

№ 2 (70) март-апрель 2012

Издается с 2002 года. Выходит 6 раз в год

Учредитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Государственный университет —
учебно-научно-производственный комплекс» (Госуниверситет – УНПК)

<p style="text-align: center;"><i>Редакционный совет</i></p> <p>Голенков В.А., председатель Радченко С.Ю., заместитель председателя Борзенков М.И., секретарь</p> <p>Астафичев П.А., Иванова Т.Н., Киричек А.В., Колчунов В.И., Константинов И.С., Новиков А.Н., Попова Л.В., Степанов Ю.С.</p> <p style="text-align: center;"><i>Главный редактор</i> Константинов И.С.</p> <p style="text-align: center;"><i>Редколлегия</i></p> <p>Архипов О.П. (Орел, Россия) Аверченков В.И. (Брянск, Россия) Бок Т. (Мюнхен, Федеративная Республика Германия) Гайндрик К. (Кишинев, Молдова) Долгий А. (Сент-Этьен, Франция) Еременко В.Т. (Орел, Россия) Иванников А.Д. (Москва, Россия) Ипатов О.С. (Санкт-Петербург, Россия) Колоколов Ю.В. (Ханты-Мансийск, Россия) Коськин А.В. (Орел, Россия) Маркарян Г. (Ланкастер, Великобритания) Подмастерьев К.В. (Орел, Россия) Поляков А.А. (Москва, Россия) Распопов В.Я. (Тула, Россия)</p>	<p style="text-align: center;">Рубрики номера</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Математическое и программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем5-25 2. Математическое и компьютерное моделирование 26-55 3. Информационные технологии в социально-экономических и организационно-технических системах 56-77 4. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами 78-98 5. Телекоммуникационные системы и компьютерные сети 99-128 6. Информационная безопасность и защита информации 129-137 7. В порядке обсуждения 138-144
<p>Сдано в набор 15.02.2012 г. Подписано в печать 25.02.2012 г. Формат 60x88 1/8.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Редакция</i> Г.А. Константинова А.И. Мотина</p>
<p>Усл. печ. л. 7,5. Тираж 300 экз. Заказ № 148/12 Р1 Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК» 302030, г. Орел, ул. Московская, 65</p>	<p style="text-align: center;">А.А. Митин</p> <p style="text-align: center;"><i>Адрес учредителя журнала</i> 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29 (4862) 42-00-24; www.gu-unpk.ru; E-mail: unpk@ostu.ru</p>
<p>Подписной индекс 15998 по объединенному каталогу</p>	<p style="text-align: center;"><i>Адрес редакции</i> 302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 40 (4862) 43-40-39; www.ostu.ru; E-mail: isit@ostu.ru</p>
<p style="text-align: center;">«Пресса России»</p> <p><i>Материалы статей печатаются в авторской редакции. Право использования произведений предоставлено авторами на основании п. 2 ст. 1286 Четвертой части ГК РФ.</i></p> <p>Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определенных ВАК для публикации трудов на соискание ученых степеней кандидатов и докторов наук.</p>	<p>Зарег. в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Св-во о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-47350 от 03.11.2011 г.</p> <p style="text-align: center;">©Госуниверситет - УНПК, 2012</p>

№ 2 (70) March-April 2012

The journal is published since 2002, leaves six times a year
The founder – State University – Education-Science-Production Complex

Editorial council

Golenkov V.A., president
Radchenko S.Y., vice-president
Borzenkov M.I., secretary

Astafichev P.A., Ivanova T.N., Kirichek A.V.,
Kolchunov V.I., Konstantinov I.S.,
Novikov A.N., Popova L.V., Stepanov Y.S.

Editor-in-chief

Konstantinov I.S.

Editorial board

Arhipov O.P. (Orel, Russia)
Averchenkov V.I. (Bryansk, Russia)
Bok T. (Munich, Federal Republic of Germany)
Galndrik K. (Kishinev, Moldova)
Dolgij A. (Saint-Etienne, France)
Eremenko V.T. (Orel, Russia)
Ivannikov A.D. (Moscow, Russia)
Ipatov O.S. (St. Petersburg, Russia)
Kolokolov J.V. (Khanty-Manslysk, Russia)
Koskin A.V. (Orel, Russia)
Markaryan G. (Lancaster, Great Britain)
Podmasterlev K.V. (Orel, Russia)
Polyakov A.A. (Moscow, Russia)
Raspopov V.Ya. (Tula, Russia)

*It is sent to the printer's on 15.02.2012,
25.02.2012 is put to bed
Format 60x88 1/8.*

*Convent. printer's sheets 7,5, Circulation 300 copies
The order № 148/12.01*

*It is printed from a ready dummy layout
on polygraphic base of State University – ESPC
302030, Orel, Moskovskaya street, 65*

*Index on the catalogue
«Pressa Rossii» 15998*

Journal is included into the list of the Higher Attestation Commission for publishing the results of theses for competition the academic degrees.

In this number

1. Software of the computer facilities and the automated systems 5-25
2. Mathematical modeling and computer simulation 26-55
3. An information technologies in socio-economic and organizational-technical systems 56-77
4. Automation and control of technological processes and manufactures 78-98
5. Telecommunication systems and computer networks 99-128
6. Information safety and information protection 129-137
7. As discussion 138-144

The editors

Konstantinova G.A.
Motina A.I.
Mitin A.A.

The address of the founder of journal

302020, Orel, Highway Naugorskoe, 29
(4862) 42-00-24; www.gu-unpk.ru;
E-mail: unpk@ostu.ru

The address of the editorial office

302020, Orel, Highway Naugorskoe, 40
(4862) 43-40-39; www.ostu.ru;
E-mail: isit@ostu.ru

*Journal is registered in Federal Service for
Supervision in the Sphere of Telecom, Information
Technologies and Mass Communications.
The certificate of registration
ПН № ФС77-47350 from 03.11.2011.*

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

ДАНИЛОВ А.М., ДОМКЕ Э.Р., ГАРЬКИНА И.А. Формализация оценки оператором характеристик объекта управления	5
ЗАХАРОВА О.В. Формула ПИД-регулятора для АЛУ непосредственного формирования	11

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

БАРАНОВА Г.В., КОСТЕНКО В.В., ОВСЯННИКОВ А.А. Разработка технологии оценки показателя деструктивности общественно-политических организаций с использованием метода многомерного корреляционно-регрессионного анализа на основе анализа текстовой информации открытых источников сети Интернет	26
ВЕРИГИН А.Н. Модели систем и цепи Маркова	33
ГРИЦАКОВ В.Г. Система поддержки гибридной модели ИТ-инфраструктуры в условиях использования внешних сервисов	39
САВИНА А.Л. Информационное обеспечение модели прогнозирования обеспеченности кадрами градообразующего предприятия	48

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

АЛИКИНА Е.Б. Закрепление знаний с использованием информационных технологий и программированных заданий в курсе «Эконометрика»	56
ГЛАНЦЕВ В.К., ТАРАПАНОВ А.А. Расширение множества моделей специальной одежды при управлении человеко-машинной системой подготовки производства	64
ЧАЙКОВСКАЯ Н.В. Модель и технология отбора налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля	69
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ	
СОМОВ В.Е., ПАНТИН В.Л., ВИКТОРОВ В.К., ЛИСИЦЫН Н.В. Проблемы построения и использования информационной системы предприятия	78
ХАРАЗОВ В.Г. Автоматизация процесса обезвоживания и обессоливания нефти на установках ЭЛОУ	85
ХИЛОВ В.С. Информационный канал идентификации момента сопротивления приводной системы	93

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

АФОНИН С.И., ЕРЕМЕНКО В.Т. Создание теоретических основ автоматизации построения и эксплуатации технологической составляющей АСУ территориально распределенных предприятий	99
ОФИЦЕРОВ А.И., НОСОВ М.В., ПАРАМОХИН В.М. Методика оценки процедур управления неоднородной вычислительной сети по критерию пропускной способности размера кадра	106
ТАРАКАНОВ О.В., МИРОНОВ В.М. Моделирование оценивания загруженности элементов корпоративной информационно-вычислительной системы АСУП	112
ХРИСТЕНКО Д.В. Метод экспертной генерации альтернатив развития ИТ-инфраструктуры предприятия	120

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

ЧУЖИНОВ Р.В. Экономическая безопасность с точки зрения информационной защиты	129
--	-----

В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ

ШЕРГИН Л.Е. Согласование структур мышления человека-проектировщика с создаваемыми им процессами управления объектом	138
---	-----

CONTENT

SOFTWARE OF THE COMPUTER FACILITIES AND THE AUTOMATED SYSTEMS

DANILOV A.M., DOMKE E.R., GAR'KINA I.A. Formalization of the assessment by the operator of the object control characteristics	5
ZAKHAROVA O.V. Formula of PID-controller for the ALU of direct formation	11

MATHEMATICAL AND COMPUTER SIMULATION

BARANOVA G.V., KOSTENKO V.V., OVSYANNIKOV A.A. Working out of technology of the estimation of the indicator of disruptiveness of the political organizations with use of the method multidimensional correlation-regression analys on the basis of the analysis of the text information of open sources of the network the Internet	26
VERIGIN A.N. Models of systems and Markov's chains	33
GRISHAKOV V.G. IT-infrastructure hybrid model in the conditions of using external services maintenance system	39
SAVINA A.L. Information support of the prediction model of migration situation in monocities for the subsystem «Personnel» in automatic control system of city-forming enterprise	48

AN INFORMATION TECHNOLOGY IN SOCIAL AND ECONOMIC AND ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

ALIKINA E.B. Using information technology and individual tasks in reinforcement of knowledge in the course «Econometrics»	56
GLYANTSEV V.K., TARAPANOV A.A. Expanding the set of models of the clothes in the management of man-machine system preparation of production	64
CHAJKOVSKAYA N.V. Technique of selection of tax bearers for carrying out of actions of tax control	69

AUTOMATION AND MANAGEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND MANUFACTURES

SOMOV V. E., PANTIN V. L., VIKTOROV V. K., LISITSYN N. V. Tasks in design and use of enterprise information systems	78
KHARAZOV V.G. The automation of oil deliquification and desalinization processes on cdu plants	85
KHILOV V.S. The drive system load torque identification information channel	93

TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND COMPUTER NETWORKS

AFONIN S.I., EREMENKO V.T. Development of theoretical foundations of automatization of building and operation of the technological component of ICS of the geographically distributed enterprises	99
OFITSEROV A.I., NOSOV M.V., PARAMOKHIN V.M. Technique of an estimation of procedures of management of the non-uniform computer network by criterion of throughput of the size of a shot	106
TARAKANOV O.V., MIRONOV V.M. Modeling of estimation of utilization elements of the corporate computer systems CAM	112
HRISTENKO D.V. The method of the enterprise IT-infrastructure development alternative generation	120

THE INFORMATION SAFETY AND INFORMATION PROTECTION

CHUZHINOV R.V. Economic security from the poit of view of information protection	129
--	-----

AS DISCUSSION

SHERGIN L.E. Coordination between thinking patterns of a designer individual and an object management processes created by him	138
--	-----

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ**

УДК 656:51-7: 656:007: 656.13: 656.13.08

А.М. ДАНИЛОВ, Э.Р. ДОМКЕ, И.А. ГАРЬКИНА

**ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ОПЕРАТОРОМ
ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ**

На основе специально разработанных функционалов качества осуществляется формализация оценок оператором параметров устойчивости и управляемости объекта.

Ключевые слова: эргатические системы; управляющие воздействия оператора; связь с характеристиками объекта; оценка оператором характеристик объекта; функционалы качества.

Рассмотрим эргатическую систему, описываемую уравнениями вида

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}} &= \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}\mathbf{u} + \mathbf{f}, \\ \mathbf{T}\dot{\mathbf{u}} + \mathbf{u} &= \mathbf{P}\mathbf{x} + \mathbf{Q}\dot{\mathbf{x}}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{f}$ – векторы фазовых координат управляющих и возмущающих воздействий; $\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{P}, \mathbf{Q}$ – матрицы соответствующих размерностей; \mathbf{T} – вектор-столбец постоянных времени. Матрицами \mathbf{A} и \mathbf{B} полностью характеризуется техническая часть системы (возможности ее эксплуатации идеальным оператором); в случае линейной стационарной обратной связи $\mathbf{u}(t) = \mathbf{P}\mathbf{x}(t)$; $\mathbf{f}(t)$ определяет случайные возмущения, внешние по отношению к технической части системы (известны лишь некоторые статистические характеристики $\mathbf{f}(t)$). Управляющий сигнал $\mathbf{u}(t)$ формируется по наблюдениям координат $x_i(t)$ отклонений от основного режима $\mathbf{x}(t) \equiv 0$ системы (1). Предполагается, что $\|\mathbf{u}(t)\| \leq \delta$; $\|\mathbf{x}(t)\| \leq \varepsilon$ (δ, ε задаются априори, исходя из технических возможностей и условий эксплуатации системы). Для рассматриваемых систем, как показали данные нормальной эксплуатации, управляющие воздействия по каждому из каналов сосредотачиваются около незначительного числа характерных частот (<4); оператор воспринимает объект как простое динамическое звено (иногда как усилительное безинерционное звено с чистым запаздыванием).

В случае линейной стационарной эргатической системы уравнения (1) сведутся к виду

$$\dot{\mathbf{x}} = (\mathbf{A} + \mathbf{B}\mathbf{P})\mathbf{x}(t) + \mathbf{f}(t) \quad (2)$$

(следует из $\|\mathbf{P}\mathbf{x}\| \leq \|\mathbf{P}\| \cdot \|\mathbf{x}\|$; $\|\mathbf{P}\| \leq M = \frac{\delta}{\varepsilon}$ (равенство может достигаться на любом шаре $\|\mathbf{x}\| \leq \varepsilon$)).

Известно, что параметры управляющих воздействий оператора зависят от концептуальной модели движения транспортного средства и качественной оценки оператором его динамических характеристик. Формализация этой оценки является особенно актуальной при разработке тренажных и обучающих комплексов для подготовки операторов транспортных систем, в частности, транспортных самолетов. Некоторые подходы к такой формализации ранее рассматривались в [2, 3]. Для решения этой задачи можно воспользоваться параметрами переходных процессов в системе. Так, переходные процессы в асимптотически устойчивой линейной системе

$$\dot{\mathbf{y}} = \mathbf{S}\mathbf{y}(t) + \mathbf{f}(t) \quad (3)$$

определяются собственными числами матрицы S ; длительность переходных процессов определяется значением $\Phi_1(S) = -\frac{1}{\max \operatorname{Re} \lambda_i}$; параметры колебательности – значениями

$$\Phi_2(S) = \max_i \left| \frac{\operatorname{Im} \lambda_i}{\operatorname{Re} \lambda_i} \right| \text{ и } \Phi_3(S) = \max_i |\operatorname{Im} \lambda_i|.$$

Очевидна возможность объективной оценки оператором характеристик объекта на основе функционала качества:

$$\Phi(S) = -a \frac{1}{\max \operatorname{Re} \lambda_i} + b \max_i \left| \frac{\operatorname{Im} \lambda_i}{\operatorname{Re} \lambda_i} \right| + c \max_i |\operatorname{Im} \lambda_i| + d \frac{1}{\min \operatorname{Im} \lambda_i}. \quad (4)$$

Последние два слагаемых ограничивают собственные частоты колебаний системы как сверху, так и снизу; второе слагаемое определяет уровень колебательности системы. Система S тем лучше, чем меньше величина $\Phi(S)$; a, b, c, d – весовые константы.

Как оказалось, качественную оценку оператором объекта управления (система 2) можно формализовать (объективизировать), используя значения $k_{AB} = \Phi(A) + \Phi(A + BP_M)$; если не учитывать характеристики органов управления – по значению $k_A = \Phi(A)$. Оптимальным управляющим воздействиям соответствует матрица P_M , удовлетворяющая условию

$$\Phi(A + BP_M) = \min_{\|P\| \leq M} \Phi(A + BP); \quad (5)$$

при заданных A и B значение k_{AB} определяется матрицей P .

При таком подходе качество целостной эргатической системы (2) определится значением

$$k_{ABP} = \frac{\Phi(A + BP)}{\Phi(A + BP_M)} + \Phi(A + BP) - \Phi(A + BP_M), \quad (\|P\| \leq M),$$

зависящим от характера взаимодействия оператора и объекта.

Для определения матрицы P можно воспользоваться методами ретроспективной идентификации [4], опирающимися на известные синхронные измерения $u(t)$ и $x(t)$ в процессе нормальной эксплуатации.

Очевидна возможность оценки стиля управления оператора значением $k_{uP} = \max_t \|u(t) - Px(t)\|$; а классности оператора – по значению $k_u = k_{uP} + k_{ABP}$ (различные для разных операторов). Усреднение по выбранной группе операторов позволяет оценить сложность управления объектом: k_u^c уменьшается по мере уменьшения сложности (оценка производится высококвалифицированными, адаптированными к объекту операторами).

Для рассмотренных нами реальных систем области значений функций $k_A, k_{AB}, k_{ABP}, k_u, k_u^c$ ограничены. Это дает возможность их разбиения на конечное число классов (например, используя инварианты матрицы S , в частности, собственные числа).

Систему (3) отнесем к классу k с оценкой $\Phi(S)$, если

$$d_{k-1} < \Phi(S) \leq d_k; \quad k = 1, 2, \dots, N, \quad (6)$$

N – балльность шкалы (в авиации используется шкала Купера-Харпера с $N=10$).

Области $D_k = \{(\lambda_1, \dots, \lambda_n) | d_{k-1} < \Phi(S) \leq d_k\}$ назовем областями равных оценок системы S . Для систем второго порядка

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) + f(t)$$

среди 12 качественно различных объектов управления имеет смысл рассматривать лишь экспоненциально устойчивые системы с инвариантами, удовлетворяющими условиям $\sigma < 0, \Delta > 0$. Определенные в соответствии с функционалом (4) классы будут на плоскости интерпретироваться как области D_k равных оценок (вложены друг в друга; класс объекта повышается при движении в антиградиентном направлении). Геометрическая иллюстрация областей равных оценок особенно наглядна для систем второго порядка:

- для колебательных систем целесообразно использовать инварианты

$$\xi = -\frac{\sigma}{2\sqrt{\Delta}}, \omega_c = \sqrt{\Delta - \frac{\sigma^2}{4}},$$

где $\Delta = \det S$, $\sigma = \text{tr } S$; ξ – безразмерный коэффициент затухания, ω_c – собственная частота колебаний;

- для аperiodических систем

$$T = \frac{1}{\omega_0} = \frac{1}{\sqrt{\Delta}}; \xi = \frac{n}{\omega_0} = -\frac{\sigma}{2\sqrt{\Delta}}.$$

Для формализованной оценки качества как колебательной, так и аperiodической систем второго порядка по одному и тому же функционалу использовались инварианты

$\sigma = \text{tr } A$ (след матрицы $A = \|a_{ij}\|$), $\Delta = \det A$. Введя $\xi = -\frac{\sigma}{2\sqrt{\Delta}}$, $\omega = \sqrt{\Delta - \frac{\sigma^2}{4}}$, получим

$$\Phi(S) = \left(\frac{a}{\omega} + b\right) \sqrt{\frac{1}{\xi^2} - 1} + c\omega + \frac{d}{\omega}.$$

Изменения σ и Δ на δ_1 и δ_2 сдвигают точку $M(\xi, \omega)$ на линии уровня $\Phi(S) = d_k$ (одна из границ области D_k) в точку $\tilde{M}(\tilde{\xi}, \tilde{\omega})$:

- для колебательных систем ($\xi < 1$):

$$\tilde{\xi} = \frac{2\xi\omega - \delta_1\sqrt{1-\xi^2}}{2\sqrt{\omega^2 + \delta_2(1-\xi^2)}}, \quad \tilde{\omega} = \frac{1}{\sqrt{1-\xi^2}} \sqrt{\omega^2 + \delta_2(1-\xi^2) - \frac{1}{4}(2\xi\omega - \delta_1\sqrt{1-\xi^2})^2};$$

- для аperiodических систем ($\xi > 1$):

$$\tilde{\xi} = \frac{2\xi\omega - \delta_1\sqrt{\xi^2-1}}{2\sqrt{\omega^2 + \delta_2(\xi^2-1)}}, \quad \tilde{\omega} = \frac{1}{\sqrt{\xi^2-1}} \sqrt{\frac{1}{4}(2\xi\omega - \delta_1\sqrt{\xi^2-1})^2 - (\omega^2 + \delta_2(\xi^2-1))}.$$

При малых δ_1 и δ_2 :

- для колебательной системы:

$$\tilde{\xi} \approx \xi - \frac{\sqrt{1-\xi^2}}{2\omega} \delta_1 - \frac{\xi\sqrt{1-\xi^2}}{2\omega^2} \delta_2, \quad \tilde{\omega} \approx \omega + \frac{\xi}{2\sqrt{1-\xi^2}} \delta_1 + \frac{1}{2\omega} \delta_2;$$

- для аperiodической системы:

$$\tilde{\xi} \approx \xi - \frac{\sqrt{\xi^2-1}}{2\omega} \delta_1 - \frac{\xi\sqrt{\xi^2-1}}{2\omega^2} \delta_2, \quad \tilde{\omega} \approx \omega - \frac{\xi}{2\sqrt{\xi^2-1}} \delta_1 - \frac{1}{2\omega} \delta_2.$$

При $\xi < 1$ с ростом δ_1 и δ_2 ($\delta_1, \delta_2 > 0$) $\tilde{\xi}$ уменьшается, а $\tilde{\omega}$ возрастает, области D_k смещаются в направлении «влево-вверх»; при $\xi > 1$ – «влево-вниз» (рис. 1; принято:

$a=0,1$; $b=0,2$; $c=1$; $d=12$; значения d_k указаны на границах соответствующих областей равных оценок). Объекту с приемлемыми характеристиками (класс $k=6,5$) соответствует значение $d_k=8,25$; с хорошими – $d_k=7,5$; с отличными – $d_k=7,1$. Налицо возможность изменения класса объекта соответствующим подбором параметров (интегральных характеристик объекта) δ_1 и δ_2 ; существует разница в направлениях движения точек (ξ, ω) , лежащих на границах областей равных оценок, для колебательных и аperiodических систем.

