения комплексной модернизации действующих производственных предприятий рассчитывать на успешное конкурентное сложное.

Одной из проблем украинских предприятий является неконкурентная цена продукции. Это происходит оттого, что на старые накладные расходы, на старые производственные мощности накладываются те ограниченные, небольшие объемы производства продукции, которые может потребить рынок.

Примеров таких достаточно много, с этим сталкиваются все экспортеры украинской продукции. Цена металла и металлопроката украинских комбинатов на 30% выше мировых цен. Если посмотреть на основные позиции стройматериалов, нефтепродуктов, то они почти в 1,5 раза дороже, чем в России. Все это связано с тем, что предприятия, осваивая выпуск продукции, не производили комплексную модернизацию своей деятельности, своей производственной структуры и системы управления, что приводило к тому, что накладные расходы и низкая производительность труда определяли образование неконкурентной цены.

Все это составляет одну проблему. При реорганизации предприятия, его адаптации к новым условиям хозяйствования не проводилась комплексная модернизация всех элементов всех сфер деятельности. Это предопределило снижение возможностей производственного потенциала по выпуску конкурентоспособной

продукции, а также не полное его использование. Поэтому существует реальная необходимость определиться с новым понятием модернизации предприятий, особенно крупных хозяйственных комплексов, и реализацией стратегии их развития.

Эта проблема многоплановая, включающая разные направления, связанные с инновационным обеспечением конкурентоспособной продукции, с формированием новых производственных отношений в процессе работы хозяйственного комплекса, а также с формированием и использованием его производственного потенциала, такого, который он может обеспечить или который востребован на данный момент рынком и условиями конкуренции предприятия на рынке.

Реализация этого требования возможна при осуществлении модернизации хозяйственного комплекса по всем составляющим его элементам.

Исходя из таких позиций, под модернизацией следует понимать внесение в производство изменений на основании реорганизации или инвестиционных процессов всех элементов хозяйственного комплекса, обеспечивающих повышение его конкурентоспособности на основе использования имеющихся производственных возможностей производственного потенциала. В качестве направлений модернизации хозяйственного комплекса можно выделить следующие:

1. Модернизация отношений собственности;
2. Модернизация производственных отношений;
3. Модернизация производственной базы;
4. Модернизация выпускаемой продукции;
5. Модернизация производственной структуры;
6. Модернизация коммерческой деятельности;
7. Модернизация интеграционных процессов;
8. Модернизация инновационной деятельности.

Комплексный подход к понятию модернизации проиллюстрирован на рисунке.

Важным направлением в современных условиях является модернизация отношений собственности. Процесс приватизации продолжается. Началась приватизация крупных хозяйственных комплексов, составляющих производственный потенциал страны, что требует более осторожного подхода. Из-за непонимания процесса модернизации отношений собственности был допущен ряд ошибок. Поэтому важным направлением модернизации является именно изменение и исправление тех перекосов, которые возникли при приватизационных процессах, скажем, когда в процесс приватизации не включали заинтересованных партнеров или

приватизация действующих предприятий осуществлялась по частям.



Направления модернизации хозяйственного комплекса

Следующее направление модернизации – это модернизация производственных отношений. Она включает модернизацию систем оплаты, стимулирования и мотивации труда; модернизацию систем найма рабочей силы и привлечение необходимых трудовых ресурсов, то есть новые трудовые соглашения, переход к контрактной, индивидуальной форме оплаты труда. К модернизации производственных отношений также относится модернизация системы управления хозяйственным комплексом.

Модернизация производственной базы включает модернизацию оборудования, технологической оснастки, технологий, то есть обновление, изменение применительно к новым, современным требованиям, существующим в современных условиях технической базы.

Модернизация выпускаемой продукции. Научные исследования являются могучим фактором, способствующим расширению и диверсификации номенклатуры товаров. Технический прогресс постоянно набирает темпы, и исследования в области техники и технологии, несомненно, представляют собой основную движущую силу, под действием которой происходит изменение структуры выпускаемой продукции. Модернизация выпускаемой продукции включает планирование товарного ассортимента как средства конкурентной борьбы, научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки.

Следующим важным направлением модернизации является модернизация производственной структуры. Сложившаяся производственная структура была

ориентирована на материалоемкое, затратное производство, и также жесткое распределение потоков и с навязанной кооперацией, поэтому многие производства создавались с излишней мощностью. Модернизация производственной структуры предполагает оценку производственного потенциала каждого элемента, каждого структурного подразделения с позиции обеспечения конкурентоспособности развития предприятия, а также отказ и выведение из производственной структуры неработающего элемента (оборудования и т.д.) Модернизация производственной структуры тесно связана с процессами реструктуризации предприятия, так как на каждом машиностроительном предприятии есть действующие подразделения и есть недействующие, которые потеряли свою актуальность. Попытка содержать за счет действующего все подразделения приводят к росту цены и накладным расходам и вследствие этого - к снижению конкурентоспособности продукции.

Важным направлением модернизации является модернизация коммерческой деятельности. Необходимость работы в условиях рынка предполагает, что предприятия должны модернизировать или создавать заново сеть маркетинговой деятельности, товаропроводящую сеть, которая обеспечивает, тщательно изучает и определяет свою политику в области ассортиментной политики, коммерции, финансирования.

В направлении модернизации также нужны интеграционные, корпорационные связи. Многие предприятия оказались втянутыми в старые интеграционные связи, на них давят проблемы тех партнеров, которые не вписались в рыночную экономику. Поэтому они должны рассматривать возможности изменения интеграции как внутри страны, так и во внешнеэкономической деятельности с учетом тех сложностей и проблем, которые создает налоговое законодательство. Таким же новым направлением модернизации является модернизация инновационной деятельности, существующей политики использования инженерного потенциала, научно-технического оснащения.

Таким образом, основными задачами направления совершенствования управления развитием и использованием производственного потенциала при модернизации хозяйственного комплекса является оценка и определение основных объектов и направлений, определяющих рост и использование производственного потенциала, внесение изменений в эти элементы, их модернизацию в соответствии с требованиями внешней и внутренней среды и теми стратегическими задачами, которые ставятся перед хозяйственным комплексом.

Поступила в редакцию 14.06.99

Л.С. Чикалова

ВЛИЯНИЕ ЦИКЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭКОНОМИКЕ НА СТРАТЕГИЮ УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Розглянуто питання інноваційного процесу розвитку техніки та технологій, які мають характер, що пульсує. Цей процес виявляє вирішальне значення на циклічний розвиток усієї економіки. Необхідність управління інноваційними процесами з урахуванням фази чергового циклу є важливою проблемою виходу з кризи та становлення економіки України.

В развитии общества нетрудно проследить два основные факторы развития - науку и технику, которые дают человеку достаточные средства для активного и сознательного вмешательства во все экономические и социальные процессы. Эти факторы обуславливают специализацию экономической деятельности в масштабах единого государственного комплекса, они определяют продолжающийся процесс разделения труда и реальной концентрации производства, рост технической вооруженности, развитие средств массовой информации, компьютеризации.

Столкнувшись в 90-х годах с кризисом, экономика Украины, приспособившаяся к новым условиям, использует методы хозяйствования, вытекающие из необходимости концентрации ресурсов и производительных сил, с теми же тенденциями которые действуют в экономически развитых странах, в которых кризисные процессы начались в 70-х годах.

Стратегическое управление развитием промышленного комплекса подчинено законам, определяющим развитие и поведение экономических систем, основывается на всеобщем законе развития природы и общества: развитие через возникновение и разрешение противоречий. Прямая и обратная связь между изменениями производительности и условиями производства ведет к постепенному накоплению различных противоречий, которые приводят к кризисным явлениям: краткосрочным (относительно слабым), циклическим (средней продолжительности) с их более глубокими кризисными явлениями и, наконец, длительным процессам, разрешающим клубок противоречий, накопившихся в течение нескольких циклов средисей

продолжительности

Основа существования любого государства - экономическое хозяйство, а основой экономики является производство, соответственно все основные противоречия накапливаются в производстве, и основным из них является изменение в условиях технологического уклада производства.

Периодическая смена производственного оборудования более усовершенствованным, изменение или полная смена технологий приводят к изменению методов производственного процесса. Все эти явления носят циклический (или волновой) характер.

Экономические волны (циклы), как уже было сказано выше, имеют различную амплитуду колебания - от сезонных до длинных (40-60 лет). Краткосрочные циклы, например сезонные, определяют сменяемость определенных видов работ. Долгосрочные циклы, длинные волны - пропорции и характеристики развития общества, государства. К циклам длинной волны относятся циклы Н.Д. Кондратьева, которая включает четыре фазы. Каждая фаза определена соответствующими ситуациями в развитии производственного комплекса государства. Так, анализ циклического развития производственного комплекса Украины показывает, что мы переживаем переходный период от первой ко второй фазе (депрессии к оживлению) структурного кризиса, что также является фазой длинной волны. Для фазы депрессии характерны длительная стагнация в традиционно важных отраслях и секторах производства, длительные нарушения в кредитно-денежной и валютных сферах, в финансах, международной торговле; кризис существующих форм организации и регулирования экономики. Но в то же время уже происходит оживление деловой активности в сельском хозяйстве и производственных отраслях переработки сельхозпродукции. Такой кризис демонстрирует, что дальнейшее расширение экономической активности темпами, превышающими исторически средние темпы роста, невозможно без коренной ломки отраслевой структуры производства, системы межотраслевых связей и технологических зависимостей, сложившегося международного разделения труда, господствующих форм организации экономики и существующих методов рыночного и государственного регулирования.

Кризис возникает тогда, когда старая структура экономики в целом приходит в конфликт с запросами новой технологии, но еще не готова для изменений. Причиной неподготовленности к инновационным процессам различны, но одним словом это можно охарактеризовать как отсутствие благоприятных условий.

В период экономической стабильности (70-80-е годы) научными институтами разрабатывалось много интересных программ, которые так и не были применены практически (внедрены) в производство. Незаинтересованность промышленных предприятий в освоении новых технологий привела страну к отставанию в техническом развитии на фоне экономически развитых стран.

Если в этих странах фактор падения производства является основным сигналом к внедрению новой техники и технологий и постоянно движет интенсивно или экстенсивно технологический прогресс вперед, то при командно-административном управлении регулирование нормы прибыли проводилось в основном путем ценовой политики. Развитие промышленного оборудования велось экстенсивным путем, вследствие чего длительное время недоиспользовались в полной мере потенциальные возможности применяемых технологий. Игнорирование необходимости улучшающих инноваций привело в конечном итоге к отставанию в создании новых базисных технологий, так как только в процессе постоянного технического поиска возможно открытие принципиально новых направлений.

Монополизация цен, отсутствие конкурентности явилось тормозом развития технического прогресса. Мнение о том, что технический прогресс развивается непрерывно, - ошибочно. В действительности он носит пульсирующий характер. Согласно теории Герхарда Менша, наступает такой период, когда страны впадают в кризис, выход из которого невозможен в рамках существующей техники и данного международного разделения труда. Причиной такого кризиса является недостаточный запас или даже отсутствие революционных или базисных нововведений.

Выйти из-под двойного гнета, "догнать и перегнать" развитые страны экономике Украины на данный момент не под силу. Необходимо выполнить первую часть лозунга - "догнать", что возможно за счет использования существующих в развитых экономических странах новейших техники и технологий, привлекая инвесторов в крупные производственно-финансовые системы. Наряду с этим необходимо возродить научный потенциал страны. Стабильность экономики государства зависит от научно-технического потенциала как в его натуральной стоимости (техника и технологии), так и в высококвалифицированных кадрах. Сложная экономическая ситуация, возникшая в Украине, привела к парадоксу - отсутствию его практического применения.

Так как инновационная деятельность в промышленности представляет собой сложный процесс, требующий привлечения квалифицированных специалистов, мониторинга ученых отечественных и зарубежных исследований, выполнения

масштабных трудоемких научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, наличия производственной базы для изготовления и апробации опытных образцов. Возродить научный потенциал необходимо в тесном контакте с крупными производственными системами, потому что небольшим, а зачастую и средним по масштабам деятельности предприятиям это не под силу. Проблемы создания соответствующих условий для проведения инновационной деятельности существенно упрощается в крупных производственно-финансовых системах.

Проведенная политика приватизации крупных производственных систем предоставила возможность трудовым коллективам более свободное маневрирование финансовыми средствами, но не сняла ответственности с государственного управления, оставив за государством большой пакет акций. Поэтому неподвластные рынку функции оно должно взять на себя. Государство имеет основные способы воздействия на характер производимых товаров и услуг, технологию их производства и распределения среди населения. Таковыми являются: регламентация технологии производства и стандартов; наделение правами одних производителей вникать в деятельность других; использование фискальной политики, государственное потребление товаров и услуг. Мобилизацию внутренних ресурсов для повышения технического уровня и совершенствования структуры промышленности легче осуществить при активной роли государства.

Активная роль государства должна проявляться не в голом администрировании, а в разработке и осуществлении стратегии развития производственных комплексов, основанной на содействии инновационной деятельности, осуществления той программы деятельности, которая согласуется со структурой фаз и стадий циклов разной длины, действующих в рассматриваемый период.

Список литературы: 1. *Меньшиков С.М. Клименко Л.А.* Длинные волны в экономике. - М.: Наука, 1983. 2. *Козаченко А.В., Житный П.Е., Автономов С.В.* Инвестиционная поддержка инновационных стратегий в крупных производственных системах. - К.: Техніка, 1998. 3. *Адаптация промышленных предприятий к научно-техническим новшествам* / Под ред. В.Н. Гончарова. - К.: Техніка, 1993. 4. *Герчикова И.Н.* Менеджмент. - М.: Банки и биржи, 1998.

Поступила в редакцию 21.05.99

В.С. Дубель

ФОРМИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОЙ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Розглянуто питання щодо розробки фінансової стратегії розвитку підприємства. Проведено аналіз інвестицій за строками, видами галузей, терміну окупності та життєвого циклу.

Разработка финансовой стратегии и формирование структуры капитала предприятия является сложной задачей. Сложность определяется острым дефицитом финансовых ресурсов в экономике Украины, слабостью банковской системы, неспособной масштабю финансировать инвестиционные проекты, низкой инвестиционной привлекательностью промышленных предприятий вследствие высокого износа основных фондов и нестабильностью хозяйственного законодательства. В этих условиях особенно важно определять рациональную, реальную финансовую стратегию, учитывающую не только цели развития предприятия, но и объективно действующие ограничения по финансовому обеспечению достижения этих целей.

Финансовая стратегия основана на долгосрочном планировании источников фондов, т.е. планировании получения денежных средств в тот период, когда они будут нужны, и из таких источников, которые потребуют относительно низких затрат. Для этих целей предприятие должно выбрать оптимальное соотношение различных источников доходов от собственной деятельности, долговых обязательств (банковский кредит, выпуск облигаций, векселей), эмиссии акций как источника увеличения собственного капитала.

Особенность рынка капиталов, денежных кредитов, ценных бумаг состоит в том, что развитие любой фирмы, любого производственного предприятия происходит не столько за счет собственного капитала, сколько за счет заемных ресурсов. Первоначальное накопление капитала - этап в развитии всей экономики в целом, а не отдельного предприятия. Он нужен для концентрации капитала, в том числе и заемного, чтобы создать условия для развития промышленных предприятий, быстро

реагирующих на рыночную конъюнктуру.

Мы считаем, что перелив капитала из одной отрасли в другую, приток капитала в наиболее перспективные предприятия является важнейшим фактором формирования структуры экономического комплекса, соответствующей промышленно развитым странам.

Широкому восприятию данного положения во многом мешает глубоко укоренившаяся антирыночная идеология, ориентация многих хозяйственных руководителей в период "перестройки и ускорения" чуть ли не исключительно на самофинансирование. Рынок высоко оценивает те промышленные предприятия, у которых есть инициатива, нестандартный подход, собственные коммерческие и технологические идеи. Для реализации идей предприятие использует привлеченный капитал (выпуск акций) и заемный капитал (выпуск облигаций, кредиты коммерческих банков).

Разработка финансовой стратегии как составной части стратегического планирования требует определения потребности в основном и оборотном капитале и планирования источников привлечения капитала. Такими источниками могут быть: прибыль, полученная от производственной деятельности; выпуск акций; долговые обязательства, доходы от продажи излишних активов. Долговые обязательства - наиболее сложная проблема формирования финансовой стратегии.

Основной финансовый риск, возникающий при формировании стратегического плана, - риск процентных ставок на финансовом рынке. Управление данным видом риска требует самого тщательного анализа динамики процентных ставок. Если управляющий финансами ориентируется на заемные средства, взятые по фиксированной ставке, то возникает риск снижения процентных ставок. Если кредит был взят по плавающей процентной ставке - возникает риск повышения процентных ставок. Очевидно, что требуется управление данными видами риска.

Разработка финансовой стратегии требует тщательного анализа направления капиталовложений, поскольку инвестиции могут быть трех групп: взаимодополняющие, взаимоисключающие и независимые инвестиционные проекты.

Независимые инвестиционные проекты предполагают, что осуществление инвестиций технически возможно и не зависит от принятия решения по другим инвестициям. Денежные потоки от данных инвестиций практически не изменяются, независимо от того, будет ли реализован другой проект.

Взаимоисключающие капиталовложения долгосрочного периода означают, что осуществление одного проекта делает технически невозможным другой инвестиционный проект. Или при реализации двух проектов денежные потоки от каждого из них будут значительно уменьшены или практически сведены к нулю.

Наиболее целесообразно при разработке финансовой стратегии планировать взаимодополняющие капиталовложения на долгосрочный период, поскольку в такой ситуации возникает синергетический эффект. При планировании вложений капитала на долгосрочный период особое внимание требуется уделять анализу инвестиций по сроку окупаемости и жизненному циклу.

Период окупаемости определяется как отношение стоимости инвестиционного проекта к дисконтированной стоимости аннуитета.

Здесь вновь возникает проблема управления финансовыми рисками, поскольку величина дисконтированной стоимости аннуитета зависит от уровня ожидаемого риска.

В мировой практике различают два вида стратегии предприятия по инвестициям: внутренние стратегии развития, характеризуемые увеличением или "модернизацией" оборудования предприятия; внешнюю стратегию развития, реализуемую при помощи инвестиций в другие компании. Инвестиции, осуществленные за пределами предприятия (фиксируются по статье "финансовые инвестиции", которые состоят в основном из ценных бумаг, участия и кредитов под вложения в капитал участия (таблица).

Оценка стратегии развития предприятия может производиться соотношением изменений статьи "финансовые инвестиции" к общей сумме инвестиций за данный период.

Данный анализ целесообразно дополнить анализом инвестиции по видам отраслей, которые ведут к изменению долгосрочной политики предприятия или способствуют продолжению существующей политики.

Анализ инвестиции по срокам - способ анализа стратегии предприятия. Различают предприятия, идущие на долгосрочный риск, и предприятия, политика которых ограничена краткосрочным периодом.

Разработка финансовой стратегии

Капиталовложения	Источники финансирования
1. Вложения в материальные активы: <ul style="list-style-type: none"> • оборотный капитал, • основной капитал 2. Вложения в нематериальные активы; 3. Вложения в финансовые активы: <ul style="list-style-type: none"> • участие в дочерних предприятиях; • кредиты дочерним предприятиям; • скупка акций других предприятий с целью поглощения 	<ul style="list-style-type: none"> • прибыль от производственной деятельности; • выпуск акций; • долговые обязательства (облигации); • кредиты коммерческих банков (краткосрочные и долгосрочные), • задолженность по расчетам с предприятиями-поставщиками; • задолженность по расчетам с налоговой инспекцией; • задолженность по расчетам с другими финансирующими компаниями; • реализация избыточных активов

Необходимо учитывать, что взаимосвязь между промышленной и финансовой деятельностью предприятия представляет ключевой момент для понимания концепции финансовых инвестиций.

Список литературы: 1. Ансофф И. Стратегическое управление: Пер. с англ. - М.: Экономика, 1986. 2. Волков Н.Г. Учет долгосрочных инвестиций и источников их финансирования. - М.: Финансы и статистика, 1994. 3. Первозванский А.А., Первозванская Т.Н. Финансовый рынок: расчет и риск. - М.: Инфра-М, 1994.

Поступила в редколлегию 21.05.99

Н.Ф. Стрюк

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Розглянуто питання організації та забезпечення ефективного управління в складній адміністративній системі, а також дія правового механізму щодо підвищення відповідальності, дисциплінованості та ініціативності роботи апарату управління складних адміністративних систем.

Важнейшим, определяющим условием управления в любой организации, а тем более в сложных и сверхсложных организациях, является правовая база. Применительно к организации функционирования сложных административных систем эту правовую базу составляют как общие законодательные акты, начиная с Конституции Украины, Кодекса законов о труде, гражданского законодательства, законов "О предприятии", "О хозяйственных обществах", так и специальные законы, имеющие целевой характер: указы Президента, постановления Кабинета Министров, нормативные ведомственные документы.

Цель всего комплекса нормативно-правовых документов - построить пирамиду власти, ответственности, прав и обязанностей и на этой основе создать эффективно работающий механизм управления как государством в целом, так и отдельно взятой организацией.

Особенности формирования правовой базы организации управления определяются короткой историей существования Украины как независимого государства. Следствием этого является действие законодательных актов с поправками и изменениями, принятыми еще в СССР, в начале перестроечного периода и принятыми Верховной Радой прошлого и нынешнего созыва. Это определило наличие противоречий, нерешенных законодательно многих вопросов управления организациями различных форм собственности.

Наличие нерешенных проблем создает сложности в организации управления сложными объектами в общенациональном масштабе. Но кроме этих, глобальных проблем имеются и локальные правовые проблемы, возникающие в рамках отдельного

ведомства, организации. Эти проблемы решаются средствами ведомственных нормативных актов, приказов, распоряжений. На уровне отдельной организации правовое поле управления дополняется внутренними документами: инструкциями, положениями, стандартами. При этом в хозяйственных организациях, несмотря на сложность управляемых процессов, внутренние правовые документы в большей степени ориентируются на конечный результат работы, определяющий существование организации. В нехозяйственных организациях конечный результат имеет менее конкретные критерии, поэтому часто внутренне правовые документы ориентированы на организацию согласно процессу управления. Именно в этих случаях чаще всего и возникают противоречия в целевых установках структурных подразделений, происходит процесс торможения принятия как ответственных, так и обычных решений.

Целью функционирования правового механизма управления в сложной административной системе следует считать регулирование правоотношений между субъектами деятельности организации в процессе реализации ею своей миссии. Правовой механизм включает четыре блока правовых норм, обеспечивающих его функционирование:

- систему правовых норм, регулирующих способы деятельности организации (внутреннюю организационно-функциональную деятельность) и процессы их организации (создание, реорганизацию, ликвидацию);

- систему норм, регулирующих правоотношения в процессе деятельности (создание конечного продукта, развитие организации, при выполнении функции организации в целом и ее структурными подразделениями, при прогнозировании деятельности организации);

- систему норм, регулирующих правоотношения между органами государственной власти и управления, организациями различных организационно-правовых форм,

- систему норм судебного рассмотрения споров, разногласий, конфликтов.

При этом регулирующую функцию выполняет не сама норма права, а сформированная в рамках этой нормы мотивация деятельности, образуемая соответствующими экономическими и организационными мотивационными механизмами.

Реализация на практике этих положений проявляется в формировании требований, ответственности и стимулов выполнять с надлежащим качеством

определенные действия: организующие, т.е. проявляющиеся в условиях организации как трудовой, так и исполнительной дисциплины; производственные - соответственно, в производственной дисциплине, качественные, т.е. определяемые точным выполнением технологии работ, что определяется технологической дисциплиной.

Стремление обеспечить четкое функционирование системы управления и организации в целом обычно идет по пути создания комплексной заинтересованности и ответственности за строго дисциплинированное поведение по всем направлениям, но при этом возникает риск другой крайности - чрезмерной заорганизованности управления организацией, наличия подавления инициативы работников.

Наибольшую эффективность работы сложной административной системы обеспечивает баланс высокой ответственности, высокой заинтересованности, с сохранением права на инициативу, за соблюдение всех видов дисциплины. Нарушение этого баланса приводит или к потере управляемости объектом, или к заорганизованности, бюрократизации процесса управления.

Рассмотрим действие правового механизма по повышению ответственности, дисциплинированности и инициативности работы аппарата управления сложных административных систем.

Укрепление дисциплины, повышение ответственности каждого исполнителя за свой сектор работы предполагает комплекс мер различного характера - организационного, экономического, воспитательного и пр. Синтезирующим, объединяющим и согласующим все эти меры фактором служит правовая основа - действующее и постоянно обновляющееся законодательство.

Как уже отмечалось, управленческий труд регламентируется множеством документов. Они закладывают основу работоспособности организации. К ним относятся в первую очередь акты, устанавливающие, кто и что должен делать при организации деятельности. Это - положения и должностные инструкции, закрепляющие круг обязанностей работников и необходимые для их реализации права. В силу первостепенного значения таких документов для обеспечения четкости в управлении ниже раскрываются их структура, содержание, порядок разработки и утверждения.

Однако практическая деятельность ставит перед работниками и другие вопросы: каким образом выполнять обязанности, какими методами и средствами, каковы последствия нарушений установленного порядка. На эти вопросы дают ответы иные

документы. Речь идет о регламентах, инструкциях, правилах и актах, устанавливающих "технологии" управленческой деятельности, взаимосвязи при осуществлении тех или иных действий.