С увеличением размерности системы, с повышением ее сложности целесообразно использовать свойство модульности (качество системы определяется качеством составляющих ее подсистем; зависимость глобального критерия качества системы от критериев качества отдельных модулей легко определяется статистическими методами). При моделировании системы можно воспользоваться так называемой «Сатурн-технологией» [5], которая широко использовалась при разработке внеатмосферных астрономических комплексов.

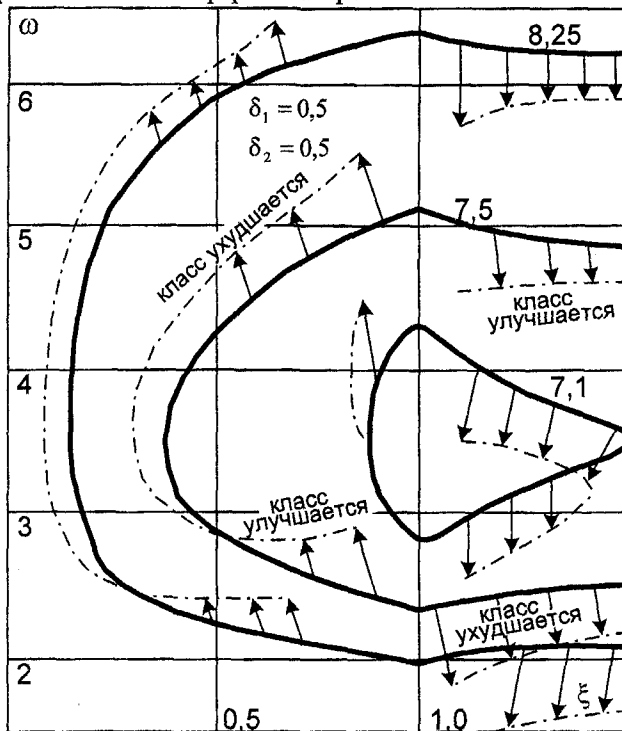


Рисунок 1 – Области равных оценок характеристик объекта управления

Особого внимания заслуживает проблема выбора весовых констант в функционале качества. Проиллюстрируем это на примере оценки летчиком пилотажных характеристик самолета по шкале Купера-Харпера для продольного движения. Было установлено, что объекты с матрицами

$$A_1 = \begin{bmatrix} -0,609 & -0,0682 \\ 1 & -0,0092 \end{bmatrix}, \quad A_2 = \begin{bmatrix} -0,723 & -0,140 \\ 1 & -0,0167 \end{bmatrix}$$

принадлежат к классу 3 с оценкой 2,5 по шкале Купера-Харпера, а объект с матрицей

$$A_3 = \begin{bmatrix} -0,355 & -0,00383 \\ 1 & -0,0087 \end{bmatrix} -$$

к классу 4 с оценкой 3,5. При $d=0$ получим

$$\Phi(S_1) = \frac{a}{0,168} \approx 2,5; \quad \Phi(S_2) = \frac{0,4}{0,37} + b \frac{0,123}{0,37} + c \cdot 0,123 \approx 2,5;$$

$$\Phi(S_3) = \frac{0,4}{0,182} + b \frac{0,1}{0,182} + c \cdot 0,1 \approx 3,5,$$

отсюда $a \approx 0,4$; $b \approx 0,8$; $c \approx 10$.

Приведенная объективизация оценки оператором эргатической системы технических характеристик объекта управления прошла апробацию при разработке тренажных и обучающих комплексов для различных транспортных систем (в частности, при разработке тренажеров транспортных самолетов [4]).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бюшгенс Г.С., Студнев Р.В. Аэродинамика самолета: динамика продольного и бокового движения. – М.: Машиностроение, 1979. – 352 с.
2. Красовский А.А., Вавилов Ю.А., Сучков А.И. Системы автоматического управления летательных аппаратов / под ред. А.А. Красовского. – ВВИА им. Н.Е. Жуковского. – 1986. – 478 с.
3. Авиационные тренажеры модульной архитектуры: монография / Э.В. Лапшин, А.М. Данилов, И.А. Гарькина, Б.В. Ключев, Н.К. Юрков; под ред. Лапшина Э.В., д.т.н., профессора Данилова А.М. – Пенза: ИИЦ ПГУ. – 2005. – 146 с.
4. Васильев С.Н., Опарин Г.А., Феоктистов А.Г. Интеллектуальный подход к автоматизации моделирования сложных управляемых систем // Труды Международной конференции RDAMM-2001. – Новосибирск. – Том 6. – Ч. 2. – С. 159-168.

Данилов Александр Максимович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза
 Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой математики и математического моделирования
 Тел.: 8 (8412) 92-95-01
 E-mail: regas@pguas.ru

Домке Эдуард Райнгольдович

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза
 Кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой организации и безопасности движения
 Тел.: 8 (8412) 92-95-01
 E-mail: regas@pguas.ru

Гарькина Ирина Александровна

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, г. Пенза
 Доктор технических наук, доцент, доцент кафедры математики и математического моделирования
 Тел.: 8 (8412) 92-95-01
 E-mail: fmatem@pguas.ru

A.M. DANILOV (*Doctor of Engineering Sciences, Professor, head of department of mathematics and mathematical modeling*)

E.P. DOMKE (*Candidate of Engineering Sciences, Professor, head of department of Organization and traffic safety*)

I.A. GAR'KINA (*Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor of department of mathematics and mathematical modeling*)

The Penza state university of architecture and building

FORMALIZATION OF THE ASSESSMENT BY THE OPERATOR OF THE OBJECT CONTROL CHARACTERISTICS

Formalization of the assessment by the operator of the object control characteristics is considered; quality specially developed functional are used

Keywords: *ergatic systems; control actions of the operator; the correlation to the characteristics of the object; the assessment by the operator of the object characteristics; quality functional.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Byushgens G.S., Studnev R.V. Ae'rodinamika samolyota: dinamika prodol'nogo i bokovogo dvizheniya. – M.: Mashinostroenie, 1979. – 352 s.
2. Krasovskij A.A., Vavilov Yu.A., Suchkov A.I. Sistemy' avtomaticheskogo upravleniya letatel'ny'x apparatov / pod red. A.A. Krasovskogo. – VVIA im. N.E. Zhukovskogo. – 1986. – 478 s.
3. Aviacionny'e trenazhyory' modul'noj arxitektury': monografiya / E'.V. Lapshin, A.M. Danilov, I.A. Gar'kina, B.V. Klyuev, N.K. Yurkov; pod red. Lapshina E'.V., d.t.n., professor Danilova A.M. – Penza: IICz PGU. – 2005. – 146 s.
4. Vasil'ev S.N., Oparin G.A., Feoktistov A.G. Intellektny'j podxod k avtomatizacii modelirovaniya slozhny'x upravlyaemy'x system // Trudy' Mezhdunarodnoj konferencii RDAMM-2001. – Novosibirsk. – Tom 6. – Ch. 2. – S. 159-168.

УДК 658.012.011.56

О.В. ЗАХАРОВА

ФОРМУЛА ПИД-РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ АЛУ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ

Предложена формула ПИД-регулятора для реализации на арифметико-логическом устройстве (АЛУ) нового типа – АЛУ непосредственного формирования результата.

Ключевые слова: ПИД-регулятор; арифметико-логическое устройство (АЛУ).

Линейные регуляторы основаны на линейных операциях пропорциональности (умножения на число), интегрирования и дифференцирования над функцией рассогласования во времени $\Delta x(t)$ (рис. 1) [1].

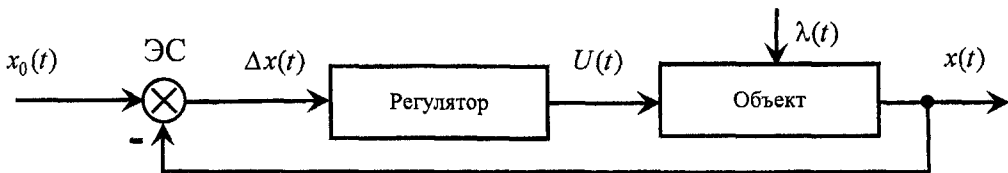


Рисунок 1 – Пример схемы замкнутой системы автоматического управления, где $x_0(t)$ – задающее воздействие, $\Delta x(t)$ – рассогласование в текущий момент (отклонение, ошибка), $U(t)$ – управляющее воздействие, $\lambda(t)$ – возмущающее воздействие на объект, $x(t)$ – регулируемая величина, ЭС – элемент сравнения ($\Delta x(t)$ пропорционален $x_0(t) - x(t)$)

При пропорциональном законе регулирования управляющее воздействие $U(t)$ пропорционально отклонению выходной величины от требуемого значения:

$$U(t) = k_p \cdot \Delta x(t), \quad (1)$$

где k_p – настроечный параметр регулятора. С увеличением k_p качество системы в установившемся режиме улучшается, а в переходном режиме ухудшается.

При интегральном законе регулирования управляющее воздействие пропорционально интегралу отклонения выходной величины от требуемого значения:

$$U(t) = k_i \int_{\tau=0}^{\tau=t} \Delta x(\tau) d\tau, \quad (2)$$

где k_i – настроечный параметр регулятора. Считается, что интегральный закон управления делает замкнутую систему астатической, но качество в переходном режиме ухудшается и с определенного k_i система становится неустойчивой.

При дифференциальном законе регулирования управляющее воздействие пропорционально производной отклонения $\Delta x(t)$:

$$U(t) = k_d \frac{d\Delta x(t)}{dt}, \quad (3)$$

где k_d – настроечный параметр регулятора. Повышая значение k_d , можно уменьшить коэффициент колебательности или вовсе сделать систему аperiодической, то есть дифференциальный регулятор не оказывает никакого влияния на качество системы в установившемся режиме.

Другими словами, введение в закон управления интегрирующей компоненты (2) делает систему астатической и улучшает качество системы в установившемся режиме, но оказывает дестабилизирующее влияние (может сделать систему неустойчивой) и ухудшает качество

системы в переходном режиме. Введение в закон управления дифференцирующей компоненты (3) оказывает стабилизирующее влияние (может сделать неустойчивую систему устойчивой) и улучшает качество системы в переходном режиме, не оказывая влияния на качество системы в установившемся режиме.

При пропорционально-интегральном регулировании (ПИ-регуляторе) управляющее воздействие формируется соотношением:

$$U(t) = k_{\text{П}}\Delta x(t) + k_{\text{И}} \int_{\tau=0}^{\tau=t} \Delta x(\tau) d\tau \quad (4)$$

Используя операторы $s(\bullet) = \frac{d}{dt}(\bullet)$ и $\frac{1}{s}(\bullet) = \int(\bullet)dt$, передаточная функция $W_{\text{ПИ}}(s)$, соответствующая формуле (4), представится в виде

$$W_{\text{ПИ}}(s) = k_{\text{П}} + \frac{k_{\text{И}}}{s} \quad (5)$$

или [2]

$$W_{\text{ПИ}}(s) = k_{\text{П}} + \frac{T_{\text{П}}s + 1}{s}, \quad (6)$$

показывая, что ПИ-регулятор, представляя собой последовательное соединение интегрирующего и форсирующего звеньев, обеспечивает за счет выбора параметра $T_{\text{П}}$ одновременно с повышением точности системы требуемые запасы устойчивости.

Считают [1, 3], что дальнейшее повышение устойчивости может быть гарантировано введением дополнительного дифференцирующего звена, что приводит к структуре пропорционально-интегрально-дифференциальных регуляторов (ПИД-регуляторов) (рис. 2):

$$U(t) = k_{\text{П}}\Delta x(t) + k_{\text{И}} \int_{\tau=0}^{\tau=t} \Delta x(\tau) d\tau + k_{\text{Д}} \frac{d\Delta x(t)}{dt}. \quad (7)$$

Выбором величин $k_{\text{П}}, k_{\text{И}}, k_{\text{Д}}$ в (7) добиваются требуемых точностных и динамических характеристик системы (рис. 1).

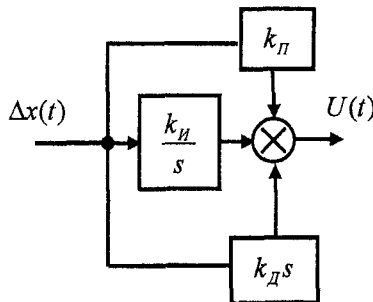


Рисунок 2 – Структурная схема ПИД-регулятора

Современные ПИД-регуляторы (PID-controller) – это микропроцессорные устройства, реализующие структуру (рис. 2) в цепи обратной связи контура управления (рис. 1), которые формируют управляющие воздействия $U(t)$ по формуле (7), где t – время, $U(t)$ – управляющее воздействие, Δx – величина рассогласования в текущей целевой точке, $\Delta x(t) = x_0(t) - x(t)$.

Однако самому переходу от аналогового к цифровому (микропроцессорному) управлению сопутствует возникновение дополнительных ошибок, обусловленных временной задержкой процессорной (алгоритмической, последовательной) обработки соотношения (7) [4].

Поэтому вопросы построения подходящего дискретного представления закона ПИД-регулирования (7), обеспечивающего минимальную задержку при вычислении управляющего воздействия, являются актуальными.

В настоящей работе предлагается дискретная формула ПИД-регулирования и её «быстродействующая» реализация в структуре арифметико-логического устройства (АЛУ) непосредственного формирования результата.

МОДЕЛИ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Обеспечение минимальной задержки при обработке (7) – это прежде всего построение такой дискретной формулы, в которой использовано минимальное количество элементарных вычислительных операций.

Для достижения этой цели преобразуем соотношение (7), учитывая «дискретные» обстоятельства цифрового управления.

Пусть $\Delta x(t)$ формируется в дискретные моменты времени опроса датчиков $0, 1 \cdot T, 2 \cdot T, 3 \cdot T, \dots$, то есть текущие моменты времени определяются равенством

$$t = n \cdot T, \quad (8)$$

где n – натуральное число, а T фактически не только период опроса датчиков, но и время, в течение которого должно быть сформировано управляющее воздействие.

В таком случае

$$U(nT) = k_{\Pi} \Delta x(nT) + k_{\text{И}} \int_{\tau=0}^{\tau=nT} \Delta x(\tau) d\tau + k_{\text{Д}} \left. \frac{d\Delta x(t)}{dt} \right|_{t=nT}. \quad (9)$$

В простейшем случае минимального числа элементарных операций есть несколько вариантов дискретного (вычислительного) представления интеграла [5] в (9).

Формула «прямоугольника». По определению интеграла как предела сумм Дарбу при $T \rightarrow 0$, то есть при достаточно малом T :

$$U(nT) = k_{\Pi} \Delta x(nT) + k_{\text{И}} \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} T \cdot \Delta x(i) + k_{\text{Д}} \left. \frac{d\Delta x(t)}{dt} \right|_{t=nT}, \quad (10)$$

где

$$\begin{aligned} \Delta x(0) &= x_0(t) \Big|_{t=0}; \quad \Delta x(T) = x_0(T) - x(T); \\ \Delta x(2T) &= x_0(2T) - x(2T); \dots; \quad \Delta x(nT) = x_0(nT) - x(nT). \end{aligned} \quad (11)$$

Учитывая соотношения (11), а также то, что третье слагаемое в соотношениях (7)-(10) есть скорость изменения функции рассогласования $\Delta x(t)$, можно записать формулу (10) в виде

$$U(nT) = k_{\Pi} \Delta x(nT) + k_{\text{И}} \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} T \cdot \Delta x(i) + k_{\text{Д}} \frac{\Delta x(nT) - \Delta x((n-1) \cdot T)}{T}, \quad (12)$$

$$\begin{aligned} U(nT) &= k_{\Pi} \Delta x(nT) + k_{\text{И}} \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} T \cdot \Delta x(i) + \frac{k_{\text{Д}}}{T} \Delta x(nT) - \frac{k_{\text{Д}}}{T} \Delta x((n-1) \cdot T), \\ U(nT) &= (k_{\Pi} + \frac{k_{\text{Д}}}{T}) \Delta x(nT) + k_{\text{И}} \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} T \cdot \Delta x(i) - \frac{k_{\text{Д}}}{T} \Delta x((n-1) \cdot T). \end{aligned} \quad (13)$$

А если выносить параметр T из суммы, то

$$U(nT) = (k_{\Pi} + \frac{k_{\text{Д}}}{T}) \Delta x(nT) + k_{\text{И}} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} \Delta x(i) - \frac{k_{\text{Д}}}{T} \Delta x((n-1) \cdot T). \quad (14)$$

Аналогично (10)-(14) представим управляющее воздействие в момент времени $t = (n-1) \cdot T$:

$$U((n-1) \cdot T) = (k_{\Pi} + \frac{k_{\text{Д}}}{T}) \Delta x((n-1) \cdot T) + k_{\text{И}} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=(n-1) \cdot T} \Delta x(i) - \frac{k_{\text{Д}}}{T} \Delta x((n-2) \cdot T). \quad (15)$$

Вычитая из соотношения (14) соотношение (15), получаем:

$$\begin{aligned}
 U(nT) - U((n-1) \cdot T) &= (k_{II} + \frac{k_{II}}{T})\Delta x(nT) + k_{II} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} \Delta x(i) - \frac{k_{II}}{T} \Delta x((n-1) \cdot T) - \\
 &- [(k_{II} + \frac{k_{II}}{T})\Delta x((n-1) \cdot T) + k_{II} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=(n-1)T} \Delta x(i) - \frac{k_{II}}{T} \Delta x((n-2) \cdot T)] = \\
 &= (k_{II} + \frac{k_{II}}{T})\Delta x(nT) + k_{II} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} \Delta x(i) - \frac{k_{II}}{T} \Delta x((n-1) \cdot T) - \\
 &- (k_{II} + \frac{k_{II}}{T})\Delta x((n-1) \cdot T) - k_{II} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=(n-1)T} \Delta x(i) + \frac{k_{II}}{T} \Delta x((n-2) \cdot T) = \\
 &= (k_{II} + \frac{k_{II}}{T})\Delta x(nT) + k_{II} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} \Delta x(i) - \left[\frac{k_{II}}{T} \Delta x((n-1) \cdot T) + \right. \\
 &+ \left. (k_{II} + \frac{k_{II}}{T})\Delta x((n-1) \cdot T) \right] - k_{II} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=(n-1)T} \Delta x(i) + \frac{k_{II}}{T} \Delta x((n-2) \cdot T) = \\
 &= (k_{II} + \frac{k_{II}}{T})\Delta x(nT) - \left[\frac{k_{II}}{T} + k_{II} + \frac{k_{II}}{T} \right] \cdot \Delta x((n-1) \cdot T) + \frac{k_{II}}{T} \Delta x((n-2) \cdot T) + \\
 &+ k_{II} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} \Delta x(i) - k_{II} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=(n-1)T} \Delta x(i) = \\
 &= (k_{II} + \frac{k_{II}}{T})\Delta x(nT) - \left[\frac{2k_{II}}{T} + k_{II} \right] \cdot \Delta x((n-1) \cdot T) + \frac{k_{II}}{T} \Delta x((n-2) \cdot T) + \\
 &+ k_{II} \cdot T \cdot \left[\sum_{i=0}^{i=nT} \Delta x(i) - \sum_{i=0}^{i=(n-1)T} \Delta x(i) \right].
 \end{aligned}$$

Итак, соотношение (16) в сокращенной форме имеет вид

$$\begin{aligned}
 U(nT) - U((n-1) \cdot T) &= (k_{II} + \frac{k_{II}}{T})\Delta x(nT) - \left[\frac{2k_{II}}{T} + k_{II} \right] \cdot \Delta x((n-1) \cdot T) + \frac{k_{II}}{T} \Delta x((n-2) \cdot T) + \\
 &+ k_{II} \cdot T \cdot \left[\sum_{i=0}^{i=nT} \Delta x(i) - \sum_{i=0}^{i=(n-1)T} \Delta x(i) \right].
 \end{aligned}$$

Преобразуем в (17) последнее слагаемое:

$$\begin{aligned}
 k_{II} \cdot T \cdot \left[\sum_{i=0}^{i=nT} \Delta x(i) - \sum_{i=0}^{i=(n-1)T} \Delta x(i) \right] &= \\
 &= k_{II} \cdot T \cdot \left[\left(\sum_{i=0}^{i=(n-1)T} \Delta x(i) + \Delta x(nT) \right) - \sum_{i=0}^{i=(n-1)T} \Delta x(i) \right] = k_{II} \cdot T \cdot \Delta x(nT).
 \end{aligned}$$

Подставив (18) в (17), получаем:

$$\begin{aligned}
 U(nT) - U((n-1) \cdot T) &= \\
 &= (k_{II} + \frac{k_{II}}{T})\Delta x(nT) - \left[\frac{2k_{II}}{T} + k_{II} \right] \cdot \Delta x((n-1) \cdot T) + \frac{k_{II}}{T} \Delta x((n-2) \cdot T) + k_{II} \cdot T \cdot \Delta x(nT) = \\
 &= (k_{II} + k_{II} \cdot T + \frac{k_{II}}{T})\Delta x(nT) - \left[\frac{2k_{II}}{T} + k_{II} \right] \cdot \Delta x((n-1) \cdot T) + \frac{k_{II}}{T} \Delta x((n-2) \cdot T). \\
 U(nT) - U((n-1)T) &=
 \end{aligned}$$

$$= (k_{\pi} + k_{\mu}T + \frac{k_{\Delta}}{T})\Delta x(nT) - \left[\frac{2k_{\Delta}}{T} + k_{\pi} \right] \Delta x((n-1)T) + \frac{k_{\Delta}}{T} \Delta x((n-2)T). \quad (20)$$

Надо отметить, что формулу (20) можно было бы считать окончательной для вычислений текущего управляющего воздействия, если бы микропроцессорный регулятор реализовывал бы сугубо выражение (7). Но в цифровых контурных регуляторах реализуется не сугубо регулятор (рис. 1, 2), а совместно и регулятор, и элемент (схема) сравнения (рис. 3).

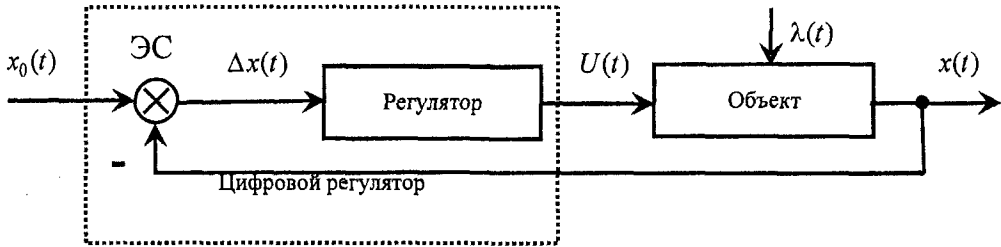


Рисунок 3 – Реальные структурные границы цифрового регулятора

Именно поэтому реальными входными данными цифрового регулятора помимо настроечных параметров регулятора являются не значения функции рассогласования $\Delta x(t)$, а текущие значения задающего воздействия $x_0(t)$ и регулируемая величина $x(t)$, что может требовать приведение формулы (20) к виду с текущими сигналами. Например:

$$U(nT) - U((n-1)T) = (k_{\pi} + k_{\mu}T + \frac{k_{\Delta}}{T})\Delta x(nT) - \left[\frac{2k_{\Delta}}{T} + k_{\pi} \right] \Delta x((n-1)T) + \frac{k_{\Delta}}{T} \Delta x((n-2)T).$$

Положим, что

$$K_0 = k_{\pi} + k_{\mu}T + \frac{k_{\Delta}}{T}; \quad K_{-1} = -\left(\frac{2k_{\Delta}}{T} + k_{\pi}\right); \quad K_{-2} = \frac{k_{\Delta}}{T}. \quad (21)$$

Тогда (20) приводится к виду

$$\begin{aligned} U(nT) - U((n-1)T) &= \\ &= K_0 \Delta x(nT) + K_{-1} \Delta x((n-1)T) + K_{-2} \Delta x((n-2)T) = \\ &= K_0 [x_0(nT) - x(nT)] + K_{-1} \Delta x((n-1)T) + K_{-2} \Delta x((n-2)T). \end{aligned}$$

В окончательном виде:

$$U(nT) = U((n-1)T) + K_0 [x_0(nT) - x(nT)] + K_{-1} \Delta x((n-1)T) + K_{-2} \Delta x((n-2)T), \quad (22)$$

$$K_0 = k_{\pi} + k_{\mu}T + \frac{k_{\Delta}}{T}, \quad K_{-1} = -\left(\frac{2k_{\Delta}}{T} + k_{\pi}\right), \quad K_{-2} = \frac{k_{\Delta}}{T}, \quad n = 2, 3, \dots$$

Исходя из (9), получим:

$$U(nT)|_{n=0} = k_{\pi} x_0(0); \quad (23)$$

$$U(nT)|_{n=1} = k_{\pi} \Delta x(T) + k_{\mu} \int_{\tau=0}^{\tau=T} \Delta x(\tau) d\tau = k_{\pi} \Delta x(T) + k_{\mu} \cdot [T \cdot \Delta x(T)] = (k_{\pi} + k_{\mu}T) \cdot \Delta x(T);$$

$$\begin{aligned} U(nT)|_{n=1} &= (k_{\pi} + k_{\mu}T) \cdot \Delta x(T) = (k_{\pi} + k_{\mu}T) \cdot (x_0(T) - x(T)) = (k_{\pi} + k_{\mu}T) \cdot x_0(T) - (k_{\pi} + k_{\mu}T) \cdot x(T); \\ U(nT)|_{n=1} &= (k_{\pi} + k_{\mu}T) \cdot x_0(T) - (k_{\pi} + k_{\mu}T) \cdot x(T). \end{aligned} \quad (24)$$

Формула трапеций. В этом случае на любом i -ом интервале длины T из $[0, nT]$ интеграл вычисляется не как произведение $\Delta x(i) \cdot T$ в формуле (10), то есть как площадь прямоугольника, а по формуле $\frac{\Delta x_i + \Delta x_{i-1}}{2} \cdot T$ как площадь трапеции.

Тогда соотношение (9) представится следующей цепочкой преобразований:

$$\begin{aligned}
 U(nT) &= k_{\pi} \Delta x(nT) + k_{\mu} \int_{\tau=0}^{\tau=nT} \Delta x(\tau) d\tau + k_{\lambda} \left. \frac{d\Delta x(t)}{dt} \right|_{t=nT} \Rightarrow \\
 U(nT) &= k_{\pi} \Delta x(nT) + k_{\mu} \cdot \left[\frac{\Delta x(1 \cdot T) + \Delta x(0 \cdot T)}{2} \cdot T + \frac{\Delta x(2 \cdot T) + \Delta x(1 \cdot T)}{2} \cdot T + \dots + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{\Delta x(n \cdot T) + \Delta x((n-1) \cdot T)}{2} \cdot T \right] + k_{\lambda} \left. \frac{d\Delta x(t)}{dt} \right|_{t=nT} = \\
 &= k_{\pi} \Delta x(nT) + \frac{k_{\mu}}{2} \cdot T \cdot [(\Delta x(1 \cdot T) + \Delta x(0 \cdot T)) + (\Delta x(2 \cdot T) + \Delta x(1 \cdot T)) + \dots + \\
 &\quad + \Delta x(n \cdot T) + \Delta x((n-1) \cdot T)] + k_{\lambda} \left. \frac{d\Delta x(t)}{dt} \right|_{t=nT} = \\
 &= k_{\pi} \Delta x(nT) + \frac{k_{\mu}}{2} \cdot T \cdot [\Delta x(1 \cdot T) + \Delta x(0 \cdot T) + \\
 &\quad + \Delta x(2 \cdot T) + \Delta x(1 \cdot T) + \\
 &\quad + \Delta x(3 \cdot T) + \Delta x(2 \cdot T) + \\
 &\quad + \Delta x(4 \cdot T) + \Delta x(3 \cdot T) + \dots + \\
 &\quad + \Delta x((n-1) \cdot T) + \Delta x((n-2) \cdot T) + \\
 &\quad + \Delta x(n \cdot T) + \Delta x((n-1) \cdot T)] + k_{\lambda} \left. \frac{d\Delta x(t)}{dt} \right|_{t=nT}. \quad (25)
 \end{aligned}$$

Проведя в квадратных скобках в (25) приведение подобных членов, получаем:

$$\begin{aligned}
 U(nT) &= k_{\pi} \Delta x(nT) + \\
 &+ \frac{k_{\mu}}{2} \cdot T \cdot \{ \Delta x(0 \cdot T) + 2 \cdot [\Delta x(1 \cdot T) + \Delta x(2 \cdot T) + \dots + \Delta x((n-1) \cdot T)] + \Delta x(n \cdot T) \} + k_{\lambda} \left. \frac{d\Delta x(t)}{dt} \right|_{t=nT}. \quad (26)
 \end{aligned}$$

Заменив последнее слагаемое в (26) аналогично тому, как это сделано в соотношениях (12)-(14), получаем:

$$\begin{aligned}
 U(nT) &= k_{\pi} \Delta x(nT) + \\
 &+ \frac{k_{\mu}}{2} \cdot T \cdot \{ \Delta x(0 \cdot T) + 2 \cdot [\Delta x(1 \cdot T) + \Delta x(2 \cdot T) + \dots + \Delta x((n-1) \cdot T)] + \Delta x(n \cdot T) \} + \\
 &+ k_{\lambda} \frac{\Delta x(nT) - \Delta x((n-1) \cdot T)}{T} = \\
 &= k_{\pi} \Delta x(nT) + \frac{k_{\mu}}{2} \cdot T \cdot \{ \Delta x(0 \cdot T) + 2 \cdot [\Delta x(1 \cdot T) + \Delta x(2 \cdot T) + \dots + \Delta x((n-1) \cdot T)] + \Delta x(n \cdot T) \} + \\
 &+ \frac{k_{\lambda}}{T} \Delta x(nT) - \frac{k_{\lambda}}{T} \Delta x((n-1) \cdot T). \\
 U(nT) &= (k_{\pi} + \frac{k_{\mu}}{2}) \Delta x(nT) - \frac{k_{\lambda}}{T} \Delta x((n-1) \cdot T) + \\
 &+ \frac{k_{\mu}}{2} \cdot T \cdot \{ \Delta x(0 \cdot T) + 2 \cdot [\Delta x(1 \cdot T) + \Delta x(2 \cdot T) + \dots + \Delta x((n-1) \cdot T)] + \Delta x(n \cdot T) \}. \quad (27)
 \end{aligned}$$

Аналогично (27) имеем:

$$\begin{aligned}
 U((n-1)T) &= (k_{\pi} + \frac{k_{\mu}}{2}) \Delta x((n-1) \cdot T) - \frac{k_{\lambda}}{T} \Delta x((n-2) \cdot T) + \\
 &+ \frac{k_{\mu}}{2} \cdot T \cdot \{ \Delta x(0 \cdot T) + 2 \cdot [\Delta x(1 \cdot T) + \Delta x(2 \cdot T) + \dots + \Delta x((n-2) \cdot T)] + \Delta x((n-1) \cdot T) \}. \quad (28)
 \end{aligned}$$

Для получения окончательной формулы вычтем (28) из (27):

$$\begin{aligned}
 U(nT) - U((n-1)T) &= (k_n + \frac{k_D}{T})\Delta x(nT) - \frac{k_D}{T}\Delta x((n-1)\cdot T) + \\
 &+ \frac{k_H}{2} \cdot T \cdot \{ \Delta x(0\cdot T) + 2 \cdot [\Delta x(1\cdot T) + \Delta x(2\cdot T) + \dots + \Delta x((n-1)\cdot T)] + \Delta x(n\cdot T) \} - \\
 &- \left[(k_n + \frac{k_D}{T})\Delta x((n-1)\cdot T) - \frac{k_D}{T}\Delta x((n-2)\cdot T) + \right. \\
 &+ \left. \frac{k_H}{2} \cdot T \cdot \{ \Delta x(0\cdot T) + 2 \cdot [\Delta x(1\cdot T) + \Delta x(2\cdot T) + \dots + \Delta x((n-2)\cdot T)] + \Delta x((n-1)\cdot T) \} \right] = \\
 &= (k_n + \frac{k_D}{T})\Delta x(nT) - \left[\frac{k_D}{T} + \frac{k_D}{T} + k_n \right] \Delta x((n-1)\cdot T) + \frac{k_D}{T}\Delta x((n-2)\cdot T) + \\
 &+ \frac{k_H}{2} \cdot T \cdot \{ \Delta x(0\cdot T) + 2 \cdot [\Delta x(1\cdot T) + \Delta x(2\cdot T) + \dots + \Delta x((n-1)\cdot T)] + \Delta x(n\cdot T) \} - \\
 &- \frac{k_H}{2} \cdot T \cdot \{ \Delta x(0\cdot T) + 2 \cdot [\Delta x(1\cdot T) + \Delta x(2\cdot T) + \dots + \Delta x((n-2)\cdot T)] + \Delta x((n-1)\cdot T) \} = \\
 &= (k_n + \frac{k_D}{T})\Delta x(nT) - \left[\frac{k_D}{T} + \frac{k_D}{T} + k_n \right] \Delta x((n-1)\cdot T) + \frac{k_D}{T}\Delta x((n-2)\cdot T) + \\
 &+ \frac{k_H}{2} \cdot T \cdot \{ \Delta x(0\cdot T) + 2 \cdot [\Delta x(1\cdot T) + \Delta x(2\cdot T) + \dots + \Delta x((n-1)\cdot T)] + \Delta x(n\cdot T) - \\
 &- \Delta x(0\cdot T) - 2 \cdot [\Delta x(1\cdot T) + \Delta x(2\cdot T) + \dots + \Delta x((n-2)\cdot T)] - \Delta x((n-1)\cdot T) \} = \\
 &= (k_n + \frac{k_D}{T})\Delta x(nT) - \left[\frac{k_D}{T} + \frac{k_D}{T} + k_n \right] \Delta x((n-1)\cdot T) + \frac{k_D}{T}\Delta x((n-2)\cdot T) + \\
 &+ \frac{k_H}{2} \cdot T \cdot \{ 2 \cdot [\Delta x(1\cdot T) + \Delta x(2\cdot T) + \dots + \Delta x((n-1)\cdot T)] - \\
 &- \Delta x(1\cdot T) - \Delta x(2\cdot T) - \dots - \Delta x((n-2)\cdot T)] + \Delta x(n\cdot T) - \Delta x((n-1)\cdot T) \} = \\
 &= (k_n + \frac{k_D}{T})\Delta x(nT) - \left[\frac{k_D}{T} + \frac{k_D}{T} + k_n \right] \Delta x((n-1)\cdot T) + \frac{k_D}{T}\Delta x((n-2)\cdot T) + \\
 &+ \frac{k_H}{2} \cdot T \cdot \{ 2 \cdot [\Delta x((n-1)\cdot T)] + \Delta x(n\cdot T) - \Delta x((n-1)\cdot T) \} = \\
 &= (k_n + \frac{k_D}{T})\Delta x(n\cdot T) - \left[\frac{k_D}{T} + \frac{k_D}{T} + k_n \right] \Delta x((n-1)\cdot T) + \frac{k_D}{T}\Delta x((n-2)\cdot T) + \\
 &+ \frac{k_H}{2} \cdot T \cdot [\Delta x((n-1)\cdot T) + \Delta x(n\cdot T)] = \\
 &= (k_n + \frac{k_D}{T} + \frac{k_H}{2} \cdot T)\Delta x(nT) - \left[\frac{k_D}{T} + \frac{k_D}{T} + k_n - \frac{k_H}{2} \cdot T \right] \Delta x((n-1)\cdot T) + \frac{k_D}{T}\Delta x((n-2)\cdot T) = \\
 &= (k_n + \frac{k_H}{2} \cdot T + \frac{k_D}{T})\Delta x(nT) - \left[k_n + \frac{2k_D}{T} - \frac{k_H}{2} \cdot T \right] \Delta x((n-1)\cdot T) + \frac{k_D}{T}\Delta x((n-2)\cdot T).
 \end{aligned}$$

Или в полной записи:

$$\begin{aligned}
 U(nT) - U((n-1)T) &= \\
 &= (k_n + \frac{k_H}{2} \cdot T + \frac{k_D}{T})\Delta x(nT) - \left[k_n + \frac{2k_D}{T} - \frac{k_H}{2} \cdot T \right] \Delta x((n-1)\cdot T) + \frac{k_D}{T}\Delta x((n-2)\cdot T); \\
 U(nT) &= U((n-1)T) +
 \end{aligned}$$

$$+(k_{\Pi} + \frac{k_{И}}{2} \cdot T + \frac{k_{Д}}{T})\Delta x(nT) - \left[k_{\Pi} + \frac{2k_{Д}}{T} - \frac{k_{И}}{2} \cdot T \right] \Delta x((n-1) \cdot T) + \frac{k_{Д}}{T} \Delta x((n-2) \cdot T). \quad (29)$$

Положив в (29)

$$K_0^* = k_{\Pi} + \frac{k_{И}}{2} \cdot T + \frac{k_{Д}}{T}, K_{-1}^* = -\left[k_{\Pi} + \frac{2k_{Д}}{T} - \frac{k_{И}}{2} \cdot T \right], K_{-2}^* = \frac{k_{Д}}{T}, \quad (30)$$

соотношение (29) принимает вид:

$$U(nT) = U((n-1)T) + K_0^*[x_0(nT) - x(nT)] + K_{-1}^*\Delta x((n-1)T) + K_{-2}^*\Delta x((n-2)T) \quad (31)$$

при $n = 2, 3, \dots$. При этом, также исходя из (9):

$$U(nT)|_{n=0} = k_{\Pi}x_0(0), \quad (32)$$

$$\begin{aligned} U(nT)|_{n=1} &= k_{\Pi}\Delta x(T) + k_{И} \int_{\tau=0}^{\tau=T} \Delta x(\tau) d\tau = k_{\Pi}\Delta x(T) + k_{И} \cdot \left[\frac{\Delta x(T) + \Delta x(0)}{2} \cdot T \right] = \\ &= (k_{\Pi} + k_{И} \frac{T}{2})\Delta x(T) + k_{И} \frac{T}{2} \Delta x(0) = (k_{\Pi} + k_{И} \frac{T}{2})\Delta x(T) + k_{И} \frac{T}{2} x_0(0). \end{aligned}$$

В конечном итоге

$$U(nT)|_{n=1} = (k_{\Pi} + k_{И} \frac{T}{2})(x_0(T) - x(T)) + k_{И} \frac{T}{2} x_0(0). \quad (33)$$

Использование формул Симпсона, правила трёх восьмых и других численных представлений интеграла в формах Ньютона-Котеса и Грегори [5] очевидно ведёт к существенному усложнению структуры окончательной формулы. Поэтому при представлении формулы (7) ПИД-регулирования и достижения цели использования минимального количества элементарных вычислительных операций основываются на соотношениях (21)-(24) и (30)-(33).