Особое место в механизме правового регулирования занимает юридическая ответственность. Законодательством предусмотрены следующие ее виды: дисциплинарная, административная, материальная и уголовная. На практике нередко возникают трудности при применении санкций из-за незнания работниками, прежде всего руководителями, механизма (стадий, этапов) применения юридической ответственности. Поэтому необходима методика формализованной реализации ответственности, позволяющая оценить тяжесть проступка, вину правонарушителя и выбрать меру наказания.

Действующая нормативно-правовая база, наряду с законами, указами, постановлениями правительства, включает акты вышестоящих организаций, а также огромное количество нормативных документов, подготовленных, утвержденных и реализуемых на предприятиях, учреждениях и организациях. Именно этими документами в значительной степени регулируется деятельность работников в конкретных условиях. Поэтому от соответствия ведомственных и локальных нормативных актов действующему законодательству, от их взаимосогласованности в немалой степени зависит успешное решение задач по укреплению дисциплины и правопорядка в управлении, по обеспечению качества работы служащих.

Список литературы: 1. Введение в теорию государственно-правовой организации социальных систем /Под ред. Е.Б. Кубко. - К., 1997. - 189 с. 2. *Круглов М.И.* Стратегическое планирование и управление акционерными компаниями. - М., 1998. - 498 с. 3. *Круглова Н.Ю.* Хозяйственное право. - М.: Русская деловая литература, 1997. - 608 с.

Поступила в редакцию 21.05.99

М.Н. Деркач

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ПЕРЕХОДНОЙ ЭКОНОМИКИ

Розглянуто деякі сучасні проблеми розвитку трансформаційної економіки України. Обґрунтовано необхідність більш широкого застосування інституційних підходів у дослідженні перехідної економіки, що може стимулювати розробку ефективної макроекономічної політики в Україні.

Переходная экономическая система представляет для исследователя объект повышенной сложности. Сложность эта обуславливается такими характеристиками, как неравновесность, неустойчивость, динамизм, когда многие элементы и взаимосвязи системы еще не сформированы и пребывают в стадии становления. В таких условиях использование научных подходов, хорошо себя зарекомендовавших при исследовании зрелой экономической системы, оказывается малоэффективным. Это актуализирует проблему смены научного инструментария, применяемого для изучения переходной экономики Украины.

Одним из способов обновления последнего является использование проблематики других социальных наук: социологии, социо- и этнопсихологии, различных областей права - в экономической теории с целью изучения влияния социальных, психологических и других факторов на экономические явления и процессы. Исследования такого рода составляют суть институционального направления экономической мысли. Первые работы в этой области начали появляться в 20-30-х гг. XX ст. В 1929г. была опубликована "Теория праздного класса" основателя американского институционализма Т.Веблена, в 1934г. - "Институциональная экономика и ее место в экономической теории" Р.Коммонса, в 1938г. - "Лекции о типах экономической теории" У.К.Митчелла, а также другие работы. С этого времени исследования в рамках того или иного направления институционализма практически не прекращались. В связи с этим, традицию рассматривать экономические явления и процессы во взаимосвязи с объектами изучения социологии, психологии, права

нельзя назвать новой. Вместе с тем, нам представляется, что применение институциональных подходов к исследованию переходных явлений и процессов в Украине, а именно изучение переходной экономики с позиции институциональных изменений, обладает как практической значимостью, так и научной новизной.

Это обусловлено в первую очередь тем, что большинство подразделов институционализма в течение многих лет было terra incognita для отечественных экономистов. Исследования в русле неинституциональной экономики, конъюнктурно-статистического и правового институционализма практически не проводились. В результате в этом направлении образовался своего рода разрыв между достижениями отечественной и мировой экономической науки. В то же время, процесс демократических перемен в Украине и других государствах СНГ открыл возможности как для изучения мирового наследия, так и для проведения конкретных экономических исследований в любой области. Следовательно, можно говорить о том, что перед украинскими исследователями открывается ряд перспектив для преодоления подобного отставания. При этом путь, проделанный, к примеру, американским институционализмом за десятилетия, в Украине предстоит пройти в минимальные сроки.

Скорейшее расширение национального научного инструментария институциональными подходами к исследованию переходной экономики необходимо в силу ряда причин. Одна из них заключается в том, что факторы институционального характера оказывают большое влияние на развитие экономической системы и динамику переходных процессов. Под институциональными факторами подразумеваются характерные черты экономических, социальных, правовых и психологических институтов, координирующих деятельность экономических агентов в Украине.

В любой экономической системе институты - формальные и неформальные правила и нормы - играют большую роль, так как лежат в основе мотивации индивидов и являются определяющими для поведения. В связи с этим, любое его действие можно рассматривать как следствие воздействующих на него институтов. Однако в случае, когда система правил и норм действует эффективно, то есть способствует нормальному функционированию экономической системы, их значение отступает на второй план. При этом может возникнуть ситуация, когда существование системы правовых и социально-психологических институтов, лежащих в основе рыночного способа координации,

считается чем-то само собой разумеющимся, не представляющим научного интереса. Осознание важности исследования институциональных основ взаимодействий приходит тогда, когда институты начинают оказывать негативное влияние на функционирование экономической системы.

Примеры событий такого рода можно найти, обратившись к новейшей экономической истории Украины и России, а именно к начальному этапу перехода от командно-административной к рыночной экономической системе. Одним из необходимых, но недостаточных условий успешной трансформации выступала нейтрализация действия хозяйственного механизма плана экономической системы. В ходе этого предполагалось предпринять следующие шаги:

- отменить систему гарантированных госзаказов,
- отменить механизм гарантированного снабжения ресурсами,
- отменить практику установления твердых цен,
- ввести режим самофинансирования предприятий и жесткой финансовой ответственности.

Все эти меры были призваны положить начало процессам перехода от административных методов аллокации ресурсов к более гибким и рыночным формам. В свою очередь, обращение к рыночному способу координации должно было стимулировать процессы превращения предприятий в самостоятельные экономические единицы, вести к более рациональному использованию ограниченных ресурсов, хозяйственной дисциплине, появлению стимулов для эффективной хозяйственной деятельности, а в более долгосрочной перспективе – появлению иной хозяйственной этики.

С позиции институционализма, переход к другому способу координации деятельности экономических агентов, и в частности к изменению механизмов в аллокации ресурсов и появление новых ограничений в деятельности, означает радикальную смену "правил игры" и появление новых норм и правил хозяйственного поведения. Интересующий нас в данном случае вопрос – какова реакция экономических агентов на институциональные нововведения. В качестве нововведений в данном случае будем рассматривать отмену государственной монополии в распределении ресурсов.

предоставление субъектам экономической деятельности относительной самостоятельности и появление системы жестких финансовых ограничений.

Исследования переходных процессов показывают, что основной формой реакции экономических агентов на институциональные инновации стало активное или пассивное противодействие распространению новых правил и норм. В качестве одного из его способов можно рассматривать использование в хозяйственном обороте низколиквидных денежных обязательств, а именно векселей, эмиссированных в рамках нефинансового сектора. На свои низко-ликвидные долговые обязательства предприятия получают возможность приобретать сырье, комплектующие, расплачиваться за энергоносители и железнодорожные перевозки. При этом создается система взаимного вексельного кредитования, которая позволяет не реагировать на традиционные макро- и микроэкономические сигналы. Ее действие может проявляться следующим образом.

Из курса экономической теории известно, что повышение цен на ресурсы при прочих равных приводит к увеличению издержек производства товара и смещает кривую предложения влево. Это должно привести либо к повышению цен на продукцию, либо к сокращению объема выпуска, либо к тому и другому одновременно. Однако в случае переходной украинской экономики возможна иная реакция экономического агента на подобный макроэкономический сигнал: предприятие не станет повышать цены на производимую продукцию, не будет пытаться поддержать себестоимость на том же уровне за счет экономии на других компонентах затрат и не будет снижать объем выпуска. Такой вариант развития событий возможен в том случае, если целевой функцией экономического агента является не максимизация прибыли, а сохранение устоявшихся связей с потребителями продукции, стремление минимизировать неопределенность, порождаемую рынком, и сохранить черты прежнего хозяйственного уклада. Все эти мотивы можно рассматривать как проявление противодействия влиянию новых правил хозяйственного поведения. На достижение именно этой цели частично направлена в Украине система взаимного кредитования предприятий, созданная путем эмиссии и обращения низколиквидных векселей. Расплачиваясь долгами, предприятие получает возможность избежать необходимости подчинения тем финансовым и ресурсным ограничениям, которые являются неотъемлемой частью процесса ценообразования в условиях рынка.

Таким образом, становится очевидно, что основной реакцией руководителей предприятий на изменение внешних условий стало активное сопротивление новым "правилам игры". Широкое распространение системы денежных суррогатов можно рассматривать как одно из его проявлений. Последствия использования последней хорошо известны, поэтому имеет смысл остановиться лишь на некоторых из них. Это, в первую очередь, деформация ценового механизма, проявляющаяся в глубоких искажениях системы цен, себестоимости и прибыли. Это - воссоздание схемы деловых отношений, известной при социализме под названием "дружбы директоров", выступающей проявлением того экономического традиционализма, который резко противостоит рыночным принципам ведения хозяйственной деятельности, а также другие негативные моменты.

Однако макроэкономические и социальные последствия того образа действий, который в данном случае направлен на противостояние институциональным инновациям - широкому использованию рыночного способа координации экономической деятельности и появлению системы жестких финансовых ограничений - гораздо более серьезны. В долгосрочной перспективе отмена государственной монополии на распределение ресурсов не привела к желаемым результатам - экономического перерождения не произошло: предприятия не стали менять структуру затрат, искать более эффективные способы использования ресурсов и тем более пытаться приспособиться к изменениям потребительского спроса. Вместо этого основная энергия субъектов хозяйственной деятельности оказалась направленной на то, чтобы найти способы нейтрализовать опасное действие новых правил и норм.

Таким образом, устоявшиеся типы делового поведения, хозяйственный "этнос" и лежащие в его основе правила и нормы могут оказывать решающее влияние на результаты мероприятий экономической политики государства и выступать факторами, способными как тормозить, так и способствовать экономическому развитию. Вследствие этого исследование переходных процессов с точки зрения трансформации институтов имеет исключительное значение для формирования разумной и эффективной экономической политики, направленной на преодоление многочисленных кризисных явлений и стимулирование переходного процесса.

Поступила в редколлегию 07.05.99

М.Н. Головащенко

АНАЛИЗ РЫНКА ЦЕННЫХ БУМАГ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МАРКЕТИНГОВОЙ СТРАТЕГИИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ

У статті розглядаються питання аналізу ринку цінних паперів при формуванні маркетингової стратегії підприємства на фондовому ринку. Показано необхідність і доцільність формування маркетингової стратегії підприємства на фондовому ринку, розкрито зміст етапу аналізу при формуванні маркетингової стратегії, особливу увагу приділено ситуаційному аналізу.

Рынок ценных бумаг представляет собой сложный, объемный, динамичный и высококонкурентный рынок, правила поведения на котором являются очень жесткими, регулируются государством и должны отличаться высокой социальной ответственностью, чтобы не вызывать финансовых потрясений.

Товаром на рынке ценных бумаг являются ценные бумаги, услуги по выпуску и обращению ценных бумаг, информация, нематериальные активы, связанные с выпуском и обращением ценных бумаг, товарно-материальные компоненты рынка.

Отечественный рынок ценных бумаг представляет собой малоликвидный, незначительный по объемам рынок, находящийся на начальной стадии развития, неспособный обеспечить прибыльную работу большинства действующих на нем организаций. Фондовому делу в Украине присущи исключительно высокий уровень риска, инфляция, политическая и макроэкономическая нестабильность, отсутствие ресурсной базы и полноценной инфраструктуры. Наконец, этот рынок не имеет еще своих признанных лидеров и не располагает стабильными поставщиками (эмитентами), посредниками (инвестиционными институтами) и товарами (ценными бумагами), пользующимися общественным доверием.

Нестабильность и неразвитость украинского фондового рынка не являются препятствием для выхода на него в качестве инвесторов и субъектов портфелей ценных бумаг украинских предприятий. Выход предприятия на фондовый рынок не должен быть стихийным, а должен основываться на результатах проведения

маркетинговых исследований фондового рынка и осуществляться в соответствии с разработанной маркетинговой стратегией предприятия.

Необходимость маркетинговых исследований товарных рынков уже не вызывает сомнений у руководителей украинских предприятий, а принципы, содержание и последовательность таких исследований достаточно широко освещены в современной зарубежной и отечественной литературе. Исследования фондового рынка и формирование маркетинговой стратегии предприятия на фондовом рынке являются новой сферой маркетинга, которая нуждается в формировании и дальнейшем развитии.