Сравнительная характеристика. Исходя из системных представлений построения формул, сравнительные заключения могут касаться как оценки вариантов формул, так и процессов их вывода.

1. Оценим два варианта формул ПИД-регулятора, полученных с использованием формул «прямоугольника» и «трапеции» (21)-(24) и (30)-(33), в аспекте сложности вычисления текущего управляющего воздействия $U(nT)$:

1) При $K_0 = k_{\Pi} + k_{И}T + \frac{k_{Д}}{T}$, $K_{-1} = -(k_{\Pi} + \frac{2k_{Д}}{T})$, $K_{-2} = \frac{k_{Д}}{T}$:

$$U_0 = U(nT)|_{n=0} = k_{\Pi}x_0(0);$$

$$U_1(T) = U(nT)|_{n=1} = (k_{\Pi} + k_{И}T) \cdot x_0(T) - (k_{\Pi} + k_{И}T) \cdot x(T);$$

$$U(nT) = U(nT) = U((n-1)T) + K_0[x_0(nT) - x(nT)] + K_{-1}\Delta x((n-1)T) + K_{-2}\Delta x((n-2)T) \\ \text{при } n = 2, 3, \dots;$$

2) При $K_0^* = k_{\Pi} + \frac{k_{И}}{2} \cdot T + \frac{k_{Д}}{T}$, $K_{-1}^* = -\left[k_{\Pi} + \frac{2k_{Д}}{T} - \frac{k_{И}}{2} \cdot T \right]$, $K_{-2}^* = \frac{k_{Д}}{T}$:

$$U_0^* = U(nT)|_{n=0} = k_{\Pi}x_0(0);$$

$$U_1^*(T) = U(nT)|_{n=1} = (k_{\Pi} + k_{И} \frac{T}{2})x_0(T) - (k_{\Pi} + k_{И} \frac{T}{2})x(T) + k_{И} \frac{T}{2} x_0(0);$$

$$U^*(nT) = U(nT) = U((n-1)T) + K_0^*[x_0(nT) - x(nT)] + K_{-1}^*\Delta x((n-1)T) + K_{-2}^*\Delta x((n-2)T) \\ \text{при } n = 2, 3, \dots$$

Непосредственное сравнение «одноцелевых» выражений в этих вариантах позволяет констатировать следующее.

Во-первых:

$$K_0 - K_0^* = (k_{II} + k_{II}T + \frac{k_{II}}{T}) - (k_{II} + \frac{k_{II}}{2}T + \frac{k_{II}}{T}) = \frac{k_{II}}{2}T; \Rightarrow$$

$$K_0 = K_0^* + \frac{k_{II}}{2}T \quad \text{или} \quad K_0^* = K_0 - \frac{k_{II}}{2}T; \quad (34)$$

$$K_{-1} - K_{-1}^* = -(k_{II} + \frac{2k_{II}}{T}) - (-[k_{II} + \frac{2k_{II}}{T} - \frac{k_{II}}{2} \cdot T]) =$$

$$= -(k_{II} + \frac{2k_{II}}{T}) + [k_{II} + \frac{2k_{II}}{T} - \frac{k_{II}}{2} \cdot T] = -\frac{k_{II}}{2} \cdot T; \Rightarrow$$

$$K_{-1} = K_{-1}^* - \frac{k_{II}}{2} \cdot T \quad \text{или} \quad K_{-1}^* = K_{-1} + \frac{k_{II}}{2} \cdot T; \quad (35)$$

$$K_{-2} - K_{-2}^* = \frac{k_{II}}{T} - \frac{k_{II}}{T} = 0; \Rightarrow K_{-2} = K_{-2}^*. \quad (36)$$

Во-вторых, формулы вычисления управляющего воздействия в начальный (нулевой) момент времени (при $n = 0$) совпадают:

$$U_0 = U_0^* = k_{II}x_0(0). \quad (37)$$

В-третьих:

$$U_1(T) - U_1^*(T) =$$

$$= [(k_{II} + k_{II}T) \cdot x_0(T) - (k_{II} + k_{II}T) \cdot x(T)] - [(k_{II} + k_{II} \frac{T}{2})x_0(T) - (k_{II} + k_{II} \frac{T}{2})x(T) + k_{II} \frac{T}{2} x_0(0)] =$$

$$= (k_{II} + k_{II}T - k_{II} - k_{II} \frac{T}{2}) \cdot x_0(T) - (k_{II} + k_{II}T - k_{II} - k_{II} \frac{T}{2})x(T) - k_{II} \frac{T}{2} x_0(0) =$$

$$= k_{II} \frac{T}{2} \cdot x_0(T) - k_{II} \frac{T}{2} \cdot x(T) - k_{II} \frac{T}{2} x_0(0) = k_{II} \frac{T}{2} \cdot [x_0(T) - x(T) - x_0(0)]; \Rightarrow$$

$$U_1(T) = U_1^*(T) + k_{II} \frac{T}{2} \cdot [x_0(T) - x(T) - x_0(0)] \quad (38)$$

или

$$U_1^*(T) = U_1(T) - k_{II} \frac{T}{2} \cdot [x_0(T) - x(T) - x_0(0)]. \quad (39)$$

В-четвёртых:

$$U(nT) = U((n-1)T) + K_0[x_0(nT) - x(nT)] + K_{-1}\Delta x((n-1)T) + K_{-2}\Delta x((n-2)T);$$

$$U^*(nT) = U((n-1)T) + K_0^*[x_0(nT) - x(nT)] + K_{-1}^*\Delta x((n-1)T) + K_{-2}^*\Delta x((n-2)T);$$

$$U(nT) - U^*(nT) =$$

$$= [U((n-1)T) + K_0[x_0(nT) - x(nT)] + K_{-1}\Delta x((n-1)T) + K_{-2}\Delta x((n-2)T)] -$$

$$- [U((n-1)T) + K_0^*[x_0(nT) - x(nT)] + K_{-1}^*\Delta x((n-1)T) + K_{-2}^*\Delta x((n-2)T)] =$$

$$= (K_0 - K_0^*)[x_0(nT) - x(nT)] + (K_{-1} - K_{-1}^*)\Delta x((n-1)T) + (K_{-2} - K_{-2}^*)\Delta x((n-2)T); \Rightarrow$$

$$U(nT) = U^*(nT) + (K_0 - K_0^*)[x_0(nT) - x(nT)] + (K_{-1} - K_{-1}^*)\Delta x((n-1)T) + (K_{-2} - K_{-2}^*)\Delta x((n-2)T) \quad (40)$$

или:

$$U^*(nT) = U(nT) -$$

$$- (K_0 - K_0^*)[x_0(nT) - x(nT)] + (K_{-1} - K_{-1}^*)\Delta x((n-1)T) + (K_{-2} - K_{-2}^*)\Delta x((n-2)T) \quad (41)$$

при условии, что:

$$K_0 = k_{II} + k_{II}T + \frac{k_{II}}{T}; \quad K_{-1} = -(k_{II} + \frac{2k_{II}}{T}); \quad K_{-2} = \frac{k_{II}}{T}; \quad (42)$$

$$K_0^* = k_{II} + \frac{k_{II}}{2} \cdot T + \frac{k_D}{T}, K_{-1}^* = - \left[k_{II} + \frac{2k_D}{T} - \frac{k_{II}}{2} \cdot T \right], K_{-2}^* = \frac{k_D}{T}. \quad (43)$$

Поскольку формулы ПИД-регулирования (21)-(24) могут быть преобразованы в формулы (30)-(33) и наоборот посредством простых преобразований (34)-(43), то можно утверждать следующее:

1) представленные формулы ПИД-регулятора структурно аналогичны, то есть структурно подобны посредством линейных преобразований (34)-(43). Это указывает на одинаковый объём вычислений при формировании управляющих воздействий. Но, учитывая факт более точного представления интеграла посредством формулы трапеций, понимаем выбор в качестве базовых соотношений формы (30)-(33);

2) одновременная реализация (21)-(24) и (30)-(33) с учётом (34)-(43) в процессах моделирования ПИД-регулирования может стать основой оценки комплексного влияния настроечных параметров регулятора k_{II} , k_{II} , k_D и их вторичных показателей K_0 , K_{-1} , K_{-2} , K_0^* , K_{-1}^* , K_{-2}^* на весь процесс регулирования.

2. Сравнительные заключения могут касаться не только оценки вариантов формул, но и процессов их вывода. В отношении процессов вывода вариантов формул ПИД-регулятора интересны оценки сравнения «накопительных» формул (14) и (27) с их «рекурсивными» аналогами (22) и (31) в аспекте достоверности (погрешности представления) результатов вычислений.

Очевидно, что аналитически (22) и (31) тождественны (14) и (27), поскольку получены в процессе равносильных преобразований. Однако организация их использования в цифровом контурном регуляторе для вычислений текущих управляющих воздействий может иметь нежелательные особенности по скорости вычислений в виду ограниченности разрядной сетки процессора.

Например, в эквивалентных соотношениях (13) и (14)

$$U(nT) = (k_{II} + \frac{k_D}{T})\Delta x(nT) + k_{II} \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} T \cdot \Delta x(i) - \frac{k_D}{T} \Delta x((n-1) \cdot T),$$

$$U(nT) = (k_{II} + \frac{k_D}{T})\Delta x(nT) + k_{II} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} \Delta x(i) - \frac{k_D}{T} \Delta x((n-1) \cdot T).$$

Причиной такого положения могут быть аналитические отличия в различном представлении суммы: в (13) она имеет общий вид

$$k_{II} \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} T \cdot \Delta x(i), \quad (44)$$

а в (14) – более «компактный» эквивалентный вид

$$k_{II} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} \Delta x(i). \quad (45)$$

Очевидно, что эквивалентность (44) и (45) обеспечивается только в границах «непрерывной» математики. Ввиду ограниченной разрядной сетки процессора при суммировании в (45) возможно появление такого i , при котором образуется сумма, вызывающая переполнение разрядной сетки. Такая ситуация не критична, но она приостановит непосредственное вычисление управляющего воздействия для проведения соответствующих мер «масштабирования», что и приведёт к потере производительности. В (44) каждое слагаемое фактически может масштабироваться коэффициентом, меньшим единицы, и уже тем самым уменьшать риск приостановки непосредственного вычисления управляющего воздействия.

В плане таких оценок, несомненно, предпочтительнее использование «рекурсивных» формул (22) и (31)

$$U(nT) = U((n-1)T) + K_0[x_0(nT) - x(nT)] + K_{-1}\Delta x((n-1)T) + K_{-2}\Delta x((n-2)T),$$

$$U(nT) = U((n-1)T) + K_0^*[x_0(nT) - x(nT)] + K_{-1}^*\Delta x((n-1)T) + K_{-2}^*\Delta x((n-2)T),$$

чем «накопительных» соотношений (14) и (27):

$$U(nT) = (k_{\Pi} + \frac{k_{\Delta}}{T})\Delta x(nT) + k_{\Pi} \cdot T \cdot \sum_{i=0}^{i=nT} \Delta x(i) - \frac{k_{\Delta}}{T} \Delta x((n-1) \cdot T),$$

$$U(nT) = (k_{\Pi} + \frac{k_{\Delta}}{T})\Delta x(nT) - \frac{k_{\Delta}}{T} \Delta x((n-1) \cdot T) + \frac{k_{\Pi}}{2} \cdot T \cdot \{\Delta x(0 \cdot T) + 2 \cdot [\Delta x(1 \cdot T) + \Delta x(2 \cdot T) + \dots + \Delta x((n-1) \cdot T)] + \Delta x(n \cdot T)\}.$$

Однако и здесь нельзя забывать, что любая рекурсия «тянет» за собой накопление ошибок предыдущих шагов рекурсии. В общем случае, это объясняется тем, что: а) различные линейные и нелинейные преобразования приводят к различным погрешностям вычислений; б) погрешности представления исходных операндов по самой своей «природе» существенно отличаются от погрешностей результатов преобразований, что целесообразно учитывать при построении алгоритмов вычислений.

«БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩАЯ» СТРУКТУРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПИД-РЕГУЛЯТОРА

Построение дискретного представления (22) и (31) закона ПИД-регулирования (7), обеспечивающего минимальное количество элементарных операций, ещё не гарантирует наилучшие скоростные показатели вычисления управляющих воздействий. Необходим выбор соответствующего способа реализации элементарных операций.

Не касаясь направления по распараллеливанию алгоритмов вычислений в многоядерных структурах, известные подходы к организации быстрых вычислений в большей степени (троичная арифметика Н.П. Брусенцова [6], арифметика «компьютеров Фибоначчи» проф. А.П. Стахова [7]) или в меньшей степени (машинная арифметика в остаточных классах И.Я. Акушского и Д.И. Юдицкого [8]) базируются на классическом принципе последовательного поразрядного вычисления «с переносом из младшего в старший разряд» (с использованием идеи полусумматора при реализации) [9, 10].

Однако именно этот принцип и является основным ограничительным фактором показателя быстродействия: при любых структурных и схемотехнических ухищрениях нельзя не учитывать задержку вычислений, обусловленную временем переноса из разряда в разряд. Поэтому для обеспечения методически наибольшего быстродействия можно основываться на методике непосредственного формирования результата [11], которая исключает фактор переноса и все сопутствующие ему последствия при реализации вычислительной операции.

Основная идея непосредственного формирования результата заключена в том, что результат любой операции $c = a \nabla b$, где « a, b » – k -разрядные числа, « ∇ » – операция, которая не выходит за рамки установленного n -разрядного формата результата операции, может быть получен не в процессе традиционного поразрядного вычисления результата с формированием соответствующих переносов в следующие разряды, а непосредственно в виде его выбора из таблицы соответствия (табл. 1).

Тогда, представляя каждый разряд n -разрядного результата $c = a \nabla b$ соответствующей таблицей истинности от $2k$ логических переменных, которыми являются каждый разряд операндов a, b в операции $c = a \nabla b$, посредством совершенных нормальных форм и соответствующих комбинационных схем (конечных автоматов без памяти) могут быть реализованы все разряды результата операции. Причём это сделано не алгоритмически, а так, как принято при реализации временных логических функций, то есть «мгновенно» по всем разрядам результата с быстродействием «жесткой логики» [12].

Таблица 1 – Таблица соответствия при $n = k + 1$

строка	k -разрядное число a				k -разрядное число b				n -разрядный результат операции $c = a \nabla b$				
	a_{k-1} (2^{k-1})	...	a_1 (2^1)	a_0 (2^0)	b_{k-1} (2^{k-1})	...	b_1 (2^1)	b_0 (2^0)	c_{n-1} (2^{n-1})	c_{n-2} (2^{n-2})	...	c_1 (2^1)	c_0 (2^0)
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
...
2^k	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
...
2^{2n}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Следуя [11], будем называть вычислитель (или вычислительное средство), реализующий вычислительные операции по принципу непосредственного формирования результата, арифметико-логическим устройством непосредственного формирования (АЛУ НФ), а его компоненты, обрабатывающие отдельные операции, ядрами АЛУ НФ.

Тогда формулы ПИД-регулятора могут обрабатываться, например, на структуре АЛУ непосредственного формирования, представленной на рисунке 4, где в роли элемента задержки D на один такт задающего генератора использована традиционная схема двухтактного синхронного триггера с инверсией входного сигнала (рис. 5) [13].

В структуре (рисунок 4) для определенности показаны настроечные параметры для (21)-(24). Очевидно, что на ней реализуемы и формулы (30)-(33). Компонента 1 «счётчик-дешифратор-триггер» (рис. 4) разрешает формирование в первом такте управляющего воздействия U_0 (по тракту U_0), во втором акте – U_1 (по тракту U_1), а в последующих тактах формирование воздействий по общим формулам (22) и (31).

ВЫВОД

Оценивая структуру ПИД-вычислений на АЛУ НФ (рис. 4), можно заметить, что при такой реализации формул ПИД-регулятора управляющее воздействие может быть сформировано за 5-10 тактов задающего генератора.

Традиционно в процессорах отдельные вычислительные операции выполняются примерно за 10-30 тактов задающего генератора. Поэтому, учитывая алгоритмичность обработки вычислительных операций в традиционных процессорах, а также сложность формул ПИД-регулирования, можно говорить о том, что реализация на АЛУ НФ может быть как минимум на порядок быстрее.

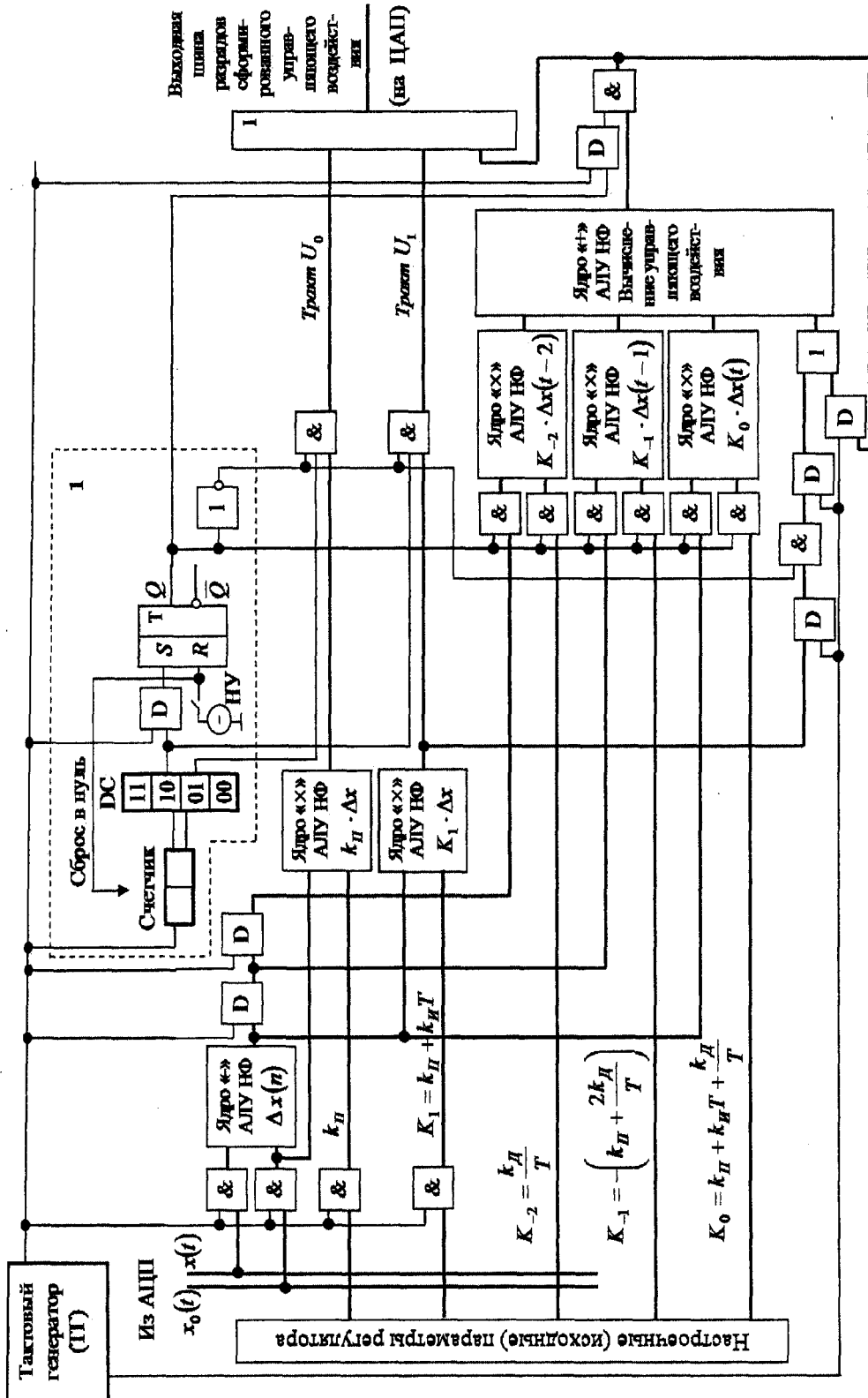


Рисунок 4 – Структурная реализация ПИД-регулятора на АЛУ НФ, где: НУ – начальная установка в ноль, АЦП – аналого-цифровой преобразователь, ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь

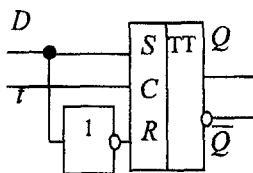


Рисунок 5 – Пример D-триггера для осуществления задержки на один такт [13]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Том 1. Линейные системы. – М.: Физматлит, 2007. – 312 с.
2. Шарканов Д.Ю. Изучение объекта и синтез регулятора системы управления. КП по дисциплине «Теория автоматического управления», рук. к.т.н., доцент А.А. Лаврухин. – Омск: Омский государственный университет ПС. Кафедра «Радиотехнические управляющие системы», 2008. – 39 с.
3. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Академия, 2005. – 340 с.
4. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2004. – 832 с.
5. Хемминг Р.В. Численные методы. – М.: Наука, 1972. – 400 с.
6. Брусенцов Н.П. Использование троичного кода и трёхзначной логики в цифровых машинах. Научный отчет № 24ВТ(378). – М.: МГУ, 1969. – 27 с.
7. Стахов А.П. Коды золотой пропорции. – М.: Радио и связь, 1984. – 152 с.
8. Акушский И.Я., Юдицкий Д.И. Машинная арифметика в остаточных классах. – Сов. радио, 1968. – 439 с.
9. Ричардс Р.К. Арифметические операции на цифровых вычислительных машинах: пер. с англ. В.К. Зейденберга и В.П. Черенина, под ред. В.М. Курочкина. – М.: Иностран. лит., 1957. – 424 с.
10. Карцев М.А. Арифметика цифровых машин. – М.: Наука, 1969. – 575 с.
11. Раков В.И. О новом подходе к повышению производительности промышленных контроллеров. Промышленные АСУ и контроллеры, 2011. – № 3. – С. 35-46.
12. Захарова О.В. Формальные средства организации вычислительных операций для быстродействующих промышленных контроллеров. Промышленные АСУ и контроллеры, 2012. – №1. – С. 51-60.
13. Каган Б.М., Каневский М.М. Цифровые вычислительные машины и системы. – М.: Энергия, 1974. – 680 с.