Маркетинговая стратегия предприятия на фондовом рынке должна предусматривать программу действий предприятия, с одной стороны, в качестве портфельного инвестора, а с другой - в качестве эмитента акций, размещение которых позволит предприятию получить необходимые ресурсы для расширенного воспроизводства капитала.

В соответствии с [1] формирование маркетинговой стратегии предприятия на фондовом рынке охватывает несколько перекрывающихся этапов - целеполагания, анализа, выработки прогноза, конструирования, оценки и реализации стратегии.

Этапы целеполагания и анализа являются системообразующими этапами при формировании маркетинговой стратегии, поскольку их результаты определяют, во-первых, необходимость формирования маркетинговой стратегии предприятия на фондовом рынке, а, во-вторых, при принятии решения о формировании такой стратегии результаты проведенного анализа являются основой разработки альтернатив стратегии, которые впоследствии подлежат всестороннему рассмотрению на последующих этапах процесса разработки стратегии.

Этап целеполагания предполагает формирование системы целей маркетинговой стратегии предприятия на фондовом рынке. Цели маркетинговой стратегии предприятия обусловлены его позицией - позицией инвестора или эмитента. Так, цели создания портфелей ценных бумаг украинскими предприятиями существенно отличаются от стандартных, принятых в мировой практике. Причина этого известна - состояние экономики Украины, у которого есть шансы сохраниться достаточно долго: дефицитность, инфляция, падение объемов производства, замедленная трансформация структуры экономики. В этих условиях система целей создания портфеля ценных бумаг может быть следующей: приобретение ценных бумаг, которые по условиям обращения могут заменять денежные средства, доступ к дефицитной продукции и услугам.

имущественным и неимущественным правам через приобретение ценных бумаг, расширение сферы влияния и перераспределение собственности, создание холдинговых структур; слияние или поглощение предприятий. Этап целеполагания заканчивается тогда, когда цели четко сформулированы, осуществлена проверка непротиворечивости целей маркетинговой стратегии на фондовом рынке и целей иных стратегий предприятия, а также определены количественные характеристики целей.

Этап анализа является одним из важнейших в процессе разработки маркетинговой стратегии на фондовом рынке. В ходе анализа выявляются оценки состояния рассматриваемой области деятельности предприятия - фондового рынка, основные закономерности и складывающиеся тенденции на нем, определяется влияние управляющих и возмущающих факторов на объект стратегических разработок. Наиболее важным направлением в анализе при разработке маркетинговой стратегии на фондовом рынке является анализ достигнутых результатов и ожидаемых перспектив на фондовом рынке, который предлагается проводить с помощью ситуационного анализа. При проведении ситуационного анализа фондового рынка должны быть рассмотрены следующие аспекты состояния рынка.

1. Общая макроэкономическая обстановка. Ценные бумаги представляют собой товар, требующий макроэкономической стабильности. При анализе общей макроэкономической обстановки анализируются страховые, политические, законодательные, инфляционные риски, определяющие целесообразность инвестирования в ценные бумаги и проведения операций с ними. Фондовые ценности намного быстрее теряют свою стоимость и потребительную стоимость, чем другие товары. Важным компонентом макроэкономического окружения, глубоко влияющим на рынок ценных бумаг, является инфляция. Ее высокий уровень, а тем более гиперинфляция, способны разрушить даже самые развитые фондовые рынки. Важно учитывать и тот вклад, который вносят в инфляционный климат и спрос на ценные бумаги такие регуляторы, как налоги, монетарная политика, регулирование цен, доходов, стимулирование инвестиционной активности предприятий государством. В конечном итоге важно исходить из общей оценки благоприятности инвестиционного климата, объема и динамики, платежеспособности спроса на ценные бумаги.

2. Ситуация на фондовом рынке. В сферу анализа должны входить стадия развития фондового рынка в Украине, его текущее состояние и краткосрочные изменения (модели на те или иные ценные бумаги, сезонные колебания, влияние и

конкуренция рынков товаров "заменителей" - кредитный рынок), объемы перераспределении ресурсов через бюджет.

3. Отраслевой аспект анализа фондового рынка. Объектом анализа является стадия жизненного цикла отрасли, поскольку она прямо влияет на курсовую стоимость ценных бумаг, эмитируемых в данной отрасли. Устойчивость отрасли в отдельных макроэкономических циклах экономики определяет степень подверженности курсовой стоимости ценных бумаг нежелательным колебаниям на кризисных стадиях макроэкономического цикла.

4. Региональный аспект анализа фондового рынка. Региональный разрез в ситуационном анализе фондового рынка предполагает анализ стадии жизненного цикла экономики региона, который предполагает изучение таких вопросов, как устойчивость экономики региона к средне- и краткосрочным макроэкономическим колебаниям, специфические региональные риски, влияние конкуренции смежных регионов. Все указанные факторы могут вызвать положительную или отрицательную динамику рынка ценных бумаг в регионе и соответствующих фондовых ценностей на общенациональном рынке.

5. Демографические и социально-культурные факторы. Маркетинговые исследования украинского рынка ценных бумаг должны осуществляться с учетом таких факторов, как социально-культурные традиции и демографические факторы, оказывающих значительное влияние на формирование рынка. Декретированное уничтожение всех ценных бумаг и обязательств по ним в 1917 -1918 гг., повторное прекращение их обращения в 30-х годах, долгая практика принудительного инвестирования средств населения в государственные облигационные займы, наконец, бытовавшее отношение к ценным бумагам как к спекулятивному фиктивному капиталу сформировало устойчивое отрицательное отношение населения к ценным бумагам как к товару. Существование командно-директивной экономики в бывшем СССР искоренило культурные навыки операций с ценными бумагами.

6. Сегментарный анализ. Он предусматривает анализ отдельных сегментов рынка по видам ценных бумаг, регионам, регулируемых различными государственными органами, видам фондового рынка (первичный, вторичный, биржевой, внебиржевой).

7. Анализ микроэкономической ситуации. На этом уровне изучают финансовое состояние предприятия, его активы, управление персоналом и иными ресурсами, результаты ранее выбранной маркетинговой политики, деятельность конкурентов

предприятия и их позиции на фондовом рынке.

Ситуационный анализ фондового рынка позволяет получить общую оценку состояния фондового рынка Украины на момент формирования маркетинговой стратегии предприятия. Результаты ситуационного анализа являются основой принятия решения предприятия о необходимости и целесообразности выхода на фондовый рынок, продолжения операций с ценными бумагами в неизменном или расширяющемся объеме. При принятии положительного решения предприятие может приступать к формированию маркетинговой стратегии на фондовом рынке. На этой стадии формирования маркетинговой стратегии проводится позиционный анализ, который призван определить "реперные" точки будущей маркетинговой стратегии. В ходе позиционного анализа рассматриваются следующие вопросы.

1. Определение типа маркетинговой стратегии предприятия на фондовом рынке. Тип стратегии зависит от позиции предприятия, от преследуемых им на фондовом рынке целей, а также от состояния фондового рынка в Украине - неликвидного, находящегося на начальном периоде его становления при масштабной приватизации, глубокой структурной перестройке хозяйства, сочетающейся с кризисом и инфляцией. В настоящее время для украинских предприятий можно предложить агрессивные, умеренные и имитирующие маркетинговые стратегии.

2. Определение степени риска стратегии. Формирование портфеля ценных бумаг в условиях украинской экономики связано с очень высоким уровнем рисков. Степень риска маркетинговой стратегии зависит от многих обстоятельств и не в последнюю очередь от позиции руководства предприятия в оценке и восприятии риска, от его готовности пойти на принятие рискованной стратегии. Однако следует заметить, что, независимо от степени принимаемого в стратегии риска, наиболее успешными будут те маркетинговые стратегии, которые предусматривают меры по снижению и ограничению риска. Таким образом, неотъемлемым компонентом маркетинговой стратегии предприятия на фондовом рынке является оценка уровня риска и формирование мер по его снижению и ограничению.

3. Анализ непротиворечивости целей создания портфеля ценных бумаг. Любая маркетинговая стратегия на фондовом рынке должна создавать такие комбинации доходности, динамики курсовой стоимости и определенного уровня риска, которые будучи сосредоточенными в определенных ценных бумагах, удовлетворяют потребительским ожиданиям той или иной конкретной группы инвесторов. Важным

требованием к маркетинговым стратегиям на фондовом рынке (отчетливо выраженном в зарубежной практике) является усиление универсальности в операциях с ценными бумагами.

4. Анализ уровня квалификации персонала предприятия. Анализ квалификации персонала, занимающегося разработкой программы действий предприятия на фондовом рынке призван выявить, обладают ли специалисты предприятия знаниями, стандартами поведения, и требованиями, принятыми в мире ценных бумаг.

5. Анализ технической оснащенности предприятия. В практике фондового рынка очень быстро повышается удельный вес ценных бумаг, которые существуют только в форме записей по счетам в компьютерных базах данных. Все информационно-аналитическое обеспечение рынка, раскрытие информации, являющиеся одним из его основополагающих принципов, основаны на использовании компьютерных систем. Соответственно маркетинг ценных бумаг не может не ориентироваться на создание компьютеризированных финансовых продуктов, на полностью компьютерные рынки ценных бумаг.

Таким образом, этап анализа при формировании маркетинговой стратегии предприятия на фондовом рынке, призван показать как состояние фондового рынка в целом, позицию предприятия на этом рынке, так и оценить внутренние возможности предприятия, степень его готовности к выходу на такой рынок, которая к значительной мере зависит от готовности руководства предприятия принять высокую меру риска, присущую фондовому рынку.

Литература: 1. Козаченко А.В. Механизм формирования стратегического управления крупными производственно-финансовыми системами промышленности. - Донецк: ИЭП НАН Украины, 1998. - 348 с.

Поступила в редакцию 21.05.99

ВЕНЧУРНЫЙ КАПИТАЛ И ЕГО РОЛЬ В РАЗВИТИИ БИЗНЕСА

У статті розглядаються проблеми фінансування нового підприємства. Особлива увага приділяється використанню венчурного капіталу. Даються рекомендації щодо його ефективного застосування.

В финансировании предприятий на начальной стадии их развития важное место занимает венчурный капитал.

Когда речь идет о финансировании предприятия, потребности в объемах и сроках финансирования определяет сам предприниматель. Труднее всего найти нужные средства на первом этапе существования предприятия, когда формируется предстартовый или стартовый капитал. Здесь в качестве наиболее вероятных кредиторов выступают частные инвесторы. Частные инвесторы – это просто богатые люди, которые заключают обычно 1-2 сделки в год на сумму от 10 до 500 тыс. долл. При выборе проекта для финансирования необходимо предусмотреть использование венчурного капитала как эффективной формы финансирования предприятия.

Хотя венчурный капитал может использоваться на первом этапе, но чаще всего он привлекается для финансирования предприятий, находящихся на втором и третьем этапах своего существования, и расходуется в основном на развитие и расширение дела.

Главная цель венчурного капитала – обеспечить долгосрочный рост своего капитала через финансирование частного бизнеса. Он финансирует только такие предприятия, проекты которых согласуются с этой целью. Чтобы получить поддержку венчурного капиталиста, предприятие должно удовлетворять следующим трем критериям: во-первых, у него должен быть сильный руководящий коллектив; во-вторых, предлагаемый проект должен обладать уникальными преимуществами с точки зрения производства/сбыта; в-третьих, проект должен характеризоваться высокой нормой прибыли на вложенный капитал (40 – 60%).

Процесс получения венчурного капитала включает такие этапы, как предварительная оценка, достижение общей договоренности, тщательная проверка и

подписание сделки. Прежде чем встречаться с венчурным капиталистом, предприниматель должен составить свой бизнес-план, заручиться рекомендацией лица, пользующегося доверием венчурного капиталиста, и подготовить устное выступление. После краткого знакомства с проектом венчурный капиталист и предприниматель договариваются об общих условиях. Только после этого начинается тщательная проверка проекта. На этом этапе (который может занять от одного до двух месяцев) подробно анализируются рынки сбыта, характеристики отрасли, к которой относится проект, и финансовые вопросы. На последнем этапе готовится подробный документ, отражающий все детали сделки.

Определение стоимости компании – забота предпринимателя. Построив такую оценку, предприниматель может прикинуть, на какую долю капитала его фирмы будет претендовать инвестор, если предоставит требуемую сумму. В основу стоимостной оценки предприятия могут быть положены восемь факторов: существо предлагаемого проекта на фоне истории развития подобных предприятий, экономические перспективы, балансовая стоимость, ожидаемые прибыль и размеры выплат по дивидендам, нематериальные ценности, продажа акций и рыночная цена акций сходных компаний. Методов оценки также существует много. Среди них – оценка схожей акционерной компании; приведенная оценка будущей рыночной стоимости компании; оценка по восстановительной стоимости; по балансовой стоимости; по доходам; факторный метод и оценка по ликвидационной стоимости.

Могут быть выделены три основных рынка венчурного (рискового) капитала: неофициальный рынок рискового капитала; рынок венчурного капитала; официальный рынок ценных бумаг.

Неофициальный рынок рискового капитала (привлечение средств частных инвесторов) играет существенную роль в финансировании новых предприятий в развитых странах Запада. При этом наблюдается тенденция роста объема таких инвестиций по мере накопления частных и семейных богатств предпринимателей. Аналогичная картина накопления богатств наблюдается и у нас. Однако рынок частного рискового капитала в Украине крайне не развит. Наиболее распространенными способами финансирования предпринимателей со стороны частных лиц являются приобретение ими акций или долевое участие в товариществе с ограниченной ответственностью и в предприятии другой организации – правовой формы, то есть такие формы вложения капитала, которые позволяют лицу участвовать

в управлении предприятием. Инактивности же без условия участия в управлении со стороны частных лиц встречаются у нас довольно редко. Основной причиной этого являются, по всей видимости, неразвитая нормативная база и отсутствие опыта практического осуществления таких способов финансирования, в связи с чем такой инвестор не чувствует себя достаточно гарантированным от возможных убытков.

Фактически венчурный капитал может быть охарактеризован как источник долгосрочных инвестиций, предоставляемых обычно на пять лет компаниям, находящимся на ранних этапах своего становления, существующим предприятиям для их расширения и модернизации, а также для финансирования отдельных предприятий, входящих в крупные корпорации или частные фирмы. Участие венчурного капитала в финансировании им предприятия на практике осуществляется через акции, долговые расписки или конвертируемые ценные бумаги.

Использование венчурного капитала не получило пока широкого распространения в нашей предпринимательской практике из-за слабого развития рыночных отношений, отсутствия соответствующей нормативной базы, надлежащего практического опыта инвесторов и др.

На основе вышесказанного можно сделать заключение о необходимости наиболее полного и эффективного использования венчурного капитала при финансировании нового предприятия.

Поступила в редакцию 10.06.99

*I.A. Medvedev***МАРКЕТИНГ МОВИ**

Розглянуто сучасний стан впровадження української мови у різноманітній сфері людської діяльності. Запропоновано шляхи, методи й засоби активізації цього процесу.

За час державності України зростає потік заяв до україномовних навчальних закладів, підвищується попит на українські книги, зростає зацікавленість її історією та культурою. Але способи активізації впровадження української мови використовуються не досить ефективно. Проблеми концентрації української мови у всіх сферах життя практично не вивчаються. В інформаційному просторі України багато іншомовного матеріалу, на місці якого може і повинен бути український.

Сучасна українська мова є багатолітнім надбанням українського народу. Вона створена зусиллями багатьох поколінь. Становлення народу тісно пов'язано з формуванням його мови. Усі сторони пізнавальної і творчої діяльності людини, кожний момент її свідомості супроводжуються мовою. Літературна мова — це мова державних, громадських, політичних установ, організацій, навчальних закладів, науки, художньої літератури, ділового спілкування, театру, кіно, преси і телебачення. Обов'язок кожного свідомого громадянина України всіляко сприяти поширенню українського слова, насамперед методами маркетингу мови. Проблеми підвищення культури української мови, а також формування норм ділових паперів стоять в Україні зараз досить гостро. Це зумовлено тим, що мова існує як живе явище, яке змінюється та постійно розвивається. Впровадження української мови звичайними методами практично не дає вагомих результатів, особливо в тих областях країни, де більшість населення традиційно користується російською мовою. Це, насамперед, Республіка Крим, Харківська, Сумська, Донецька, Луганська, Дніпропетровська та Запорізька області.

Декларація про державний суверенітет України та Акт проголошення незалежності нашої держави стали не тільки державними документами, але й сторінками історії. Незважаючи на це, розмови про кепський стан українського мовлення, слабке поширення вживання української мови не лише в науці й техніці, а й в освіті, побуті тощо не припиняються. Впровадження української мови адміністративними методами не дає очікуваних результатів. Та це й не дивно. Що ж до мови, то її можна лише обережно пропагувати, направляти, стимулювати, залишаючи кожному право вільного вибору.

Усі ці процеси стосовно мови можна узагальнено називати її маркетингом. З кожним днем вони набувають актуальності як один із засобів поширення мови. Але успіхи впровадження української мови не можна оцінювати виключно за поширенням вживання. Якщо валова сума продаж українських книжок, фільмів, аудіо- та відеокaset з року в рік зростатиме, це ще не показник здорового зростання. На жаль, в Україні практично не існує системи підготовки фахівців, які б працювали над питанням поширення української мови. Це зумовлено тим, що ця проблема має комплексний характер. Перш за все треба розглядати процес впровадження мови в усі сфери життєдіяльності держави: політику, економіку, науку, вищу школу, адміністрування, засоби масової інформації тощо. Тому над цією проблемою повинні працювати колективи співробітників з різних галузей науки та господарства, які б розуміли завдання, яке перед ними стоїть.

Для того щоб підняти питання основних цілей при впровадженні мовного матеріалу, потрібно добре організувати діяльність з урахуванням мети маркетингу мови. Фахівці, які працюватимуть над проблемою активізації україномовного продукту, мусять розглянути та опрацювати такі питання:

- встановлення території ринку, на якому буде збуватися україномовна продукція;
- класифікація реальних можливостей впливу в кожній зі сфер економіки на мовну ситуацію;

- поділ ринку на частини (області) за рівнем інтересу до української мови та здібностей спеціалістів, які будуть займатися цією проблемою;

установлення конкретних планів роботи для кожного фахівця;
організація загального керівництва, налагодження зв'язків з громадськістю по вивченню мовної ситуації на місцях.

У системі заходів мовного маркетингу важливе місце займає підвищення загального рівня "якості продукції" (наприклад, художньої літератури). У цьому напрямку держава має сприяти виданню творів талановитих авторів, контролювати друкування другорядної продукції українською мовою. Публіцистичні україномовні видання здебільшого надають інформацію "з других рук". Якби вони могли тримати своїх кореспондентів по світових столицях і мали прями канали зв'язку, то ми б отримували з інформаційних джерел щось актуальне і подане під оригінальним кутом зору. Коли ж інформація отримується з іншомовних джерел, перекладається в Україні, а не подається зразу українською мовою з місця подій, то, звичайно, вона вже не свіжа та й "несмачна". Саме тому велика кількість глядачів, слухачів, читачів є користувачами англійських або російськомовних джерел інформації. Тому, розмірковуючи над проблемою поширення українського слова, важливо перш за все зосередити увагу на mass media — засобах масової інформації.

На першому місці, за можливістю впливу на користувача мови, стоять комп'ютери (зокрема пакети ігор). Саме впровадження української мови в комп'ютерні мережі, а також в системи телекомунікацій повинно значно поліпшити стан справ у поширенні української мови в усіх сферах діяльності людини.

Зараз відсоток україномовної інформації в INTERNET мізерний. Практично на нульовому рівні залишається видання українською мовою посібників і підручників з комп'ютерної техніки. Майже не проводиться в Україні локалізація загальнонавчаних інформаційних продуктів. Фірми, які працюють над наведеними проблемами, охоплюють дуже вузьке коло діяльності, що недостатньо сприяє поширенню української літературної мови.

Серед аспектів маркетингу мови, які безпосередньо пов'язані з комп'ютерною технікою та програмуванням, в Україні сьогодні розробляються :

переклад текстів українською мовою з інших мов та перевірка орфографічних помилок в них;

підбір синонімів та ліквідація тавтологій;

відмінювання іменників;

система розпізнавання українських текстів.

Програми провідних фірм, на жаль, не мають україномовних варіантів, що стримує розвиток комп'ютеризації в державі. В Україні практично не існує систематизованої термінології, а спроби скласти термінологічні словники з комп'ютерної техніки залишаються на низькому рівні.

Друге місце з вагомості чинників, які можуть сприяти поширенню нашої мови, на думку деяких фахівців, посідає естрада. Але, як і література, вона себе досить дискредитувала. Кількості виконавців естрадних творів ми досягли небувало, саме час потурбуватися про підвищення професійного рівня естрадних виконавців.

Поглянемо на ландшафт: відео, кіно, література - в такій черзі можна поставити ії засоби впровадження мови в шкалі важливості впливу на споживача. Стільна їх риса — неоперативність. Усі ці форми подають події, що вже сталися, зафіксовані й легко відтворюються.

Маркетинг мови має активніше змінювати мовну орієнтацію, сприяти прищепленню мовних навичок. Такий суто прагматичний підхід примушує часом віддавати перевагу "нізьким жанрам" — детективам, пригодницькій літературі. Ці жанри збуджують зацікавленість, долають упередженість до мовної оболонки. А коли її почнуть сприймати як щось абсолютно природне, то це й буде мить "тріумфу", тобто виконання "маркетинг-плану".

Надійшла до редакції 15.06.99

Р.В. Кордюк

РАЗРАБОТКА ОПЕРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

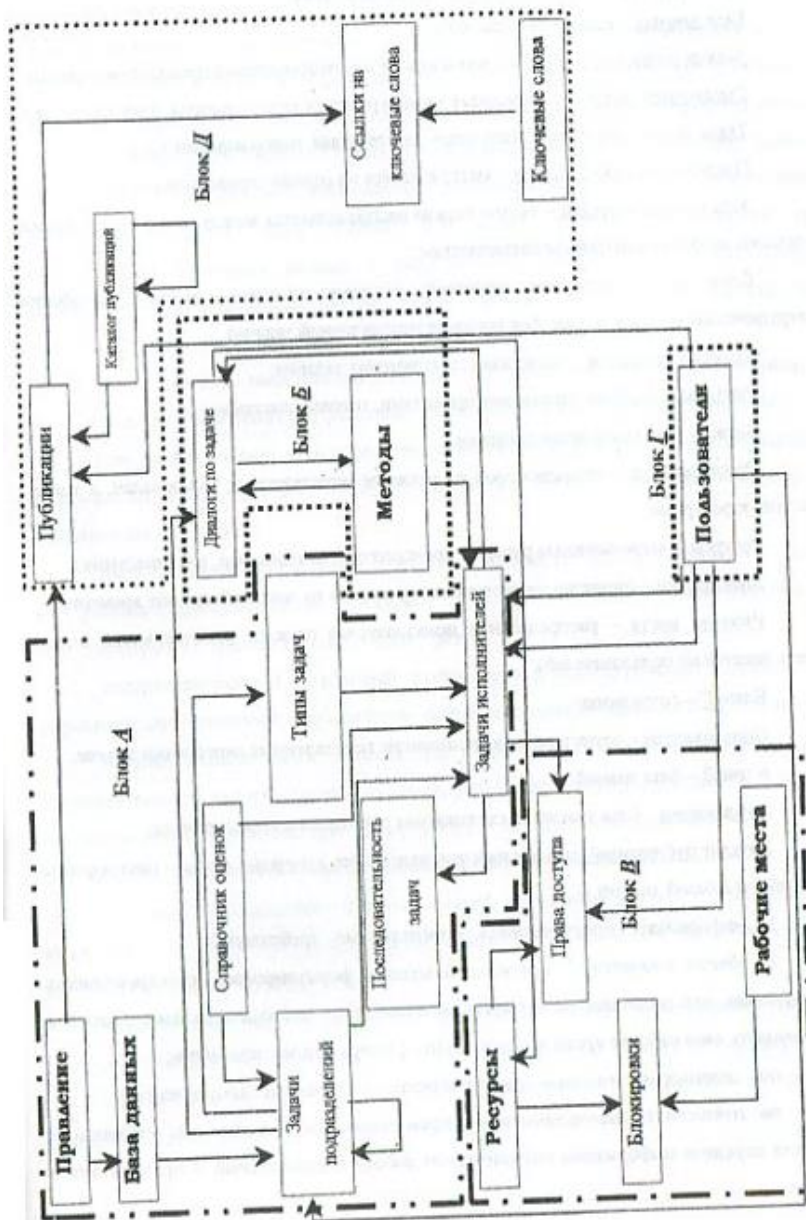
Розглянуто принципи, функції, засоби, організаційну структуру такої системи управління, що зумовлена необхідністю швидко реагувати на зміни в ситуації.

В деятельности коммерческих структур, представляющих собой комплексы большого числа повседневно связанных и взаимодействующих предприятий, передача информации (указаний, распоряжений, рекомендаций) является первостепенным фактором нормального функционирования данной структуры. При этом особое значение приобретает обеспечение оперативности и достоверности информации. Скорость распространения информации играет важную роль в предоставлении сведений для принятия управленческих решений и является одним из факторов, обеспечивающих снижение издержек производства и повышение его эффективности.

Основная идея оперативного управления посредством локальной вычислительной сети состоит в создании единой базы данных (БД), что позволяет устранить дублирование и обеспечить многократное использование информации, установить определенные интеграционные связи, ограничить количество показателей, уменьшить объем информационных потоков, повысить степень использования информации. Информационное обеспечение в оперативном управлении предполагает распространение информации, т.е. предоставление пользователям, согласно их правам доступа, информации, необходимой для решения производственных задач, а также создание наиболее благоприятных условий для распространения информации.