Захарова Ольга Владимировна
 ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел
 Аспирант кафедры «Информационные системы»
 Тел.: 8 906 568 10 60
 E-mail: cvaig@mail.ru

O.V. ZAKHAROVA (Post-graduate student)
 State University – ESPC, Orel

FORMULA OF PID-CONTROLLER FOR THE ALU OF DIRECT FORMATION

The formula of the PID-controller for realization on the arithmetic and logic unit (ALU) of direct formation is offered.

Keywords: PID-controller; arithmetic and logic unit (ALU).

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Kim D.P. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. Tom 1. Linejny'e sistemy'. – M.: Fizmatlit, 2007. – 312 s.
2. Sharkanov D.Yu. Izuchenie ob'ekta i sintez regulyatora sistemy' upravleniya. KP po discipline «Teoriya avtomaticheskogo upravleniya», ruk. k.t.n., docent A.A. Lavruxin. – Omsk: Omskij gosudarstvenny'j universitet PS. Kafedra «Radiotexnicheskie upravlyayushhie sistemy'», 2008. – 39 s.
3. Terexov V.M., Osipov O.I. Sistemy' upravleniya e'lektroprivodov. – M.: Akademiya, 2005. – 340 s.
4. Dorf R., Bishop R. Sovremenny'e sistemy' upravleniya. – M.: Laboratoriya bazovy'x znaniy, 2004. – 832 s.
5. Xemming R.V. Chislenny'e metody'. – M.: Nauka, 1972. – 400 s.
6. Brusnecov N.P. Ispol'zovanie troichnogo koda i tryoxznachnoj logiki v cifrovyy'x mashinax. Nauchny'j otchyot № 24VT(378). – M.: MGU, 1969. – 27 s.
7. Staxov A.P. Kody' zolotoj proporcii. – M.: Radio i svyaz', 1984. – 152 s.
8. Akushskij I.Ya., Yudickij D.I. Mashinnaya arifmetika v ostatochnyy'x klassax. – Sov. Radio, 1968. – 439 s.
9. Richards R.K. Arifmeticheskie operacii na cifrovyy'x vy'chislitel'ny'x mashinax: per. s angl. V.K. Zejdenberga i V.P. Cherenina; pod red. V.M. Kurochkina. – M.: Inostr. Lit., 1957. – 424 s.
10. Karcev M.A. Arifmetika cifrovyy'x mashin. – M.: Nauka, 1969. – 575 s.
11. Rakov V.I. O novom podxode k povы'sheniyu proizvoditel'nosti promy'shlenny'x kontrollyorov. Promy'shlenny'e ASU i kontrollyory, 2011. – № 3. – S. 35-46.
12. Zaxarova O.V. Formal'ny'e sredstva organizacii vy'chislitel'ny'x operacij dlya by'strodejstvuyushix promy'shlenny'x kontrollyorov. Promy'shlenny'e ASU i kontrollyory, 2012. – № 1. – S. 51-60.
13. Kagan B.M., Kanevskij M.M. Cifrovyy'e vy' vy'chislitel'nye mashiny' i sistemy'. – M.: E'nergiya, 1974. – 680 s.

УДК 004. 681.5. 329

Г.В. БАРАНОВА, В.В. КОСТЕНКО, А.А. ОВСЯННИКОВ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЯ
ДЕСТРУКТИВНОСТИ ОБЩЕСТВЕННО-ПОЛИТИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МНОГОМЕРНОГО
КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА
ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

В данной статье представлены основные этапы разработки технологии оценки деструктивности общественно-политических организаций (на основе анализа текстовой информации), позволяющие создать информационно-аналитическую систему мониторинга их деятельности. Представлено использование метода регрессионного анализа для построения модели расчета показателя деструктивности.

Ключевые слова: общественно-политические организации; открытые источники сети Интернет; многомерный регрессионный анализ; показатель деструктивности.

Изменение социально-политической ситуации в Российской Федерации за последние 20 лет и появление различных общественно-политических организаций (ОПО) ставят перед органами государственной власти (ОГВ) и управления задачи по своевременному анализу их деятельности и выявлению негативного влияния на развитие общества. В настоящее время спектр ОПО достаточно широк и включает в себя как легальные политические партии и общественные объединения, так и полулегальные, а иногда и официально запрещенные организации. Так, с 2003 по 2010 годы Верховным Судом Российской Федерации было принято решение о признании террористическими и ликвидации или запрете деятельности целого ряда организаций [1, 2].

В этот список вошли как международные организации террористической направленности («База» («Аль-Каида»), «Братья-мусульмане» («Аль-Ихван аль-Муслимун»), «Партия исламского освобождения» («Хизб ут-Тахрир аль-Ислами») и другие, действующие преимущественно на территории Северного Кавказа), так и отечественные общественные объединения националистического толка (межрегиональная общественная организация «Национал-большевистская партия», региональное общественное объединение «Национал-социалистическая рабочая партия России» («НСРПР»), межрегиональное общественное движение «Славянский союз» и другие). Но несмотря на официальное запрещение, многие из указанных организаций продолжают нелегальную деятельность. Кроме того, существует ряд ОПО, не входящих в данный список, но имеющих деструктивный характер и оказывающих определенное влияние на нарушение стабильности общественного развития. К ним следует отнести: неонацистские группировки, левацкие антифашистские группировки (антифа), движения скинхедов и другие. Даже действия, на первый взгляд не вызывающих тревоги спортивных фанатских группировок, в отдельных ситуациях оказываются деструктивными. К наиболее резонансным подобным проявлениям последнего времени можно отнести события 11 декабря 2010 года, когда более 5 тысяч футбольных болельщиков и националистов устроили беспорядки на Манежной площади, в процессе шествия в память о болельщике ФК «Спартак» Егоре Свиридове, застреленном в драке 6 декабря. В результате этой акции пострадали 32 человека.

Все вышесказанное говорит об острой необходимости анализа деятельности ОПО, выявления их конструктивных и деструктивных функций и, что является наиболее важным в эпоху кризиса, прогнозирования негативных форм их деятельности для своевременного предупреждения (через управление) разного рода рисков.

Решение такой задачи ложится в контекст п. 37 «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года», утвержденной указом Президента РФ №537 от 12 мая 2009 года, где говорится о том, что одним из основных источников угроз национальной безопасности в сфере государственной и общественной безопасности являются:

«...экстремистская деятельность националистических, религиозных, этнических и иных организаций и структур, направленная на нарушение единства и территориальной целостности Российской Федерации, дестабилизацию внутривнутриполитической и социальной ситуации в стране; деятельность транснациональных преступных организаций и группировок, связанная с незаконным оборотом наркотических средств и психотропных веществ, оружия, боеприпасов, взрывчатых веществ; сохраняющийся рост преступных посягательств, направленных против личности, собственности, государственной власти, общественной и экономической безопасности, а также связанных с коррупцией». В целях повышения оперативности и качества управления ОГВ важно иметь инструментарий и программные средства, позволяющие эффективно оценивать функционирование вышеуказанных организаций, устанавливать степень их воздействия на стабильность развития общества с целью осуществления непрерывного контроля и управления общественно-политической ситуацией в стране.

Важно отметить, что в открытых источниках сети Интернет имеется огромный пласт информации, отражающей события, происходящие в регионах, в стране, в обществе в целом. Развитие информационных технологий в современной цивилизации позволяет оперативно и качественно осуществлять целенаправленный сбор, обработку и анализ разного рода информации. Однако, в настоящее время, нами не выявлено инструментария, представляющего возможность оперативно и достоверно решать задачу анализа и прогнозирования деструктивности ОПО. Именно поэтому в данной статье разрабатывается технология оценки деструктивности ОПО и осуществляется процесс автоматизации каждого из ее этапов. Обращается внимание на то, что качественное решение задач информационно-аналитическими подразделениями во многом определяется методологией, математическим аппаратом, применяемым при создании информационно-аналитических систем (ИАС) и представляется актуальным при создании ИАС, поддерживающих принятие решений в сфере управления общественно-политическим развитием, обеспечивающим мониторинг общественно-политической ситуации в стране.

В настоящей статье представлены основные этапы технологии оценки показателя деструктивности ОПО (на основе анализа текстовой информации), позволяющего методами количественно-качественного анализа делать выводы о деятельности исследуемых организаций. Акцентируется внимание на использовании метода регрессионного анализа как одного из наиболее адаптивных методов оценки и прогнозирования как социально-экономических, так и общественно-политических процессов, что способствует отслеживанию динамики деструктивности ОПО. Показателем деструктивности (ПД) является величина, характеризующая степень воздействия деятельности общественно-политических организаций на дестабилизацию общества. Его значение зависит от ряда показателей, таких, как: количество проявлений, количество участников, материальный ущерб, количество пострадавших и т.п.

На первом этапе создания ИАС осуществляется выделение m приоритетных (по весам), а затем k детерминирующих (факторным анализом по методу главных компонент) факторов деструктивности ОПО [3]. Эмпирической базой при этом являются данные экспертных оценок.

Второй этап характеризуется автоматизацией извлечения из общей базы текстовых сообщений методом лингвистического контент-анализа [4] N сообщений, которые отражают события, связанные с деятельностью исследуемых ОПО.

На третьем этапе выделенные N текстовые сообщения на основе кластерного [3] и лингвистического контент-анализа [4] в автоматическом режиме классифицируются по названиям K общественных организаций.

На четвертом этапе из текстов, характеризующих деятельность каждой из общественных K -групп, программными средствами выделяются сообщения, отражающие за исследуемый период:

- конструктивную деятельность группы (n_{ik} сообщений, где $i=1 \dots K$);
- деструктивную деятельность группы (n_{id} сообщений, где $i=1 \dots K$).

В дальнейшем исследовании используются только те текстовые сообщения, которые отражают деструктивную деятельность каждой из общественных групп ($n_{1d}, n_{2d}, \dots, n_{kd}$).

На пятом этапе алгоритма в каждом из n_{id} текстовых сообщений выделяются количественные значения k детерминирующих независимых характеристик ПД ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$).

Вероятностный характер природы общественно-политических процессов требует при их анализе поиска по возможности наиболее простую теоретическую форму представления признаков связей и статистической оценки надежности, как самих их моделей, так и модельных параметров. Поэтому шестой этап создания ИАС заключается в построении зависимости результативной величины ПД от независимых характеристик показателя деструктивности ОПО ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$).

Одним из наиболее широко распространенных и гибких приемов обработки статистических данных, характеризующих те или иные аспекты разных сфер жизни общества, является корреляционно-регрессионный анализ [3]. Он является неотъемлемой частью или обычным логическим дополнением методов многомерной статистики, используемых при разработке вышеуказанной технологии и автоматизации процесса ее использования.

При построении модели оценки и прогнозирования [4] показателя деструктивности используется многомерный анализ, отличающийся процедурами обработки множественных характеристик, комплексно представляющих взаимосвязанные признаки, характеризующие исследуемый объект.

В регрессионном анализе авторами совершаются следующие действия:

- исследуется зависимость результативной величины – показателя деструктивности от его характеристик:

$$\text{ПД} = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_m) + \zeta,$$

где X_j – характеристики показателя деструктивности общественно-политических организаций. Такими характеристиками являются: количество проявлений акций, дестабилизирующих общество, количество участников акций, количество пострадавших в результате проведенных акций, величина материального ущерба и так далее.

- выделяется понятие чистой регрессии – зависимости между некоторыми парами характеристик ПД из их множества при условии нивелирования действия остальных;

- учитывается возможность наличия тесных связей (когда коэффициент корреляции превышает уровень 0,7–0,8) между парами характеристик, искажающих конечные результаты регрессионного анализа зависимой переменной ПД. Это явление носит название мультиколлинеарности, устраняется оно, как правило, одним из двух способов: одна из пары характеристик, подверженных мультиколлинеарности, выводится из модели или заменяется другой новой характеристикой – новым факторным признаком;

- устанавливается определенное соотношение между числом наблюдаемых объектов и числом характеристик;

- принимается во внимание, что если существует более двух характеристик, графическое изображение результатов регрессионного анализа становится невозможным и все выводы формируются в ходе формального решения аналитической задачи;

- в связи с тем, что во множественном корреляционно-регрессионном анализе (МКРА) определяется большое число параметров, проверке на достоверность подлежит не только регрессионная модель в целом, но и каждый из ее параметров, а также всевозможные парные и частные коэффициенты корреляции.

Рассматривая основные положения метода множественного корреляционно-регрессионного анализа, отметим, что для построения модели зависимости ПД от характеризующих его переменных важно определить коэффициенты парной корреляции [4]. Они используются для измерения силы линейных связей различных пар характеризующих ПД переменных из их множества. При этом учитывается, что связь каждой пары находится под воздействием связей всех других характеристик между собой и с признаками из данной пары.

Для множества признаков объектов матрицу парных корреляций R получают в ходе

следующих преобразований матрицы исходных данных X:

$$X \rightarrow Z \rightarrow Z'Z \rightarrow \frac{1}{n} Z'Z = R,$$

где Z – матрица стандартизованных значений, ее элементы получают из x_{ij} :

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j} \quad \text{и} \quad Z = \|z_{ij}\|.$$

Также линейные связи признаков представляют коэффициенты частной корреляции, но при этом во внимание принимается чистая связь пары характеристик при условии, что связи всех других характеристик с характеристиками из данной пары не действуют. Элементы матрицы коэффициентов частной корреляции r_{ij} можно получить по данным известной матрицы парных корреляций R:

$$r_{ij} = \frac{A_{ij}}{(A_{ii}A_{jj})^{1/2}},$$

где A_{ij} , A_{ii} и A_{jj} – алгебраические дополнения к соответствующим элементам матрицы парных корреляций R.

Знак коэффициенту частной корреляции присваивается согласно знаку соответствующего коэффициента регрессии в линейной модели.

Коэффициент множественной корреляции R_0 представляет собой численную характеристику силы связи ПД со всеми характеристиками. Если известна матрица парных корреляций R, то

$$R_0 = \left(1 - \frac{|R|}{|R_j|} \right)^{1/2},$$

где $|R|$ – определитель матрицы парных корреляций;

$|R_j|$ – минор к матрице парных корреляций R.

В матрице R вычеркиваются строка и столбец, представляющие характеристики связи с j-м признаком, выступающим в качестве ПД.

Коэффициент множественной детерминации R_0^2 – численная величина доли вариации признака:

$$R_0^2 = 1 - \frac{|R|}{|R_j|} = (R_0)^2.$$

Коэффициенты множественной корреляции и детерминации представляют собой оценки силы линейных связей изучаемых характеристик.

Коэффициент неопределенности – численная величина доли вариации ПД, не поддающейся объяснению вариацией характеристик: $R_n^2 = 1 - R_0^2$.

Регрессионные модели [3] используются для представления формы связи изучаемых характеристик.

В данном случае применяется линейная регрессионная модель:

$$\text{ПД} = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_m X_m + \xi.$$

Вектор параметров такой модели находят при условии минимизации ее ошибки ξ . С использованием метода наименьших квадратов (МНК) легко выводится формула для определения множества параметрических значений b_j :

- выдвигается МНК-требование:

$$\sum \xi^2 = \sum (y - \hat{y})^2 \rightarrow 0;$$

- переписывается МНК"-условие, заменив \hat{y} на произведение матрицы X и вектора B,

т.е. $\hat{y} = BX$, а множество значений y , представляется вектором Y и получается

$$(Y - XB)'(Y - XB) \rightarrow 0;$$

- выполняется операция умножения и дифференцируется полученное выражение относительно параметра B :

$$Y'Y - 2B'X'Y + B'X'XB \rightarrow 0; \quad \frac{d(\xi^2)}{dB} = -2X'Y + 2BX'X = 0,$$

откуда

$$-X'Y = -BX'X \text{ и } B = (X'X)^{-1}X'Y.$$

При определении вектора B матрица исходных данных может принимать вид X_1 или X_2 :

$$X_1 = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{pmatrix}, \quad X_2 = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ 1 & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{pmatrix}.$$

Если в анализе используется матрица вида X_1 , то в ходе решения регрессионного уравнения находят все коэффициенты регрессии b_j кроме b_0 , а затем b_0 вычисляют как разность:

$$b_0 = \bar{y} - \bar{X}'B^*,$$

где \bar{y} – среднее значение отклика (ПД);

\bar{X}' – вектор средних значений характеристик $\bar{X}' = (\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_m)$;

B^* – неполный параметрический вектор, $B^* = (b_1, b_2, \dots, b_m)$.

Если в анализе используется матрица вида X_2 , то одновременно находят все множество параметрических оценок, т.е. полный вектор B .

Регрессионное уравнение $\hat{y} = XB$ называют уравнением в натуральном масштабе. Его коэффициенты показывают, на сколько натуральных единиц изменится отклик при изменении значений соответствующего предиктора на одну единицу. Кроме регрессии в натуральном масштабе, может быть построена регрессия в стандартизованном виде:

$$\hat{Z}_1 = \beta_2 Z_2 + \beta_3 Z_3 + \dots + \beta_m Z_m, \quad z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j}{\sigma_j}.$$

Здесь коэффициенты регрессии показывают, на сколько средних квадратических отклонений изменится отклик при изменении соответствующего предиктора на одно среднее квадратическое отклонение. Построение регрессии в стандартизованном виде предполагает решение системы нормальных уравнений:

$$r_{12} = \beta_2 + \beta_3 r_{32} + \dots + \beta_m r_{m2},$$

$$r_{13} = \beta_2 r_{23} + \beta_3 + \dots + \beta_m r_{m3},$$

.....

$$r_{1m} = \beta_2 r_{2m} + \beta_3 r_{3m} + \dots + \beta_m.$$

Вектор значений β -коэффициентов определяется при известной матрице парных корреляций R :

$$\beta_j = \frac{R_j}{R},$$

где $|R|$ – определитель матрицы парных корреляций или определитель матрицы системы нормальных уравнений;

$|R_j|$ – определитель матрицы системы, в которой столбец, включающий неизвестные

параметры, заменяется свободными членами системы.