Структура описанной базы данных разбита на 5 основных блоков (схема).

Блок А – выработка указаний, решений, приказов



Правление – управляющая структура предприятия;

База данных – единая база данных;

Задачи подразделений – совокупность задач, поставленных правлением отделам;

Справочник оценок – временные характеристики задач (срочная, текущая и т.д.);

Типы задач – характеристики задач (инструкции, рекомендации и т.д.);

Последовательность задач – выстраивается на основе справочника оценок;

Задачи исполнителей – задачи отдела распределяются между всеми работниками согласно их функциональным обязанностям.

Блок **Б** – механизм принятия решения некого уровня (выработка сотрудниками методов и способов решения поставленной задачи)

Диалоги по задаче – возможность уточнения задания;

Методы – система управления проектами, готовые системы.

Блок **В** – распределение ресурсов

Права доступа – проверка прав на решение определенных типов задач, а также доступа к ресурсам;

Ресурсы – всевозможные ресурсы предприятия (финансовые, материальные);

Блокировки – проверка на доступность ресурсов на текущий момент времени;

Рабочие места – распределение пользователей (каждое рабочее место может иметь несколько пользователей).

Блок **Г** – сотрудники

Пользователи – сотрудники, выполняющие поставленные перед ними задачи.

Блок **Д** – база знаний

Публикации – база знаний накапливаемая работниками предприятия;

Каталог публикаций, ссылки на ключевые слова, ключевые слова – инструменты для работы с базой знаний.

К информации предъявляются определенные требования:

по объему и качеству — краткость и четкость формулировок, своевременность поступления, что позволяет не отрывать работников от выполняемых ими заданий и планировать свое рабочее время в соответствии с полученными заданиями;

по целенаправленности — удовлетворение конкретных потребностей;

по точности и достоверности — правильный отбор первичных сведений и полнота передачи информации оптимизируют работу подразделений и предприятия в целом.

Информационная БД включает весь комплекс статистических показателей, характеризующих всю хозяйственную деятельность предприятия в целом, а также фактологический материал относительно всех факторов, влияющих на состояние и тенденции развития предприятия. При формировании БД решается вопрос и о системе хранения и обновления данных, а также осуществляются обоснованная увязка данных, их взаимная согласованность, возможность проведения сравнений и сопоставления оценок, хранимых в банке данных. Это имеет существенное значение при объединении первичных данных в укрупненные группы (файлы) для передачи по каналам связи посредством Internet. База данных непрерывно обновляется с учетом требований управляющих.

Таким образом, имея описанную выше базу данных на предприятии и используя ее как средство оперативного управления, мы получаем следующие преимущества :

при возникновении в ходе производства отклонений от плановых показателей уменьшается время передачи и обработки информации, требующей принятия оперативных решений;

имеется накопленная информация, содержащая новые знания, а также информация фирм-конкурентов, что играет немаловажную роль в принятии решений. Это непрерывно пополняемый общий фонд;

содержание каждой конкретной информации и вырабатываемых оперативных управленческих решений определяется функциональными задачами подразделений;

система создана таким образом, что минимизируется вероятность нарушения штатного режима работы (выход из строя, разрушение информационной БД, потери или искажение информации) при некорректных действиях пользователей; система обеспечивает защиту БД от несанкционированного доступа;

основная программная оболочка имеет интуитивно ясный, дружественный интерфейс и не требует от пользователей специальной подготовки, не связанной с их профессиональными обязанностями.

Пользование банком данных, введенных в ЭВМ, существенно ускоряет процесс получения информации из круга источников первичной информации и обеспечивает возможность выбора правильного и точного метода для принятия оперативного управленческого решения.

Поступила в редакцию 16.06.99

**EXTRACTING SALIENT DISCRETE OBJECT FEATURES
BASED ON COMPOSING AND MANIPULATING LOGICAL
EQUATIONS**

Запропоновано метод створення дедуктивних висновків відносно істотних ознак даних в базі знань, що подані набором логічних рівнянь. Нові логічні зв'язки між дискретними ознаками даних можуть бути отримані шляхом виключення змінних з цих рівнянь за допомогою операції \exists , цей процес описано детально. Визначається клас кінцевих предикатів, які дають можливість виключати змінні без збільшення розміру первинної формули. Процес приводить до залежності між ознаками, яка більш проста для інтерпретації, ніж залежність, що подана в первинних рівняннях, і отримана без потреби у вичерпному пошуку.

1. Introduction

Researchers in data analysis have long been interested in making accurate generalisations from a few scattered facts, or discovering patterns in seemingly chaotic collections of observations [1]. There are currently numerous data mining and pattern recognition algorithms that attempt to do this, but an important stumbling block to using many of these is the way in which these algorithms define the logical structure of the problem [2]. Many algorithms employ inductive inference techniques whereby the problem is formulated so that the system must discover a set of rules representing knowledge or features in a given data set. The system generates and validates various hypotheses on the basis of facts or observations from the data set, and this is essentially extracting or "mining" for new rules or features. In this paper, we describe a method that represents the knowledge in a data set as logical equations, and these equations are then manipulated using finite predicate algebra to eliminate non-salient and irrelevant components. This is the basis for identifying and extracting the more salient features and making new inferences about the data. The benefits and limitations of this technique are considered, and we suggest that this approach has benefits in terms of reducing the complexity of the extraction process and also in interpreting the outcome.

2. Logical Modelling for Data Analysis

Methods of pattern recognition using logical modelling usually deal with Boolean variables taking on the values 0 or 1 depending on whether or not a given object has a particular property. Such Boolean variables denote the properties and features in the objects being recognised by considering definite combinations of these variables from which the presence or absence of object properties can be determined [3]. Dependencies between the given variables are written in the form of logical equations which are then transformed to obtain new knowledge about the objects and their properties [4]. When dealing with logical pattern recognition problems, the logical equation should not be interpreted as an expression into which some identity must be substituted to get a solution, but as a premise from which it is possible to draw logical inferences given restrictions on the form of representation being imposed. Attempts to develop effective methods for solving logical equations of arbitrary type have failed because there are many difficulties associated with sorting intermediate solutions, essentially a strongly branching process. To overcome these difficulties, it has been useful to classify logical equations according to their features, and then develop methods for their solution taking into account specific features of each class. As far as universal methods of solving Boolean equations are concerned, one of the main methods used involves rearranging the Boolean expression in an equation into its Perfect Disjunctive Normal Form, and this requires exhaustive searching in many cases [5]. Such a method does not allow specific inferences to be drawn from the original equation, but merely allows the enumeration of sets of values for the variables. In an earlier paper [6] an approach to obtaining general analytic solutions to logical equations was suggested, however this approach does not give an effective algorithm that can process a large number of variables. In the next section we present an approach to logical data modelling for data analysis based on eliminating feature variables without the need for exhaustive searching.

3. Identifying and Extracting Salient Features

A discrete feature can take on not only the values 0 and 1, but also any value from a finite set e.g. the feature "colour" can be "black", "white", "blue", "green" etc. For our purposes it is convenient to use finite predicates for the representation of logical dependencies. The formal language of finite predicate algebra allows the combination of an

algebraic approach to pattern recognition with different tools of predicate calculus [7]. Finite predicate algebra utilises the operations of conjunction, disjunction and negation as used in Boolean algebra, but these are applied to predicates of the variables that can take on discrete values, and not directly to the variables as they are in Boolean algebra. When formulae in finite predicate algebra are constructed, so-called "recognition" predicates are used. For example, x^a is a predicate that is equal to 1 if and only if the variable x takes on the value a . It is said that this predicate "recognises" the letter a .

The necessity for exhaustive searching is also one of the main problems arising when logical equations with finite predicates are solved. We suggest that one of the possible ways to solve such a problem is by the elimination (using the operation \exists) of feature variables that are not needed for the solution of a specific recognition problem. A similar elimination approach has been applied to decision tables using probabilistic rough sets whereby IF-THEN rules were extracted by means of eliminating duplicate values and superfluous attributes from the decision table [8]. In terms of logical equations, elimination means that we are able to obtain an equation that contains the smallest number of variables necessary for solving the problem, such an equation being inferred from the original one. Besides, such a method lets us know whether or not there is a logical link between the remaining variables after the elimination. If after applying the elimination procedure the identity $1=1$ is obtained, then such a link does not exist. Similarly, the smaller the number of sets of feature values that satisfy the equation obtained the stronger the link between the feature variables remaining after the elimination. In particular, in order to learn whether two arbitrary features depend on each other, we should eliminate all the other variables from the original equation. We can thus describe the problem of getting new knowledge about dependencies between feature variables as follows:

Consider the predicate equation:

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n) = 1, \quad (1)$$

where P is a formula of the finite predicate algebra that describes the recognised links between the features x_1, x_2, \dots, x_n for each of the variables taking on a finite number of values. We should eliminate the variables x_i, x_j, \dots, x_k ($1 \leq i < j < \dots < k \leq n$) by using an effective algorithm to obtain the equation :

$$\exists x_i \exists x_j \dots \exists x_k P(x_1, x_2, \dots, x_n) = 1, \quad (2)$$

which should not contain the variables x_i, x_j, \dots, x_k after the application of the elimination operation \exists to the left side of the original equation. The formal application of the operation \exists

to the predicate P evidently leads to an increase in the size of the original formula. For instance if we let $x_1 \in \{a, b, c\}$ then :

$$\exists x_1 G(x_1, x_2) = G(a, x_2) \vee G(b, x_2) \vee G(c, x_2), \quad (3)$$

i.e. the formula size has three times increased. When a large number of variables are eliminated, it is practically impossible to obtain Equation (2) from (1). However, in some equations we can eliminate variables without any increase in the formula size by using specific properties of the operation \exists . Here are some of these properties :

1. $\exists x x^0 = 1$
2. $\exists x (P(x) \vee Q(x)) = \exists x P(x) \vee \exists x Q(x)$
3. $\exists x (P(x) \& Q(y)) = \exists x P(x) \& Q(y)$
4. $\exists y (P(x) \rightarrow Q(y)) = P(x) \rightarrow \exists y Q(y)$
5. Let $P_i(x) \& P_j(x) = 0, i \neq j, i, j = 1, 2, \dots, k$ then :

$$\begin{aligned} & \exists y ((P_1(x) \rightarrow Q_1(y)) \& (P_2(x) \rightarrow Q_2(y)) \& \dots \& (P_k(x) \rightarrow Q_k(y))) = \\ & = (P_1(x) \rightarrow \exists y Q_1(y)) \& (P_2(x) \rightarrow \exists y Q_2(y)) \& \dots \& (P_k(x) \rightarrow \exists y Q_k(y)). \end{aligned} \quad (4)$$

6. If the identity $P_i(x) = 0$ is not true for any $i = 1, 2, \dots, k$ and $P_i(x) \& P_j(x) = 0$ for $i \neq j, i, j = 1, 2, \dots, k$ then:

$$\begin{aligned} & \exists x ((P_1(x) \rightarrow Q_1(y)) \& (P_2(x) \rightarrow Q_2(y)) \& \dots \\ & \dots \& (P_k(x) \rightarrow Q_k(y))) = Q_1(y) \vee Q_2(y) \vee \dots \vee Q_k(y) \end{aligned} \quad (5)$$

In Equations (4) and (5), the predicates $P_i(x)$ ($i = 1, 2, \dots, k$) can be interpreted as hypotheses on possible values of x . The Properties 1 to 4 are obvious, let us now prove Property 5. For an arbitrary x there are two options:

- There exists such i that $P_i(x) = 1$. In this case $P_j(x) = 0$ for any $j \neq i$, and Equation (4) turns into the identity $\exists x (P_i(x) \rightarrow Q_i(y)) = P_i(x) \rightarrow \exists y Q_i(y)$.
- For any $i = 1, 2, \dots, k$ $P_i(x) = 0$. Then (4) turns into the identity $1 = 1$.