От стандартизованных коэффициентов регрессии всегда можно осуществить переход к коэффициентам в натуральном масштабе:

$$b_j = \beta_j \frac{\sigma_1}{\sigma_j},$$

где σ_1 – среднее квадратическое отклонение значений отклика Y ;

σ_j – среднее квадратическое отклонение значений соответствующего предиктора x_j .

На основе значений β_j рассчитывают частный и множественный коэффициенты детерминации:

- частные коэффициенты детерминации: $r_j^2 = \beta_j r_{1j}$;

- коэффициент множественной детерминации: $R_0^2 = \sum \beta_j r_{1j}$.

Корреляционно-регрессионный анализ завершается оценкой достоверности полученной модели и ее параметрических характеристик, а затем интерпретацией результатов [5, 3].

В общем числе критериальных оценок надежности МКРА выделяют следующие группы:

1. Статистические оценки надежности регрессионной модели в целом:

а) Коэффициенты множественной детерминации и корреляции.

б) MSE – средний квадрат модельной ошибки.

в) MAPE – коэффициент аппроксимации или средняя относительная величина модельной ошибки.

г) F-критерий Фишера.

2. Статистическая оценка надежности коэффициентов регрессии, которая производится при помощи критерия Стьюдента.

3. Статистические оценки достоверности коэффициентов корреляции:

а) Частные и парные коэффициенты корреляции проверяются при помощи критерия Стьюдента.

б) Коэффициент множественной детерминации (корреляции) оценивается с использованием F-критерия Снедекора.

Линейные модели отличаются простой интерпретируемостью и хорошо разработанными приемами оценивания коэффициентов регрессии. Обычно для них три наиболее распространенных метода статистического оценивания – максимального правдоподобия, наименьших квадратов и моментов – дают оптимальные решения и приводят к оценкам, обладающим линейностью, эффективностью, несмещенностью. Принимая во внимание, что линейные регрессионные модели не могут с одинаково высокой степенью достоверности описывать многообразные процессы, происходящие в реальности, их дополняет большой класс нелинейных моделей. Однако для того, чтобы избежать сложностей с определением параметрических оценок и интерпретацией регрессионных коэффициентов, такие модели стараются привести к линейному виду и находить их решение по формуле:

$$B = (X'X)^{-1} X'Y$$

Разработанный на основе предложенной модели программный продукт, содержащий в себе автоматизированные модули по сбору текстовой информации открытых источников сети Интернет, отражающих деятельность ОПО, обработке и анализу собранной информации и оформлению результатов и представлению их ОГВ является надежным инструментарием, открывающим возможность осуществлять непрерывный мониторинг функционирования ОПО, вычислять прогнозное значение ПД (методами экстраполяции [5]) с целью своевременного предоставления органам власти и управления достоверной информации. Это позволит повысить обоснованность и эффективность принимаемых решений должностными лицами ОГВ всех уровней по регулированию общественно-политической ситуации в стране, предупреждению конфликтов и рисков, обеспечению стабильности общества и его гармоничного развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.minjust.ru/ru/activity/nko/perechen/>.
2. [Электронный ресурс]. – URL: http://nak.fsb.ru/nac/ter_org.htm.
3. Сошникова Л.А., Тамашевич В.Б., Уебе Г., Шефер М. Многомерный статистический анализ в экономике: учеб. пособие для ВУЗов / под ред. проф. В.Н. Тамашевича. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 598 с.
4. Саркисян С.А., Каспин В.И., Лисичкин В.А., Минаев Э.С., Пасечкин Г.С. Теория прогнозирования и принятия решений / под ред. С.А. Саркисяна. – М.: «Высшая Школа», 1977.
5. Гнурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – 4-е изд., доп.: учеб. пособие для ВУЗов. – М.: «Высшая Школа», 1972.

Баранова Галина Васильевна

НИЦ Академии ФСО России, г. Орел

Кандидат социологических наук, старший научный сотрудник

Тел.: 8 (4862) 54-95-21

Костенко Валерий Валерьевич

НИЦ Академии ФСО России, г. Орел

Программист

Тел.: 8 (4862) 54-95-21

E-mail: veldinc@rambler.ru

Овсянников Анатолий Анатольевич

НИЦ Академии ФСО России, г. Орел

Кандидат технических наук, доцент, начальник лаборатории

Тел.: 8 (4862) 54-95-21

G.V. BARANOVA (*Candidate of Sociological Sciences, Senior Researcher*)

V.V. KOSTENKO (*Programmer*)

A.A. OVSYANNIKOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Head of laboratory*)

*The research center of the Academy of Federal Agency
of protection of the Russian Federation, Orel*

WORKING OUT OF TECHNOLOGY OF THE ESTIMATION OF THE INDICATOR OF DISRUPTIVENESS OF THE POLITICAL ORGANIZATIONS WITH USE OF THE METHOD MULTIDIMENSIONAL CORRELATION – REGRESSION ANALYS ON THE BASIS OF THE ANALYSIS OF THE TEXT INFORMATION OF OPEN SOURCES OF THE NETWORK THE INTERNET

This paper presents the main stages of development of technology assessment destructive socio-political organizations (based on the analysis of textual information) to permit the creation of information-analytical system for monitoring their activities. Presented by the use of regression analysis to construct a model of the rate of destructiveness.

Keywords: *socio-political organizations; public sources on the Internet; multivariate regression analysis; the rate of destructiveness.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.minjust.ru/ru/activity/nko/perechen/>.
2. [E'lektronny'j resurs]. – URL: http://nak.fsb.ru/nac/ter_org.htm.
3. Soshnikova L.A., Tamashevich V.B., Uebe G., Shefer M. Mnogomerny'j statisticheskij analiz v e'konomike: ucheb. Posobie dlya VUZov / pod red. Prof. V.N. Tamashevicha. – М.: YuNITI-DANA, 1999. – 598 s.
4. Sarkisyan S.A., Kaspin V.I., Lisichkin V.A., Minaev E'.S., Pasechkin G.S. Teoriya prognozirovaniya i prinyatiya reshenij / pod red. S.A. Sarkisyana. – М.: «Vy'sshaya shkola», 1977.
5. Gnurman V.E. Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika. – 4-e izd., dop.: ucheb. Posobie dlya VUZov. – М.: «Vy'sshaya shkola», 1972.

УДК 66.013.5:66.047

А.Н. ВЕРИГИН

МОДЕЛИ СИСТЕМ И ЦЕПИ МАРКОВА

В рамках основных понятий теории цепей Маркова предложен единый подход к построению моделей функционирования сложных технических систем, который может быть применим для описания динамики химико-технологических процессов.

Ключевые слова: техническая система; элемент; цепи Маркова; состояние системы; функционирование системы; вероятности переходов.

Весьма актуальную задачу представляет собой умение переходить от вербального описания технических систем (ТС) к формальному представлению их существенных свойств, построению соответствующих математических моделей и реализации их на ЭВМ с целью выработки рекомендаций по принятию решений. Большую помощь в решении таких задач может оказать математический аппарат теории цепей Маркова [1, 2].

Концепция состояния является основополагающей при построении математической модели на основе цепей Маркова. Она описывает существенные проявления свойств системы и отношений между ними как количественное изменение переменной (векторной), характеризующей математическое (формальное) понятие состояния. Состояние системы – это нечто, характеризующее ее существенные изменения.

Технический объект обладает таким свойством, при котором он может быть представлен совокупностью большого числа взаимосвязанных и переплетенных между собой систем, для которых непосредственное построение математической модели, описывающей их функционирование невозможно. Системы могут быть разбиты на некоторое множество подсистем, тесно связанных как по горизонтали, так и по вертикали. Если подсистемы второго уровня иерархии остаются сложными для математического описания, то каждая из них может быть разбита на подсистемы третьего уровня. И так до тех пор, пока системы нижнего уровня не окажутся настолько простыми, что их можно будет описать с использованием известных моделей или же построить с учетом их особенностей специальные модели.

Подсистемы нижнего уровня – элементарные системы, элементы. Собрав математические модели элементов систем в единое целое с учетом имеющихся существенных связей как по горизонтали на каждом уровне иерархии, так и по вертикали между различными уровнями, можно построить математическую модель системы в целом. При описании ТС сложность состоит в том, что их функционирование неоднозначно, поскольку происходит под воздействием большого числа как внешних существенных факторов, воздействующих со стороны окружающей среды, так и внутренних факторов, учитывающих взаимодействие между элементами различных уровней.

Понятие элементарной системы (элемента) является относительным и определяется целями исследования, временем, выделенным на принятие решения, точностью получаемых результатов и техническим обеспечением проводимых работ. Если разбиение на элементы сделано грубо, то построение их математических моделей может потребовать больших усилий. Это приведет к уменьшению точности результатов моделирования, необходимости огрубления моделей и недостижимости поставленных целей исследования. Если элементарные системы слишком «мелкие», то может оказаться, что имеющиеся технические средства моделирования окажутся маломощными для получения рекомендаций и принятия решения в приемлемое время. Большое число элементов может потребовать большой объем экспериментальных данных. Это также может повлиять на время исследования и точность результатов. Построение иерархии исследуемой системы не может быть формализовано и золотая середина числа уровней иерархий полностью определяется опытом и способностью неформального мышления исследователей.

СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ

Пусть элементы в рамках данного исследования не подлежат дальнейшему расчленению, их множество конечно, а для каждого элемента состояние определено. Это

означает, что функционирование i -ого элемента описывается некоторой переменной ($\omega_i(\tau)$ – вектор)

$$\omega_i(\tau) \in \Omega_i,$$

где Ω_i – множество значений, которые может принимать состояние i -ого элемента. Число элементов равно ν , т.е. $i \in 1 : \nu$. Состояние системы в целом может быть описано вектором

$$\sigma(\tau) = \langle \omega_1(\tau), \omega_2(\tau), \dots, \omega_\nu(\tau) \rangle \in \prod_{i=1}^{\nu} \Omega_i.$$

Вектор $\sigma(\tau)$ будем называть характеристикой состояния системы, а переменные $\omega_i(\tau)$ – характеристиками состояния элементов, из которых состоит система.

Характеристики состояния описывают наиболее существенные факторы, отражающие функционирование систем. Выбор характеристик состояния определяется объективными и субъективными моментами, которые уже отмечались при рассмотрении элемента.

Если известны характеристики состояний элементов и законы их, описываемые математическими уравнениями, то можно описать изменение состояния системы и построить математическую модель ее функционирования.

Пусть $\omega(\tau)$ – характеристика состояния некоторого элемента, Ω – множество возможных ее состояний, т.е. $\omega_i(\tau) \in \Omega$ для всех $\tau \in (0, T)$, где $(0, T)$ – интервал времени функционирования системы. Система состоит из счетного (чаще конечного) числа неделимых элементов, каждый элемент может пребывать в конечном числе состояний. Элементы системы перенумерованы числами 1, 2, ..., m (если их число бесконечно, то $m = \infty$), $s_i(\tau)$ – характеристика состояния i -го элемента, принимающая значения из конечного множества S_i , $s_i(\tau) \in S_i$. Тогда вектор

$$\omega(\tau) = \langle s_1(\tau), s_2(\tau), \dots, s_m(\tau) \rangle \in \prod_{i=1}^m S_i = S$$

определяет характеристику состояния системы.

Например, техническая система состоит из множества элементов, каждый из которых в зависимости от степени его готовности может находиться в рабочем, нерабочем и безразличном состоянии (состоянии ремонта). ТС с позиций i -го элемента имеет следующее множество состояний

$$S_i = \{\text{рабочем, нерабочем, безразл.}\}.$$

В каждый момент времени τ состояние i -го элемента принимает одно из трех значений в S_i . Множество возможных состояний элементов одно и то же: $S_i = S_j$ для всех $i, j \in 1 : m$. Общее число возможных состояний системы равно числу значений, которые может принимать характеристика состояния $\omega(\tau)$, $K_\omega = 3^m$.

Если считать размер системы неограниченным, то число элементов в системе будет бесконечно. Последнее означает, что характеристика состояния $\omega(\tau)$ представляет собой вектор бесконечной размерности $m = \infty$ и число состояний системы равно бесконечности.

При построении модели каждому состоянию соответствует некоторое уравнение определяющее его изменение. Системы с бесконечным числом уравнений не слишком удобны для использования. Иногда состояние системы достаточно описать вектором

$$M(\tau) = \langle m_n(\tau), m_o(\tau), m_g(\tau) \rangle, \quad m_n(\tau) + m_o(\tau) + m_g(\tau) = m(\tau), \\ 0 \leq m_n(\tau), m_o(\tau), m_g(\tau) \leq m(\tau),$$

где $m_n(\tau)$, $m_o(\tau)$, $m_g(\tau)$ – число элементов, находящихся в состояниях «рабочее», «нерабочее», «безразличное». Число состояний, которые может принимать новая

характеристика $M(\tau)$, равно $k_m = (m+1)^3$, что при достаточно больших m значительно меньше, чем k_ω .

В общем случае множество элементов $1:m$ можно разбить на попарно непересекающиеся множества

$$1:m = E_1 + E_2 + \dots + E_v,$$

такие, что $E_i \cap E_j = \emptyset$ для всех $i, j \in 1:v$, $i \neq j$ и элементы одной группы E_i имеют одно и то же множество состояний $S(E_i)$. Элементы относятся к разным группам в том случае, если множества S_i их возможных состояний различны, что должно следовать из конкретной интерпретации элементов.

Пусть $m_{ij}(\tau)$ – число элементов i -й группы, находящихся в состоянии $s_{ij} \in S_i$. Отсюда

$$m_i(\tau) = \sum_{j=1}^{k_i} m_{ij}(\tau),$$

где $k_i = |S_i|$ – число возможных состояний, в которых может пребывать каждый элемент i -й группы. Состояние i -й группы можно определить вектором

$$M_i(\tau) = \langle m_{i1}(\tau), m_{i2}(\tau), \dots, m_{ik_i}(\tau) \rangle,$$

а состояние системы в целом вектором

$$M(\tau) = \langle M_1(\tau), M_2(\tau), \dots, M_m(\tau) \rangle$$

или матрицей

$$M(\tau) = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1k_1} \\ & & \dots & \\ & & & \dots \\ m_{m1} & m_{m2} & \dots & m_{mk_m} \end{pmatrix}.$$

Для каждой группы m_{ij} может принимать значения от 0 до m_i . Общее число состояний системы –

$$K_m \leq \prod_{i=1}^m (m_i + 1)^{k_i}.$$

Функционирование системы проявляется в последовательной смене состояний из множества M с течением времени, которое математически описывается изменением их характеристик. Для описания используются дифференциальные или разностные уравнения в той или иной форме. Рассмотрим некоторые схемы математических моделей.

ПЕРВАЯ МОДЕЛЬ

Система состоит из одной конечной группы элементов, которые могут пребывать в конечном множестве состояний $S = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$. Пусть $x_i(\tau)$ – характеристика состояния s_i в момент времени τ . Тогда вектор

$$X(\tau) = \langle x_1(\tau), x_2(\tau), \dots, x_k(\tau) \rangle$$

является характеристикой состояния системы.

В качестве характеристики состояния S_i может быть выбрана вероятность $P_{m_i}(\tau)$ того, что в данный момент времени τ ровно m_i элементов находятся в состоянии S_i , или математическое ожидание $\langle m_i(\tau) \rangle$ числа элементов, находящихся в состоянии S_i в момент

времени τ , или дисперсию $Dm_i(\tau)$, т.е. математическое ожидание центрированного квадрата случайной величины $m_i(\tau)$.

Переход элементов из одного состояния в другое можно отобразить в виде графа, в котором вершины сопоставлены состояниям элементов и они обозначены соответствующими характеристиками x_i , а дуга, направленная от вершины x_i вершине x_j , характеризует интенсивность λ_{ij} перехода элементов из состояния S_i в состояние S_j (рис. 1). Физический смысл интенсивности λ_{ij} зависит от конкретного содержания характеристик состояния $x_i(\tau)$ и времени, за которое рассматривается переход.

Предположим, что $x_i(\tau) = \langle m_i(\tau) \rangle$ и λ_{ij} – среднее число элементов, переходящих из состояния S_i в состояние S_j в единицу времени. Пусть A_i^+ – множество состояний, из которых возможен переход элементов в состояние S_i и A_i^- – множество состояний, в которые элементы могут переходить из состояния S_i . Граф соответствующих переходов изображен на рисунке 2.

Изменение численности элементов в состоянии S_i можно записать дифференциальным уравнением

$$\frac{d\langle m_i(\tau) \rangle}{d\tau} = -\sum_{j \in A_i^+} \lambda_{ij} + \sum_{j \in A_i^-} \lambda_{ji}.$$

Если интенсивность λ_{ij} обозначает, какая часть элементов переходит из состояния S_i в состояние S_j , то совокупность дифференциальных уравнений, описывающих возможные переходы из одного состояния в другое, можно записать следующим образом:

$$\frac{d\langle m_i(\tau) \rangle}{d\tau} = -\sum_{j \in A_i^+} \langle m_j(\tau) \rangle \lambda_{ij} + \sum_{j \in A_i^-} \langle m_j(\tau) \rangle \lambda_{ji}, \quad i \in 1:k.$$

Система таких уравнений для $i \in 1:k$ вместе с начальными условиями и естественными ограничениями на $\langle m_i(\tau) \rangle$ представляет собой математическую модель изменения состояний системы. В общем случае плотности λ_{ij} являются функциями от численности элементов, находящихся в других состояниях, например, от вектора

$$m(\tau) = \langle m_1(\tau), m_2(\tau), \dots, m_k(\tau) \rangle,$$

компоненты которого при фиксированном τ являются случайными величинами. При этих условиях величина $\lambda_{ij}(m(\tau))$ также является случайной величиной. Если в дифференциальных уравнениях вместо нее использовать неслучайную величину $\lambda_{ij}(\langle m(\tau) \rangle)$, т.е. его математическое ожидание $\langle m(\tau) \rangle$, то получим систему уравнений, характерную для метода динамики средних и математических моделей системной динамики.

ВТОРАЯ МОДЕЛЬ

Предположим, что $x_i(\tau)$ – это вероятность $P_i(\tau)$ того, что некоторый типовой элемент системы находится в S_i состоянии. Переходы элементов из одного состояния в другое могут осуществляться только через фиксированные промежутки времени $\Delta\tau$. В качестве величин λ_{ij} выбраны вероятности перехода p_{ij} из состояния S_i в состояние S_j за время $\Delta\tau$.

Схему перехода элемента из произвольного состояния j в заданное состояние i можно задать в виде графа (рис. 3), где A_i^+ , A_i^- – множество состояний, откуда возможен переход в состояние S_i .

Вероятность того, что в момент времени $\tau + \Delta\tau$ элемент окажется в состоянии S_i , равна

$$P_i(\tau + \Delta\tau) = \sum_{j \in A_i^+} P_j(\tau) p_{ji} + P_i(\tau) p_{ii}, \quad i \in 1:k.$$

Учитывая, что $\sum_{j \in A_i^+} p_{ji} + p_{ii} = 1$, получим:

$$P_i(\tau + \Delta\tau) - P_i(\tau) = \sum_{j \in A_i^+} P_j(\tau) p_{ji} - \sum_{j \in A_i^+} P_i(\tau) p_{ij}, \quad i \in 1:k.$$

Математическое ожидание числа элементов, находящихся в состоянии S_i , можно найти по формуле

$$\langle m_i(\tau) \rangle = P_i(\tau) m(\tau), \quad i \in 1:k.$$

Модели такого типа характерны для процессов, описываемых дискретными цепями Маркова. Они широко используются для моделирования различных явлений в дисперсных системах [6, 7].