Let us also prove Property 6. For any predicate $G(x)$ defined on the finite set $\{a, b, \dots, c\}$:

$$\exists x G(x) = G(a) \vee G(b) \vee \dots \vee G(c). \quad (6)$$

Using this property, we apply the operation \exists to the expression on the left side of (5) :

$$(P_1(x) \rightarrow Q_1(y)) \& (P_2(x) \rightarrow Q_2(y)) \& \dots$$

$$\& (P_k(x) \rightarrow Q_k(y)) \quad (7)$$

It is easy to see that for each replacement of the variable x with one of its values, the left part of Equation (4) turns into one of the predicates $Q_i(y)$ ($i = 1, 2, \dots, k$). Since each of the predicates $P_i(x)$ ($i = 1, 2, \dots, k$) is not equal to 0 for some x , then each of the predicates $Q_i(y)$ ($i = 1, 2, \dots, k$) will be present in the resulting expression. Properties 1-6 therefore allow us to define special predicate types that can be more easily processed with algorithms for variable elimination. Consider the set Σ of finite predicates with the set of variables $\{x, y, \dots, z\}$. Let us define a subset Δ_x of Σ as follows :

- All the predicates x^a, x^b, \dots, x^c "recognizing" letters from the domain for the variable x belong to Δ_x
- All the predicates that do not depend on the variable x belong to Δ_x
- If predicates P_1 and P_2 belong to Δ_x then the predicate $P = P_1 \vee P_2$ belongs to Δ_x
- If a predicate P_1 belongs to Δ_x , and a predicate P_2 does not depend on x , then the predicate $P = P_1 \& P_2$ belongs to Δ_x
- If a predicate P_1 does not depend on x , and a predicate P_2 belongs to Δ_x , then the predicate $P = P_1 \rightarrow P_2$ belongs to Δ_x
- If predicates P_1, P_2, \dots, P_k do not depend on x ; $P_i \& P_j = 0$ for $i \neq j, i, j = 1, 2, \dots, k$; predicates Q_1, Q_2, \dots, Q_k belong to Δ_x ; then the predicate $P = (P_1 \rightarrow Q_1) \& (P_2 \rightarrow Q_2) \& \dots \& (P_k \rightarrow Q_k)$ belongs to Δ_x
- If predicates P_1, P_2, \dots, P_k depend only on x ; $P_i \& P_j = 0$ for $i \neq j, i, j = 1, 2, \dots, k$; for any $i = 1, 2, \dots, k$ the identity $P_i = 0$ is not true; predicates Q_1, Q_2, \dots, Q_k do not depend on x ; then the predicate $P = (P_1 \rightarrow Q_1) \& (P_2 \rightarrow Q_2) \& \dots \& (P_k \rightarrow Q_k)$ belongs to Δ_x .

Such a recursive definition allows us to construct and recognize quite complicated formulae from which the variable x can be easily eliminated. Let us consider the example of eliminating feature variables from a logical equation without an increase in the size of the formula. We should eliminate the variables x, y, z from the following equation (we will omit the "&" sign between "recognition" predicates in order to make the elimination procedure more readable) :

$$P(x, y, z, t, s) = (t^1 \rightarrow (x^a s^a \vee x^b)) \& (y^c z^c s^d \vee y^b s^c) \& (t^2 \rightarrow (x^d y^b s^a \vee z^c s^d)) = 1. \quad (8)$$

It is easy to check that this predicate belongs to the classes Δ_x , Δ_y , Δ_z and Δ_s . Using the properties 1-5 for the operation \exists , we eliminate the variable x :

$$\begin{aligned}\exists x P(x, y, z, t, s) &= (t^1 \rightarrow ((\exists x x^a) s^a \vee (\exists x x^b)) \& (y^a z^c s^d \vee y^b s^c)) \& \\ &\& (t^2 \rightarrow (\exists x x^a) y^b s^a \vee z^c s^c) = \\ &= (t^1 \rightarrow (y^a z^c s^d \vee y^b s^c)) \& (t^2 \rightarrow y^b s^a \vee z^c s^c) .\end{aligned}$$

For the variable y :

$$\begin{aligned}\exists x \exists y P(x, y, z, t, s) &= (t^1 \rightarrow ((\exists y y^a) z^c s^d \vee (\exists y y^b) s^c)) \& (t^2 \rightarrow (\exists y y^b) s^a \vee z^c s^c) = \\ &= (t^1 \rightarrow (z^c s^d \vee s^c)) \& (t^2 \rightarrow s^a \vee z^c s^c) .\end{aligned}$$

For the variable z :

$$\begin{aligned}\exists x \exists y \exists z P(x, y, z, t, s) &= (t^1 \rightarrow ((\exists z z^c) s^d \vee s^c)) \& (t^2 \rightarrow s^a \vee (\exists z z^c) s^c) = \\ &= (t^1 \rightarrow (s^d \vee s^c)) \& (t^2 \rightarrow (s^a \vee s^c)) .\end{aligned}$$

We therefore obtain a dependence between the variables t and s that can be described as follows:

«If variable t takes on the value 1, then the variable s can take on only value d or c ; if variable t takes on the value 2, then the variable s can take on only values a or c .»

Using Property 6, we can also eliminate the variable t from the last equation. After the elimination we obtain:

$$\exists x \exists y \exists z \exists t P(x, y, z, t, s) = s^d \vee s^c \vee s^a,$$

i.e. the variable s can only take values a , c or d .

From this example we can see that the result of the elimination procedure is more simple than the original formula, whereas the formal application of the operation \exists would otherwise make us increase the size of the formula several times by substituting *all* possible combinations of values for the variables x , y , z and separating the formulae obtained with disjunction signs. After that we would have to rearrange and simplify the resulting expression to obtain the expression which we have more easily obtained by using some properties of the operation \exists .

4. Summary

In this paper, we have suggested that finite predicate algebra is a convenient tool for the description of logical links between discrete features, and is highly applicable to solving pattern recognition problems. This method allows us to make deductive inferences about the salient data features in the knowledge base as represented by the logical equations. New knowledge about logical links between discrete features in the data can be obtained by eliminating variables from the equations with the help of the operation \exists . The formal application of the operation \exists to a finite predicate leads to a significant increase in the size of the original formula and is therefore not effective for eliminating a large number of variables. However, some of the properties of the operation \exists allow us to effectively eliminate variables from logical equations of a special type without increasing the size of the formula. The process results in a dependence between the features subsequent to application of the elimination procedure that is easier to interpret than the dependence represented in the original equations, and is obtained without the need for exhaustive searching.

References: 1. Michalski R.S. A Theory and Methodology of Inductive Learning// Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach. In Michalski R.S., Carbonell J.G., Mitchell T.M. Palo Alto: Tioga Publishing, 1983 -Pp. 83-93. 2. Wayne P. AI is Becoming a Reality as Pattern-Recognition Programs Can Now Prove. Byte: Machine Learning Grows Up, 1995. 3. Горелик А. Л., Скрипкин В. А. Методы распознавания. Москва: Высшая школа, 1984. – 120 с. 4. Горелик А. Л., Гуревич И. В., Скрипкин В. А. Текущее состояние проблемы распознавания. Москва: Радио и связь, 1985. –120 с. 5. Закревский А. Д. Логические уравнения. Минск: Наука и техника, 1975. – 200 с. 6. Ситников Д. Э., Шабанов-Кушнарченко Ю. П. О решении уравнений булевой алгебры// Проблемы бионики. - 1988.- N 40. - Стр.15-19. 7. Шабанов-Кушнарченко Ю. П. Теория интеллекта: математические средства. Харьков: Вища школа, 1984. – 150 с. 8. Zhong N., Dong J-Z., Ohsuga S. Data Mining: A Probabilistic Rough Set Approach// Rough Sets in Knowledge Discovery. In Polkowski L., Skowron A. Warsaw: Physica-Verlag, 1998.- Pp. 127-144.

Поступила в редколлегию 18.05.99

*Г.Г.Асеев, докт.техн.наук, Д.Э.Ситников, канд.техн.наук,
В.М.Демина*

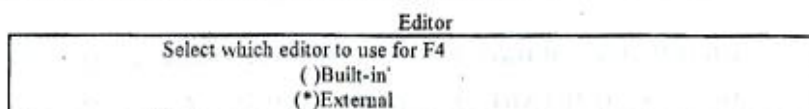
ОБ ОДНОМ ЛОГИКО-АЛГЕБРАИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К ПОСТРОЕНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Запропоновано підхід до побудови автоматизованої системи контролю знань, що використовує логіко-алгебраїчні засоби. Показані шляхи виставлення оцінки з урахуванням логіки викладача та поправкою на можливість випадкової відповіді на прикладі тесту з Norton Commander.

Подготовка специалистов в области современных информационных технологий требует создания новых систем, позволяющих эффективно оценивать знания, получаемые студентами, что позволяет ввести в учебный процесс устойчивый критерий оценки знаний в данной области [1,2]. Исследования в данной области показали, что большинство автоматизированных систем либо недостаточно точно измеряют знания, либо конечная оценка не соответствует традиционной пятибалльной системе. Целью данной статьи является описание методики построения автоматизированной системы контроля знаний с использованием логико-алгебраических средств.

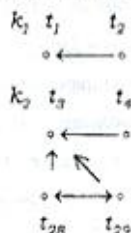
В автоматизированной системе оценки знаний студентов необходимо учесть тот факт, что при контроле испытуемый отвечает на вопросы теста различной сложности и емкости, и при выставлении оценки необходимо учесть эту дифференцированность. Простое суммирование баллов в конце тестирования, применяемое в большинстве систем [3, 4, 5], не дает полной картины измеряемых знаний. Поэтому представляется целесообразным выбрать путь, при котором оценка будет выставляться с учетом логических закономерностей так, как это делает преподаватель. Требуемый объем вопросов теста необходимо разделить на темы. Задания, входящие в одну тему, объединяются по какому либо общему признаку. В качестве примера, рассмотрим тест по Norton Commander. В тему k_2 вошли два вопроса: t_1 Как просмотреть содержимое выбранного файла? t_2 Как просмотреть любой файл? Общим признаком этих вопросов является "просмотр файла". Тема k_2 сформирована из четырех заданий: t_3 Какая клавиша

вызывает встроенный текстовый редактор для редактирования файла? t_4 . Записать команду вызова в NC по клавише F4 редактора Лексикон.



t_{28} Клавиша для перемещения курсора в начало файла при его редактировании? t_{29} Клавиша для перемещения курсора в конец файла при его редактировании? Общий признак – «редактирование файла».

Разбиение теста на темы (классы эквивалентности) порождает два уровня – верхний (уровень вопросов всего теста) и нижний (уровень классов равнозначных тем) [6]. Оба уровня взаимосвязаны, и можно отследить следующие связи: внутри темы (на нижнем уровне); между темами и заданиями теста (на верхнем уровне); между темами (между уровнями). Чтобы нагляднее показать данные связи, построим ориентированный граф каждой темы. Если задание t_i является главным в теме и при ответе на вопросы данной темы можно определить, что студент не знает тему t_j , если он не знает t_i , то это можно обозначить $t_i \longleftarrow t_j$ или $t_j \longrightarrow t_i$. Тот факт, что знание одной из двух тем t_i и t_j необходимо для знания другой, обозначим $t_i \longleftrightarrow t_j$. Перенесем изображение на граф.



Из рисунка видно, что вершина, в которую сходится наибольшее количество стрелок, является основной, а задание теста, соответствующее данной вершине – главным в данной теме или вопросом 1-й степени важности. Таким образом, можно легко выделить вопросы с различной степенью важности.

Вернемся к общей постановке задачи. На входе для данной автоматизированной системы должны быть вопросы теста, сгруппированные по темам, классам толерантности, важности, емкости выявляемых знаний. Основной блок системы представляет со-

бой систему логических уравнений, в которой учитывается оценивание по темам, связи на верхнем и нижнем уровнях. На выходе получаем оценку знаний студентов как в виде «зачет-незачет», так и в виде традиционных оценок «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Опишем входной блок. Все задания теста t_i ($i=1..N$ где N – общее количество вопросов теста) разбивается на темы k_j ($j=1..N_k$, где N_k – количество тем в тесте).

$$\underbrace{t_1, t_2, \dots, t_k}_{K_1} \quad \underbrace{t_{k+1}, \dots, t_j}_{K_2} \quad \dots \quad \underbrace{t_{j+1}, \dots, t_{N_k}}_{K_{N_k}}$$

Отдельное задание может входить в две и большее число тем. В каждой теме необходимо разместить задания по важности выявляемых знаний. Для этого во всех темах выделим задания, позволяющие выявлять знания фундаментального характера. Назовем эти вопросы основными. Среди них, учитывая важность заданий, выделяются вопросы 1-й степени важности и 2-й степени важности. Задания, выявляющие более глубокие знания и заслуживающие высокой оценки, объединим в отдельную группу и назовем их дополнительными.

$$\begin{array}{ccc} \underbrace{t_1, t_2, \dots, t_{N_1}}_{\text{1-ая степень важности}} & \underbrace{t_{N_1+1}, \dots, t_{N_2}}_{\text{2-ая степень важности}} & \underbrace{t_{N_2+1}, \dots, t_{N_k}}_{\text{дополнительные вопросы}} \\ \hline & \text{основные вопросы} & \end{array}$$

структурное расположение вопросов теста в теме

Где N_1 – количество вопросов 1-й степени важности, N_2 – количество вопросов 2-й степени важности, N_k – количество дополнительных вопросов. При этом следует учесть, что $N_1 + N_2 + N_k = N_k$, где N_k – количество вопросов в тесте.