ТРЕТЬЯ МОДЕЛЬ

Рассматриваем случай, когда типовой элемент находится в состоянии S_i , а время непрерывно. Пусть характеристика $x_i(\tau)$ равна вероятности $P_i(\tau)$ того, что элемент находится в состоянии S_i , а величина λ_{ij} равна плотности переходной вероятности из состояния S_i в состояние S_j . Тогда, используя рассуждения, приведенные при выводе уравнений динамики средних, получаем систему уравнений:

$$\frac{dP_i(\tau)}{d\tau} = - \sum_{j \in A_i^+} P_i(\tau) \lambda_{ij} + \sum_{j \in A_i^-} P_j(\tau) \lambda_{ji}, \quad i \in 1:k.$$

Математические модели подобного типа широко используются при исследовании таких процессов, как кристаллизация, конденсация и коагуляция [3, 5].

ЧЕТВЕРТАЯ МОДЕЛЬ

Во многих случаях характеристики переходов λ_{ij} являются случайными величинами с заданными законами распределения, для которых использование описанного выше типа моделей либо невозможно, либо вычислительные методы оказываются слишком сложными. В этих случаях можно применять статистические методы имитационного моделирования (методы Монте-Карло) [4], основанные на розыгрыше возможных значений случайной величины, распределенной по заданному закону распределения. Пусть $m_i(\tau)$ – некоторое случайное значение числа элементов, оказавшихся к моменту времени τ в состоянии S_i , λ_{ij} – случайное число элементов, переходящих из состояния S_i в состояние S_j за какой-либо промежуток времени. Розыгрывая возможные переходы из одного состояния в другое и фиксируя в некоторый момент времени τ число элементов $m_i^k(\tau)$, находившихся в состоянии S_i в k -й реализации розыгрыша, можно при достаточно большом числе реализаций R найти с допустимой точностью оценку для математического ожидания:

$$\langle m_i(\tau) \rangle = \sum_{k=1}^R m_i^k(\tau) / R.$$

Приведенные математические схемы охватывают основной спектр стохастических моделей, используемых в практике моделирования сложных технических систем и химико-технологических процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихонов В.И., Миронов М.А. Марковские процессы. – М.: Советское радио, 1977. – 456 с.
2. Баруча В.И. Элементы теорий марковских процессов и их приложения. – М.: Наука, 1969. – 786 с.
3. Веригин А.Н., Щупляк И.А., Михалев М.Ф. Кристаллизация в дисперсных системах. – Л.: Химия, 1986. – 248 с.
4. Веригин А.Н., Федоров В.Н., Данильчук В.С. Химико-технологические агрегаты. Имитационное моделирование. – СПб.: СПбГУ, 1998. – 218 с.
5. Веригин А.Н., Федоров В.Н., Малютин С.А. Химико-технологические агрегаты конденсационного улавливания пыли. – СПб.: СПбГУ, 2000. – 336 с.
6. Веригин А.Н., Вареных А.И., Джангириян В.Г., Емельянов М.В. Химико-технологические агрегаты смешивания дисперсных материалов. – СПб.: СПбГУ, 2001. – 338 с.
7. Веригин А.Н., Вареных А.И., Джангириян В.Г., Ишутин А.Г. Химико-технологические агрегаты механической обработки дисперсных материалов. – СПб.: СПбГУ, 2002. – 482 с.

Веригин Александр Николаевич

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет),
г. Санкт-Петербург

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой машин и аппаратов химических производств

A.N. VERIGIN (*Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Head of department of cars and devices of chemical manufactures*)
Saint-Petersburg State Institute of Technology (Technical University)

MODELS OF SYSTEMS AND MARKOV'S CHAINS

Within the limits of the basic concepts of the theory of chains of Markova the uniform approach to construction of models of functioning of difficult technical systems, which can be applicable for the description of dynamics of himiko-technological processes is offered.

Keywords: *technical system; an element; Markov's chains; system condition; system functioning; probabilities of transitions.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Tixonov V.I., Mironov M.A. Markovskie processy'. – М.: Sovetskoe radio, 1977. – 456 s.
2. Barucha V.I. E'lementy' teorij markovskix processov i ix prilozheniya. – М.: Nauka, 1969. – 786 s.
3. Verigin A.N., Shhuplyak I.A., Mixalyov M.F. Kristallizaciya v dispersny'x sistemax. – Л.: Ximiya, 1986. – 248 s.
4. Verigin A.N., Fyodorov V.N., Danil'chuk V.S. Ximiko-technologicheskije agregaty'. Imitacionnoe modelirovanie. – SPb.: SPbGU, 1998. – 218 s.
5. Verigin A.N., Fyodorov V.N., Malyutin S.A. Ximiko-technologicheskije agregaty' kondensacionnogo ulavlivaniya py'li. – SPb.: SPbGU, 2000. – 336 s.
6. Verigin A.N., Varyony'x A.I., Dzhangiryan V.G., Emel'yanov M.V. Ximiko-technologicheskije agregaty' smeshivaniya dispersny'x materialov. – SPb.: SPbGU, 2001. – 338 s.
7. Verigin A.N., varyony'x A.I., Dzhangiryan V.G., Ishutin A.G. Ximiko-technologicheskije agregaty' mexanicheskoj obrabotki dispersny'x materialov. – SPb.: SPbGU, 2002. – 482 s.

УДК 004.75

В.Г. ГРИШАКОВ

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВНЕШНИХ СЕРВИСОВ

В результате исследования предложена система поддержки гибридных моделей ИТ-инфраструктуры в условиях использования внешних сервисов. Предложенная система базируется на виртуальной системе гибридного моделирования с расширением функций по интеграции гибридных моделей ИТ-сервисов на основе использования онтологического подхода к описанию предметной области.

Ключевые слова: ИТ-инфраструктура; гибридная модель; информационная поддержка; сервис; жизненный цикл.

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие ИТ-инфраструктуры предприятий характеризуется широким привлечением внешних специализированных организаций: поставщиков компонентов и сервисов, интеграторов, консультационных центров, центров технической поддержки, то есть развитым аутсорсингом отдельных функций обеспечения функционирования ИТ-инфраструктуры. Управление развитием ИТ-инфраструктурой осуществляется руководством предприятия и реализуется ИТ-подразделением, которые в рамках управления на основе информационной поддержки жизненного цикла, опираются на непрерывно совершенствуемые гибридные модели ИТ-инфраструктуры.

Взаимодействующие ИТ-компании для осуществления поставок широкого спектра ИТ-сервисов (в первую очередь, проектирования и разработки) используют собственные гибридные модели (как компонентов, так и процессов), которые могут существенным образом отличаться от используемых на предприятии. Также любая информационная система (а также другой компонент ИТ) имеет гибридную модель, используемую для целей внедрения, сопровождения и оперативного управления. Для эффективного использования гибридных моделей в рамках ИТ-подразделения требуется либо конвертация внешних моделей в требуемое представление, либо создание новых моделей.

В случае широкого использования внешних ИТ-сервисов (в рамках облачного и сервисного подходов применения аутсорсинга) это приводит к непрерывному согласованию множества гибридных моделей. Значительный поток моделей новых компонентов ИТ и отсутствие проработанных механизмов согласования моделей между собой, приводит либо к снижению управляемости ИТ-инфраструктуры, либо к росту времени на согласование и интеграцию сервисов, в части, касающейся как управления внешними компонентами (поставляемых сторонними организациями), так и в области согласования множества сервисов друг с другом. Необходимость снижения рисков и повышения эффективности бизнеса за счет ИТ-инфраструктуры обуславливает актуальность решения проблемы поддержки гибридных моделей ИТ-инфраструктур в условиях использования внешних сервисов.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящей работе рассматривается ИТ-инфраструктура крупного предприятия с высокой степенью использования внешних ресурсов для автоматизации бизнес-процессов. В рамках такой ИТ-инфраструктуры решается задача поддержания гибридной модели для целей управления, включая вопросы интеграции внешних моделей. Рассматриваются следующие ограничения на условия создания и управления гибридной модели ИТ-инфраструктуры:

1. Рассматривается крупная ИТ-инфраструктура предприятия с количеством управляемых объектов в диапазоне нескольких тысяч. Такие ИТ-инфраструктуры характерны для крупных промышленных предприятий, ВУЗов, государственных и муниципальных учреждений, банков, транспортных компаний.

2. В процессе управления ИТ-инфраструктурой используется информационная модель, описывающая жизненный цикл компонентов ИТ-инфраструктуры и взаимодействующих объектов. Для оценивания эффективности используются гибридные модели ИТ-объектов.

3. Развитие ИТ-инфраструктуры осуществляется в тесном взаимодействии с внешними организациями, осуществляющими разработку, модернизацию, интеграцию, поддержку, внедрение компонентов ИТ-инфраструктуры, а также предоставление значительного количества ИТ-услуг.

4. Поток задач интеграции внешних сервисов между предприятием и поставляющими ИТ-услуги организациями является значительным и составляет несколько задач интеграции в неделю.

Рассматриваемая система ограничений и допущения определяет задачу поддержания гибридной модели ИТ-инфраструктуры как задачу разработки механизмов создания, наполнения, адаптации и трансформации моделей в рамках единой моделирующей системы с учетом их неполного и нечеткого описания.

АНАЛИЗ ДОСТИЖЕНИЙ В ОБЛАСТИ ИНТЕГРАЦИИ ГИБРИДНЫХ МОДЕЛЕЙ

В исследованиях систем поддержки гибридных моделей ИТ-инфраструктур в условиях активного использования внешних ИТ-сервисов выделяются три основных аспекта:

- исследования, связанные с разработкой гибридных моделей ИТ-инфраструктур, используемых для административного управления жизненным циклом;

- исследования, связанные с организацией распределенной инфраструктуры обеспечения гибридного моделирования (в первую очередь, информационного и имитационного) с возможностью удаленного доступа;

- вопросы разработки механизмов и инструментария интеграции разнородных моделей в целях оперативного и административного управления, разработанных на различных языках и в различных средах моделирования.

В рамках рассматриваемых направлений предлагаются системы и методы поддержки и осуществления моделирования ИТ-инфраструктуры.

Вопросы построения и дальнейшего развития информационных моделей в виде гибридных моделей связано с необходимостью интеграции данных обо всех компонентах ИТ-инфраструктуры на всех этапах жизненного цикла. Основу такого описания определяют две серии стандартов: ГОСТ Р ИСО 10303 [1] и ГОСТ Р ИСО 13584 [2]. Для более адекватного описания этапов и процессов жизненного цикла ИТ-инфраструктуры применяются адаптации моделей жизненных циклов под требования предметной области ИТ-сферы. Для ИТ-инфраструктуры предприятий применяются модели описания жизненного цикла, основанные на модели Зачмана [3, 4]. Для оперативного управления ИТ-инфраструктурой используются системы конфигурационного управления и соответствующие конфигурационные модели. К таким моделям предъявляются требования актуальности, достоверности и востребованности. Управление на основе конфигурационной информации тесно связано с управлением на основе информационной модели (Model Driven Configuration Management – MDCM) [5]. Для целей административного управления используются расширения информационных моделей – гибридные модели. Они представляют собой интеграцию базисной информационной модели и ее расширений в виде моделей функционирования (моделей системной динамики на базе имитационных и аналитических моделей). В зависимости от условий моделей они дополняются моделями моделирования ситуаций, потоковыми, процессными и т.д. Применение информационных и построенных на их основе гибридных моделей в целях административного управления рассмотрено в [6]. В литературе отмечено, что для эффективного анализа частных компонентов ИТ-инфраструктуры используются частные модели (например, для функционально-ориентированных сетей разработаны М-сети [7]). В целом, вопросы построения гибридных моделей ИТ-инфраструктур затрагивают описание различных аспектов компонентов инфраструктуры.

В рамках поддержки гибридных моделей ИТ-инфраструктуры развиваются распределенные среды моделирования. Их развитие связано с исследованиями в области организации централизованных и децентрализованных распределенных сетей и систем моделирования [8]. Основными предлагаемыми к применению вариантами являются облачные [9, 10], пиринговые [11] и распределенные [12] подходы к поддержке и организации моделирования. Развитие технологий и методов поддержки гибридных моделей ИТ-инфраструктуры связано с переходом к сервис-ориентированному подходу, заключающемуся в предоставлении стека услуг моделирования (серверов и сервисов моделирования, услуг разработки и адаптации моделей в виде стандартизованных сервисов) [10, 13]. Использование таких технологий в рамках ИТ-подразделений позволяет обеспечивать, с одной стороны, инфраструктурную совместимость различных компонентов моделей, поставляемых от разных поставщиков, с другой – обеспечивает возможность распределенного удаленного отказоустойчивого моделирования, что важно для обеспечения отказоустойчивого управления. Распределенные моделирующие среды предлагают собственные интерфейсы взаимодействия, уровень стандартизации которых крайне низок. Переход между использованием различных сервисов в автоматическом режиме в настоящее время практически невозможен из-за разных форматов представления. На практике это приводит к тому, что, несмотря на наличие действующих систем поддержки распределенного моделирования, интеграция компонентов внешних моделей ресурсоемка из-за низкой стандартизации (начиная от используемых языков моделирования до механизмов интеграции). Это обуславливает повышение значимости решения вопросов снижения ресурсоемкости процессов интеграции моделей.

Вопросы интеграции разнородных моделей компонентов ИТ-инфраструктуры в рамках ИТ-подразделений в настоящее время рассматривают для частных компонентов. Существующие подходы связаны с разработкой высокоуровневых абстракций моделей или с непосредственной разработкой синтаксических интерпретаторов. В рамках первого направления интеграция моделей осуществляется либо на основе описания предметной области модели с использованием онтологий [14, 15], либо с высокоуровневым платформонезависимым моделированием (MDA) [16]. Описание предметной области с использованием онтологий может осуществляться на основе семантического веба [17], фреймового подхода, дескриптивных логик и объектно-ориентированного подхода [18]. Непосредственная разработка интерпретаторов в первую очередь связана с разработкой XLT-преобразований для XML-описаний гибридных моделей. В целом, следует заметить, что решение вопросов интеграции разнородных моделей не достигло масштабов практического применения и в большинстве случаев требует непозволительно большого временного ресурса.

Анализ достижений в области поддержки гибридных моделей компонентов ИТ-инфраструктуры показывает, что основным ресурсоемким вопросом является обеспечение интеграции разнородных моделей. Это происходит из-за того, что вопросы оперативной интеграции, особенно в условиях использования внешних сервисов, с высокой интенсивностью внедрения новых компонентов и ИТ-услуг остаются без должного обоснования. Это приводит к существенному снижению адекватности используемых моделей из-за потери качественной информации о новых компонентах, что снижает эффективность анализа и скорость осуществления как оперативных, так и административных управляющих воздействий на ИТ-инфраструктуру в кризисных условиях.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ГИБРИДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

В настоящее время предложено множество распределенных систем поддержки моделирования [6, 8, 10-12], которые реализует большинство функций поддержки гибридных моделей в рамках ИТ-подразделений. Для применения в условиях высокой интенсивности потока внешних ИТ-сервисов требуется адаптация существующих систем путем расширения их функциональности в области оперативной интеграции моделей. В качестве базовой платформы для создания системы поддержки гибридной модели ИТ-инфраструктуры в

условиях развитого аутсорсинга предлагается использовать виртуальную систему гибридного моделирования (ВСГМ), предложенную в [6]. Виртуальная система гибридного моделирования является основой для прогнозирования состояния ИТ-инфраструктуры в процессе принятия решений по развитию и управлению. В общем случае, ВСГМ является распределенной системой моделирования, управляющей динамическим множеством локальных и удаленных серверов моделирования, базами моделей и методик, а также процессом обработки запросов экспертов и администраторов (процессом моделирования компонентов ИТ-инфраструктуры, а также результатов управленческих решений на основе гибридных моделей). Архитектура ВСГМ имеет облачный вид, в котором отдельные компоненты-модели могут потребляться в виде сервисов. Функционально она состоит из следующих компонентов:

- распределенная система управления запросами на моделирование;
- облако серверов моделирования (локальных и удаленных серверов, предоставляющих сервисы моделирования в различных средах);
- облако баз моделей компонентов ИТ-инфраструктуры и методик моделирования (динамический набор моделей компонентов ИТКС, которые предоставляются в виде сервисов доступа к моделям требуемых компонентов);
- среда взаимодействия, обеспечивающая интеграцию элементов ВСГМ в единое целое;
- система основного и административного управления ВСГМ.

Для ее адаптации к использованию в условиях развитого аутсорсинга требуется разработка механизмов интеграции информационных моделей внешних ИТ-сервисов и их внедрение в практику ИТ-подразделений.

Анализ задачи интеграции слабоформализованных информационных моделей ИТ-сервисов (представленных в виде многостраничных документов, описывающих параметры качества обслуживания и ответственность сторон, а также технические аспекты, связанные с оперативным управлением сервисом) показывает, что в этих условиях применим онтологический подход. Применение онтологий позволяет описать предметные области в соответствии с принятой концепцией и осуществлять преобразование моделей в требуемый вид. Для описания онтологии в области управления ИТ-инфраструктурой должны быть заданы термины прикладной области; отношения между терминами прикладной области и функции интерпретации, заданные на терминах и отношениях между ними. Основой терминологического словаря является описание атрибутов ИТ-сервиса.

Рассмотрим процесс интеграции гибридной модели ИТ-сервиса в составе единой гибридной модели ИТ-инфраструктуры. Предметная область предприятия А (рис. 1) описывается моделью M_A . Предметная область предприятия Б описывает соответствующую модель M_B . Полноценный ИТ-сервис описывается собственной информационной моделью $M_{ИТ}$. С использованием семантик предметных областей А и Б описываются частные модели компонентов ИТ-сервиса:

$$M_{ИТ-А} = M_{ИТ} \cap M_A, \quad (1)$$

$$M_{ИТ-Б} = M_{ИТ} \cap M_B. \quad (2)$$

С использованием двух этих семантик можно описать еще меньшую часть модели ИТ-сервиса, получаемую путем пересечения всех трех моделей:

$$M_{ИТ-АБ} = M_{ИТ} \cap M_A \cap M_B. \quad (3)$$

Анализ представленной модели показывает, что при несовпадении онтологий предметных областей теряется часть информации о получаемом сервисе. Решение указанной проблемы предполагает расширение описываемых моделей ИТ-сервиса путем расширения онтологий. Для этого предлагается методика интеграции гибридных моделей ИТ-сервисов в единую гибридную модель ИТ-инфраструктуру, включающую три этапа.