Например, очередность вопросов в теме K_2 следующая: t_3, t_{28}, t_{29}, t_4 . Задание t_3 относится к группе вопросов 1-й степени важности, задания t_{28}, t_{29} – к группе вопросов 2-й степени важности, а t_4 можно отнести к дополнительным вопросам.

Рассмотрим основной блок системы, который должен отразить интуитивную логику преподавателя при выставлении оценки. При этом ответы на задания теста не суммируются, как почти во всех автоматизированных контролируемых системах, а с помощью логических уравнений копирует методику преподавателя при контроле знаний. Например, если зачет ставится по теме K_j , состоящей из трех заданий t_1, t_2 и t_3 ,

и преподаватель ставит зачет за две из трех тем, то с помощью логических уравнений оценку можно записать следующим образом:

$$O = t_1 t_2 \vee t_2 t_3 \vee t_1 t_3$$

При контроле знаний необходимо учесть целостность знания темы, исключить возможность угадывания ответов. Для этого введем проверку, учитывающую связи как на нижних уровнях внутри тем, хорошо видимые на графе, так и связи на верхних уровнях между темами. Учитывая возможность дифференцированного оценивания, введем систему уравнений для оценивания по традиционной пятибалльной шкале.

Опишем состав основного блока:

1. Проверка на нижнем уровне

1.1 проверка на целостность темы;

1.2 оценивание внутри темы.

2. Проверка на верхнем уровне

2.1 проверка на целостность теста;

2.2 оценивание на более высокий бал.

Остановимся более подробно на данных пунктах. Начнем с проверки на целостность знания темы. Такая проверка вводит поправку на возможность угадывания студентом заданий теста. Например, запишем логические уравнения, учитывая связи на графе, соответствующем теме k :

$$t_1 \quad t_2 \quad f_k^l = t_2 \vee t_1$$

$\circ \longleftarrow \circ$

Если $f_k^l = 0$, то целостность нарушена, задание случайно угадано и переменные, входящие в формулу, обнуляются $t_1 = 0$, $t_2 = 0$.

Перейдем к оцениванию внутри темы. Вопросы 1-й степени важности отвечают за выявление фундаментальных знаний, следовательно, они входят в формулу с вопросами 2-й степени важности как конъюнкция, а вопросы 2-й степени важности входят в формулу как дизъюнктивные члены. Группа дополнительных вопросов также входит в виде дизъюнкта в результирующее уравнение. Следовательно, формула оценивания внутри темы выглядит следующим образом:

$$O_l = t_1 \wedge t_2 \wedge \dots \wedge t_{N_l} (t_{N_l+1} \vee t_{N_l+2} \vee \dots \vee t_{N_l}) \vee t_{N_l+1} \vee t_{N_l+2} \vee \dots \vee t_{N_l} =$$

$$= \bigwedge_{j=1}^{N_l} t_j \left(\bigvee_{i=N_l+1}^{N_l} t_i \right) \vee \bigvee_{k=N_l+1}^{N_l} t_k$$

где $l = 1..N_k$, а N_k - количество тем.

При оценке на более высокий балл введем следующее обозначение o_l^i [7], где l

- номер темы, а i - балл, на который претендует испытуемый $i = \{3, 4, 5\}$, $l = 1..N_k$, а N_k

- количество тем. Итак, формула имеет следующий вид:

$$o_l^3 = \bigwedge_{j=2}^{N_q} t_j \left(\bigvee_{i=N_q+1}^{N_q} t_i \right) \vee \bigvee_{k=N_q+1}^{N_q} t_k;$$

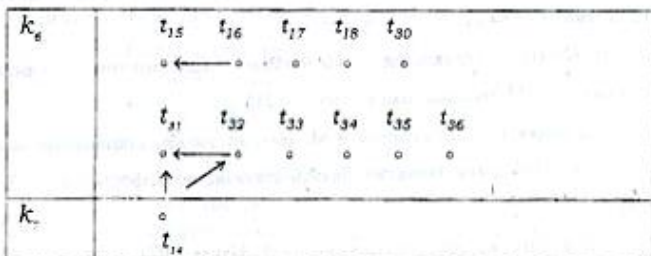
$$o_l^4 = \bigwedge_{j=1}^{N_q} t_j \left(\bigvee_{i=N_q+1}^{N_q} t_i \right) \vee \bigvee_{k=N_q+1}^{N_q} t_k;$$

$$o_l^5 = \bigwedge_{j=1}^{N_q} t_j \left(\bigvee_{i=N_q+1}^{N_q} t_i \right) \vee \bigvee_{k=N_q+1}^{N_q} t_k;$$

где $l = 1..N_k$, а N_k - количество тем. Таким образом, чтобы получить «удовлетворительно» достаточно знать только вопросы 1-й степени важности, для хорошей оценки требуются правильные ответы и на вопросы 2-й степени важности, а для оценки «отлично» необходимо ответить на дополнительные вопросы, имеющие более высокую степень сложности.

Перейдем к проверке целостности всего теста. Если вопрос вошел в разные темы, необходимо проверить совпадают ли ответы. Затем проверить, не нарушены ли связи между темами. Введем следующие обозначения: v_{ij}^k , где нижние индексы ij показывают, между какими темами проверяется устойчивость связи, а индекс k соответствует нумерации связей.

Например, тема k_6 состоит из одного задания t_{14} , а тема k_7 вмещает в себя задания $t_{15}, t_{16}, t_{17}, t_{18}, t_{30}, t_{31}, t_{32}, t_{33}, t_{34}, t_{35}, t_{36}$. Между темами существуют следующие связи:



которые записываются уравнениями:

$$v_{6,7}^1 = t_{31} \vee t_{14}, v_{6,7}^2 = t_{32} \vee t_{14}$$

Перейдем к оцениванию всего теста. Введем общую оценку как функцию, зависящую от ответов на вопросы теста ($t_i, i=1..N_T$, где N_T - количество вопросов в тесте) и от промежуточных оценок по темам (o_l^i , где l - номер темы, а i - бал, на который претендует испытуемый $i=\{3,4,5\}$). Формула общей оценки следующая:

$$o^i = g_i(t_k, o_l^i),$$

где $i=\{2, 3, 4, 5\}$, $k=1..N_T$, где N_T - количество вопросов в тесте, $j=\{2, 3, 4, 5\}$ $l=1..N_k$, а N_k - количество тем. Следовательно, на выходе данной автоматизированной системы мы получаем одну из следующих оценок: o^2 - "удовлетворительно", o^4 - "хорошо", o^5 - "отлично".

Представленный подход позволяет использовать при автоматизированном контроле знаний элементы человеческой логики и форматизованную логическую структуру тестов, что позволит точнее отразить требования преподавателя к знаниям, полученным студентами в процессе обучения.

Литература:

1. Аванесов В.С. Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе.—М.: Гос. комитет СССР по народному образованию, МИСиС, 1989.—168с.
2. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии.—М.: Прогресс, 1976.—495с.
3. Панфилов С.А. Контроль знаний на ЭВМ. —Уч. пособие: Мордовского гос. университета. Саранск, МГУ, 1987.—44с.
4. Свиридов А.П. Основы статистической теории обучения и контроля знаний - М.: Высшая школа, 1981. —314 с.
5. Автоматизированное управление обучением (дисциплины химико-технологического цикла).—М. Высшая школа, 1991. —235 с.
6. Ситников Д.Е., Асеев Г.Г., Вакуленко В.М. Логічні засоби оцінювання знань студентів // Вісник ХДІК. Бібліотекознавство. Документознавство. Інформатика.—Х.—1999.—Вип 1. —С. 176-181.
7. Шрейдер Ю.П. Равенство, сходство порядок.—М.: Наука, 1971. —286с.

Поступила в редколлегию 18.05.99

СОДЕРЖАНИЕ

Гамаюн И.П. Алгоритм выявления системных свойств в подмножествах элементов технической системы	3
Голоскоков А.Е., Орехов С.В. Ситуационное управление развитием сложной системы в условиях неопределенности	7
Абу Зейд М. Анализ источников нечеткости в модели локальной задачи системной оптимизации	11
Костенко Ю.Т., Куценко А.С., Свиридова И.А. Об одном подходе к проблеме параметрической оптимизации регулируемых систем	14
Раскин Л.Г., Серая О.В. Оценка точности прогнозирования состояния динамических объектов	19
Айдаров А.В. Формирование математических моделей решения функциональных задач на основе подобия информационных моделей	22
Любчик Л.М., Костюк О.В. Адаптивное прогнозирование волновых непериодических временных рядов	26
Костенко Ю.Т., Малько М.Н. Приближенная компенсация параметрических возмущений в неминимально-фазовых системах	32
Шевченко С.В. Оптимизация структуры систем контроля безопасности распределенных объектов	35
Раскин Л.Г., Клишко Е.В., Миненкова З.Е. Эффективный алгоритм кластеризации в пространстве произвольной метрики	40
Скляр Е.А., Шкварко М.Ю., Эльзейн М.Х. Асимптотическая эффективность дескриптивных алгоритмов пространственного разрешения сигналов в системах технического зрения	43
Безменов Н.И., Коваленко С.В. Об оценке степени связи между параметрами, измеряемыми в шкале наименований	47
Иванчихин Ю.В. Технология фазового укрупнения многомерных полумарковских систем	50
Мельников И. В. Методика расчета закона изменения интенсивности отказов редко контролируемых систем	53
Пономарев А.С., Астахов Е.А. К проблеме формирования математической модели АПК Украины	56
Седельникова Л.Г. Анализ чувствительности оптимальных регуляторов двухканальных электроприводов обмоточных машин	60
Голоскоков Е.Г., Назаров А.С. Терминальное управление вращением жесткого космического аппарата на основе кинематической модели	64
Плакснй Ю.А., Некрасова М.В. Об определении ориентации в БИНС на основе избыточных систем ДУС	69

Успенский В.Б. Выбор оптимальной конфигурации СТК для управления ориентацией космического аппарата	73
Прокопенков В.Ф. Универсальный синтаксический анализатор (СА)	76
Валенда Н.А. Обработка и анализ информации на естественном языке	84
Теленик С.Ф. Многоуровневый подход и языковые средства адаптивной технологии SmartPlus	89
Воронина Л.Н. Эволюция инновационного процесса с последствием	97
Захарченко В.Н., Топалов В.В., Бородько М.Г., Гринь А.А. Эффективность применения многопозиционных временных кодов в односторонних системах передачи	99
Дьячкова О.В. Развитие понятия ситуационно-текстового предиката для вопросно-ответных систем	105
Кондрашов С.И., Новиков Ю.А. Гибридный наблюдатель на основе измерительного метода с нечетким полем условий	110
Громова Е.В. Методические аспекты проведения маркетинговых исследований услуг в системе железнодорожных пассажирских перевозок	114
Чумаченко Г.В. Розробка раціональної стратегії застосування інформаційних технологій при управлінні малими та середніми підприємствами	117
Дулуб Л.Н. Проблемы оценки и обеспечения повышения производительности предприятий	122
Ашади Ноордин Джелла. Прогнозирование запасов материальных ресурсов на складах предприятия	125
Саед Юсоф. Методика и модель оптимизации пропускной способности зоны устранения неисправностей автосервисного предприятия	129
Пономарев А.А., Пономарев А.С., Романовский А.Г. Роль образования в профессиональном и карьерном росте руководителей и в результатах деятельности компании	135
Плюшко А.Р., Брежнев Е.В. Выявление предпочтений промышленных предприятий в интересах распределения ресурсов	145
Шарипова О.С. Комплексный подход к модернизации хозяйственного комплекса	148
Чикалова Л.С. Влияние циклических процессов в экономике на стратегию управления инновационной деятельностью	152
Дубель В.С. Формирование финансовой стратегии развития промышленного предприятия	156
Стрюк Н.Ф. Организационно-правовые методы повышения работоспособности систем управления	160
Деркач М.Н. Институциональный подход к исследованию переходной экономики	164

Головащенко М.Н. Анализ рынка ценных бумаг при формировании маркетинговой стратегии предприятия на фондовом рынке	169
Езе Е.О. Венчурный капитал и его роль в развитии бизнеса	175
Медведев I.A. Маркетинг мови	178
Кордюк Р.В. Разработка оперативной системы управления предприятием	182
Sitnikov D.E., D'cruz B., Sitnikova P.E. Extracting salient discrete object features based on composing and manipulating logical equations	186
Асеев Г.Г., Ситников Д.Э., Демина В.М. Об одном логико-алгебраическом подходе к построению автоматизированных систем контроля знаний	193

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
**ВЕСТНИК ХАРЬКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Выпуск 51

Редакторы: Годлевский М., Лунева В.М.

Подписано к печати 16.06.99. Формат 60x84/16. Бумага CopyTex.
Усл. печ. л. 12.74. Уч.- изд.л. 12.99. Тираж 150. Зак. 126-10.

Напечатано на ризографе ХГПУ
61002, г.Харьков, ул. Фрунзе, 21.
Свидетельство о госрегистрации №559 от 17.04.98