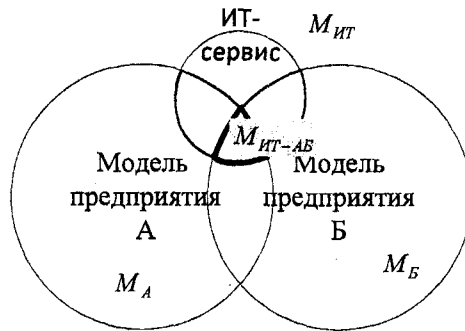


Рисунок 1 – Описание гибридной модели внешнего ИТ-сервиса в рамках ИТ-инфраструктуры предприятия

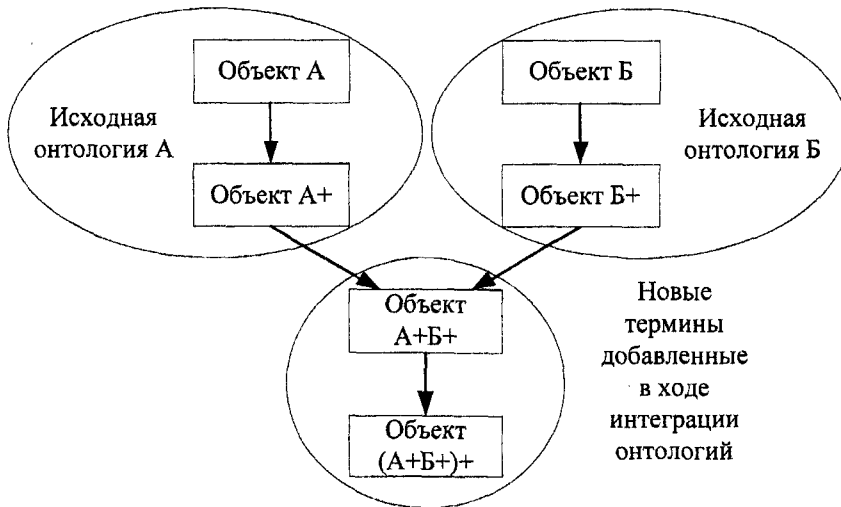


Рисунок 2 – Процесс расширения онтологий путем множественного наследования при создании новых терминов

На первом этапе осуществляется согласование терминов и отношений между ними, относящихся к описанию ИТ-сервиса. При этом расширяются словари синонимов терминов, относящиеся как к управляемым объектам, так и к отношениям между ними. На практике согласование терминов осуществляется путем создания специфичных объектов (терминов), которые наследуют свойства объектов обеих онтологий (аналогично как для объектов, так и для отношений между ними). На основе нового специфицированного объекта, характеризующего ИТ-сервис и представляющего собой расширения имеющихся терминов, осуществляется расширение обеих онтологий. При этом синонимы используются для преобразования описаний моделей из одного вида в другое с использованием задаваемых на данном этапе правил интерпретации. Следует заметить, что в процессе согласования спецификаций ИТ-сервиса осуществляется определенный дрейф его характеристик, что связано с уточнением его параметров (в первую очередь на уровне качества обслуживания). Отмечается, что с расширением спецификации ИТ-сервиса, в том числе, путем включения в ее состав дополнительной информации (экономические, организационные и юридические аспекты), происходит трансформация используемых онтологий. Это связано с появлением нечеткости данных, для описания которых используются нечеткие правила вывода, что приводит к необходимости расширения языков описаний онтологий. Термины описываются с использованием языков описания онтологий, например, OWL.

Второй этап интеграции информационных моделей ИТ-сервиса предполагает создание на основе сконструированных терминов и отношений описаний свойств и атрибутов ИТ-

сервиса в абстрактной форме. Под абстрактной формой в данном случае подразумевается описание гибридной модели сервиса в реализационно-независимом формате. Описание ИТ-сервиса осуществляется на основе OWL-языка, в котором описывается все согласованные положения по оказанию конкретного ИТ-сервиса. Такое описание является высокоуровневым представлением модели ИТ-сервиса, которое не зависит от используемого в рамках ИТ-подразделений подхода к моделированию.

На третьем этапе интеграции моделей осуществляется разработка набора правил интерпретаций (интерпретаторов) как на уровне онтологии (преобразования терминов и семантики), так и на уровне хранения данных в XML-формате (XLT-таблицы преобразований). Основными реализационно-зависимыми информационными моделями (представлениями) ИТ-сервиса являются: договор оказания ИТ-услуг (сформированный в виде электронного документа); соглашения о качестве обслуживания (на основе языков описания спецификаций, например, SLAng); административная (используемая в целях административного управления ИТ-инфраструктурой) и оперативная (используемая в целях оперативного управления ИТ-сервисом и построенная, например, на СМ) конфигурационные модели. Дополнительно используются отображения информационной модели, используемые в ходе управления проектом внедрения ИТ-услуги, поддержки действий пользователей и т.п., для чего создаются дополнительные интерпретаторы.

Использование предлагаемой методики к интеграции ИТ-услуг в условиях развитого аутсорсинга предполагает создание развитой системы управления поддержки гибридных моделей. Для этого требуется разработанная онтология предметной области, охватывающая аспекты ИТ-сервисов с экономической, технической, организационной, финансовой и других точек зрения. В рамках онтологии должны быть определены термины, описывающие свойства управляемых объектов. На основе онтологии разрабатываются примитивы, описывающие типовые положения договорных документов в рамках определения спецификаций ИТ-услуг. Для практической работы специалистов по созданию спецификаций и гибридных моделей ИТ-сервисов, в том числе, по их интеграции в существующую ИТ-инфраструктуру, требуются типовые проекты договоров, в которых указываются требуемые параметры качества обслуживания. Модели новых для предприятия ИТ-услуг генерируются в процессе согласования на основе имеющихся примитивов. Расширения к моделям разрабатываются на языках высокого уровня и специфицируются с использованием языка описания онтологий.

Для использования предлагаемой методики в рамках ВСГМ требуется интегрировать технические средства интеграции гибридных моделей. С точки зрения технической инфраструктуры необходимы средства разработки информационных моделей (спецификаций) и гибридных моделей ИТ-сервисов на основе онтологий, средства интерпретации в конфигурационные модели управления и электронные документы. Инструментарий для поддержки интеграции моделей должен обеспечивать выгрузку гибридных моделей в различных представлениях.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ МОДЕЛЕЙ ВНЕШНИХ ИТ-СЕРВИСОВ В ЕДИНУЮ ГИБРИДНУЮ МОДЕЛЬ

В рамках повышения эффективности поддержания гибридной модели ИТ-инфраструктуры крупного предприятия рассматривается снижение времени интеграции информационных моделей ИТ-сервисов, поставляемых в рамках договорных отношений. Указанный эффект достигается за счет совершенствования интеграции внешних гибридных моделей ИТ-сервисов за счет использования типизированных описаний на основе онтологий.

В рамках совершенствования процессов поддержки, интеграции и управления моделями ИТ-сервисов разработан и внедрен в состав системы административного управления ИТ-инфраструктурой прототип системы поддержки гибридных моделей ИТ-инфраструктуры. Система поддержки гибридных моделей ИТ-инфраструктуры включает в свой состав следующие элементы:

- распределенная виртуальная система гибридного моделирования типа РГИК, предоставляющая web-доступ к разнородным ресурсам моделирования [6];
- система создания и редактирования гибридных моделей компонентов ИТ-инфраструктуры, включающая редакторы спецификаций, редакторы имитационных моделей (в зависимости от используемых сред моделирования) и редакторы документов;
- система описания и разработки онтологий, предназначенная для разработки онтологий, используемых при построении информационных моделей ИТ-объектов и схем преобразовании в требуемые представления;
- база данных гибридных моделей базовых ИТ-объектов (в том числе, сервисов), представленных в виде типовых договоров оказания услуг ИТ-услуг и схем оперативного управления сервисами (спецификаций и конфигурационных моделей);
- набор методик по согласованию и интеграции гибридных моделей ИТ-сервисов в единую модель ИТ-инфраструктуры на основе базовых ИТ-объектов.

Анализ функционирования ИТ-инфраструктуры предприятия показал значительное использование внешних ИТ-сервисов, интеграция которых в состав ИТ-инфраструктуры требует значительных ресурсов. При этом основная доля работы связана с адаптацией гибридной модели сервиса под стандарты ИТ-подразделения (описание и формализация сервисов при их поиске, технико-экономическом обосновании, выборе, согласовании параметров качества обслуживания, заключении договоров). Так для сервисов предоставления доступа к платным информационным ресурсам (платные сайты, Интернет) время, требуемое на адаптацию моделей (в большинстве случаев из неформального текстового представления), значительно превосходит время на настройку и оперативное управление. При этом дополнительно предъявляются высокие требования к квалификации сотрудников. Интенсивность подключения таких сервисов, например, для ВУЗов, составляет около 2-4 задач в месяц. При этом задача интеграции сервиса состоит в первоначальном описании набора альтернатив ИТ-сервисов, предлагаемых на рынке, и дополнительном согласовании выбранного сервиса на основе типовых соглашений. Основным недостатком интеграции информационных моделей (спецификаций) ИТ-сервисов и их последующей интеграции является длительность времени разработки модели сервиса и ее адаптации в условиях нечеткой спецификации исходных описаний. Затраты ресурсов составляют 0,5-1,5 человеко-часа на анализ одной альтернативы, 1-2 человеко-часа на разработку базового описания ИТ-сервиса. Среднее время анализа альтернатив ИТ-сервиса составляет 3-7 человеко-часов.

Результатом использования предлагаемого подхода на основе использования онтологий является разработка типовых спецификаций ИТ-сервисов, при этом новые типовые спецификации разрабатываются на основе механизмов наследования и пополняют общедоступную в пределах ИТ-подразделения базу данных. Такие типовые спецификации требуют значительно меньшей доработки, что снижает время на разработку базового описания нового ИТ-сервиса. Время на описание альтернативы ИТ-сервиса также снижается как за счет наличия предопределенных спецификаций, так и за счет использования интерпретаторов в требуемые форматы, что снижает ресурсоемкость выполнения операций. В целом по итогам исследований отмечается суммарное снижение ресурсоемкости описания спецификаций ИТ-сервисов доступа к платным информационным ресурсам.

Результаты внедрения онтологического подхода к описанию гибридной модели ИТ-инфраструктуры и внедрение соответствующей поддерживающей инфраструктуры позволяет повысить оперативность интеграции гибридных моделей внешних ИТ-сервисов на этапе анализа альтернатив и их последующего согласования. При этом происходит снижение времени на построение информационной модели ИТ-сервиса, принятой в организации детализации, за счет унификации моделей ИТ-сервисов и автоматизацией отдельных функций построения гибридных моделей. Дальнейшее направление работ связано с совершенствованием механизмов извлечения спецификаций из неформальных описаний сервисов и унификации описаний сервисов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 10303-1-99 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы. – 11 с.
2. ГОСТ Р ИСО 13584-1-2006 Системы автоматизации производства и их интеграция. Библиотека деталей. Часть 1. Обзор и основные принципы.
3. Рогозов Ю.И., Бутенков С.А., Свиридов А.С., Горбань Н.С. Систематизации моделей жизненного цикла информационных систем в рамках схемы J. Zachman // Известия Южного фед. ун-та, 2008. – № 1. – С. 68-72.
4. Fatolahi A., Shams F. An Object Meta-Model for Zachman Framework // Proceedings of the International Management Conference (IRIMC2003). – Iran, 2003. – P. 380-382.
5. Carvalho J., Silva M., Fernandes P. Integrated Enterprise Architecture with CMDB/ITIL. – 13 p.
6. Гришаков В.Г., Лебеденко Е.В. Моделирование организации распределенного гибкого комплекса подразделения головного администрирования АСУП // Информационные системы и технологии (Известия ОрелГТУ) – № 4/54(567). – 2009. – С. 49-54.
7. Сафонова И.Е. Методология создания, моделирования и адаптации корпоративных функционально-ориентированных сетей [автореферат д.т.н.]: 05.12.13. 2010. – 39 с.
8. Власов С.А., Девятков В.В., Девятков Т.В. Универсальная моделирующая среда для разработки имитационных приложений // Информационные технологии и вычислительные системы. – № 2. – 2009. – С. 5-12.
9. Тарнавский Г.А. Технологии облачных вычислений в математическом моделировании // Информационные технологии и вычислительные системы. – № 4. – 2010. – С. 66-76.
10. Тарнавский Г.А. Облачные вычисления: технология «Data Files Cruise» организации информационных потоков на портале Sci.Shop.ru // Информационные технологии. – № 6. – 2010. – С. 8-13.
11. Бродский Ю.И., Павловский Ю.Н. Разработка инструментальной системы распределенного имитационного моделирования // Информационные технологии и вычислительные системы. – № 4. – 2009. – С. 9-21.
12. Гришаков В.Г., Лебеденко Е.В. Трансляция сценариев языка запросов на моделирование в распределенном гибридном инструментальном комплексе администрирования АСУП // Известия ОрелГТУ. Информационные системы и технологии. – № 1/51(562). – 2009. – С. 37-42.
13. Жевнерчук Д.В., Аристов А.В. Web 2.0 среда моделирования динамических систем // Программные продукты и системы, 2011. – № 2(94). – С. 16-19.
14. Виттих В.А., Ситников П.В., Смирнов С.В. Онтологический подход к построению информационно-логических моделей в процессах управления социальными системами // Вестник компьютерных и информационных технологий. – № 5(59). – 2009. – С. 45-53.
15. Сулейманова А.М., Яковлев Н.Н. Семантическая аннотация и многоаспектная модель данных в управлении требованиями // Программные продукты и системы, 2011. – № 2(94). – С. 45-48.
16. Marquez Fermin G. On Scenario-based Model-driven Configuration Management for Flexible Networking Experimentation Infrastructures // Thesis Doctoral. Madrid, 2010. – 228 p.
17. Черный А.В., Тузовский А.Ф. Semantic Web-масштаба организации // Информационные технологии. – № 6. – 2010. – С. 50-55.
18. Lopez de Vergara J.E. Ontologies: giving semantics to network management models. IEEE Network. – Vol. 17(3). – P. 15-27. – May-june 2003.

Гришаков Вадим Геннадьевич

Академия ФСО России, г. Орел

Кандидат технических наук, старший помощник начальника отдела

E-mail: vg@academ.msk.rsnet.ru

V.G. GRISHAKOV (*Candidate of Engineering Sciences,
The senior assistant to the chief of department*)

Academy of Federal Agency of protection of the Russian Federation, Orel

IT-INFRASTRUCTURE HYBRID MODEL IN THE CONDITIONS OF USING EXTERNAL SERVICES MAINTENANCE SYSTEM

In the article is viewed maintenance system for IT-infrastructure hybrid model, realized for administrative management based on lifecycle informational support in the condition of using many IT-services. Hybrid model maintenance system realized infrastructure of dispersed hybrid modeling and methodic base for operative integration of external components.

Keywords: *IT-infrastructure; hybrid model; informational support; service; lifecycle.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. GOST R ISO 10303-1-99 Sistemy' avtomatizacii proizvodstva i ix integraciya. Predstavlenie danny'x ob izdelii i obmen danny'mi. Chast' 1. Obshhie predstavleniya i osnovopolagayushhie principy'. – 11 s.
2. GOST R ISO 13584-1-2006 Sistemy' avtomatizacii proizvodstva i ix integraciya. Biblioteka detalej. Chast' 1. Obzor i osnovny'e principy'.
3. Rogozov Yu.I., Butenkov S.A., Sviridov A.S., Gorban' N.S. Sistematizaciya modelej zhiznennogo cikla informacionny'x sistem v ramkax sxemy' J. Zachman // Izvestiya Yuzhnogo fed. un-ta, 2008. – № 1. – S. 68-72.
4. Fatolahi A., Shams F. An Object Meta-Model for Zachman Framework // Proceedings of the International Management Conference (IRIMC2003). – Iran, 2003. – P. 380-382.
5. Carvalho J., Silva M., Fernandes P. Integrated Enterprise Architecture with CMDB/ITIL. – 13 p.
6. Grishakov V.G., Lebedenko E.V. Modelirovanie organizacii raspredelyonnogo gibkogo kompleksa podrazdeleniya golovnogogo administrirovaniya ASUP // Informacionny'e sistemy' i texnologii (Izvestiya OryolGTU). – № 4/54(567). – 2009. – S. 49-54.
7. Safonova E.I. Metodologiya sozdaniya, modelirovaniya i adaptacii korporativny'x funkcional'no-orientirovanny'x setej [avtoreferst d.t.n.]: 05.12.13. – 2010. – 39 s.
8. Vlasov S.A., Devyatkov V.V., Devyatkov T.V. Universal'naya modeliruyushhaya sreda dlya razrabotki imitacionny'x prilozhenij // Informacionny'e texnologii i vy'chislitel'ny'e sistemy'. – № 2. – 2009. – S. 5-12.
9. Tarnavskij G.A. Texnologii oblachny'x vy'chislenij v matematicheskom modelirovanii // Informacionny'e texnologii i vy'chislitel'ny'e sistemy'. – № 4. 2010. – S. 66-67.
10. Tarnavskij G.A. Oblachny'evy'chisleniya: texnologiya «Data Files Cruise» organizacii informacionny'x potokov na portale Sci.Shop.ru // Informacionny'e texnologii. – № 6. – 2010. – S. 8-13.
11. Brodskij Yu.I., Pavlovskij Yu.N. Razrabotka instrumental'noj sistemy' raspredelyonnogo imitacionnogo modelirovaniya // Informacionny'e texnologii i vy'chislitel'ny'e sistemy'. – № 4. – 2009. – S. 9-21.
12. Grishakov V.G., Lebedenko E.V. Translyaciya scenarijev yazy'ka zaprosov na modelirovanie v raspredelyonnom gibridnom instrumental'nom komplekse administrirovaniya ASUP // Izvestiya OryolGTU. Informacionny'e sistemy' i texnologii. – № 1/51(562). – 2009. – S. 37-42.
13. Zhevnerchuk D.V., Aristov A.V. Web 2.0 sreda modelirovaniya dinamicheskix sistem // programmy'e produkty' i sistemy', 2011. – № 2(94). – S. 16-19.
14. Vittix V.A., Sitnikov P.V., Smirnov S.V. Ontologicheskoy podxod k postroeniyu informacionnologicheskix modelej v processax upravleniya social'ny'mi sistemami // Vestnik komp'yuterny'x i informacionny'x texnologij. – № 5(59). – 2009. – S. 45-53.
15. Sulejmanova A.M., Yakovlev N.N. Semanticheskaya annotaciya i mnogoaspektnaya model' danny'x v upravlenii trebovaniyami // Programmy'e produkty' i sistemy', 2011. – № 2(94). – S. 45-48.
16. Marquez Fermin G. On Scenario-based Model-driven Configuration Management for Flexible Networking Experimentation Infrastructures // Thesis Doctoral. Madrid, 2010. – 228 p.
17. Chernij A.V., Tuzovskij A.F. Semantik Web-masshtaba organizacii // Informacionny'e texnologii. – № 6. – 2010. – S. 50-55.
18. Lopez de Vergara J.E. Ontologies: giving semantics to network management models. IEEE Network. – Vol. 17(3). – P. 15-27. – May-june 2003.

УДК 004.9:519.8

А.Л. САВИНА

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ КАДРАМИ ГРАДООБРАЗУЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье рассматривается структура информационного обеспечения модели прогнозирования миграционной ситуации в моногороде для подсистемы «Кадры» АСУ градообразующего предприятия и методика его наполнения. Определены принципы получения исходной информации на основе агрегированных статистических данных, предложен алгоритм кластеризации жителей, имеющих сходные показатели миграционной мобильности и методика получения детализированной информации путем опроса представителей различных кластеров.

Ключевые слова: АСУ; агентная модель; кластер.

На сегодняшний день наблюдается отток трудоспособного населения из моногородов и более крупные населенные пункты, что создает трудности для обеспечения градообразующего предприятия квалифицированными кадрами. В связи с этим предлагается внедрение в подсистему «Кадры» АСУ градообразующего предприятия [1] агентной модели прогнозирования миграционной ситуации в моногороде (АМПОК). Каждый агент обладает набором характеристик, позволяющим ему производить оценку и сравнение различных параметров уровня жизни и принимать решение о смене места жительства [2]. В основу АМПОК положена бихейвиористическая модель TOTE, отражающая правила поведения и принятия решения отдельным агентом.

Сложность и многосторонность поставленной задачи предполагает использование разнообразных источников исходной информации. Первую их группу составляют накопленные статистические данные о миграционных процессах, ежегодно собираемые Росстатом и УФМС, которые включают информацию о миграционной ситуации на макроуровне (регион, страна), характеризующуюся высокой степенью агрегированности. Ко второй группе относятся результаты социологических исследований, основанные на детальном изучении ограниченных выборок. При использовании агентного подхода к исследованию миграционных процессов общие закономерности развития миграционной ситуации выводятся на основе моделей поведения отдельных агентов и домохозяйств, однако получение детализированной информации обо всех жителях малого города, их семейном положении, жилищных условиях и доходах потребовало бы затрат, сопоставимых с проведением переписи населения. Данный факт обуславливает необходимость разработки методики получения исходных данных, основанной на сочетании агрегированной и детализированной статистической информации.

СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АМПОК

В соответствии с моделью TOTE поведение агента определяется его Образами и Планами [3]. Образ – это все накопленные и организованные знания агента о себе самом и о мире, в котором он существует. Образ включает все оценки и факты, приобретенные и организованные агентом при помощи тех понятий, образов и отношений, которые он смог выработать. При моделировании миграционных процессов значимыми являются следующие Образы (рис. 1):

– Объективный Образ Мира (в данном случае малого города) представляет собой среду агентной модели. Каждый агент встраивается в Объективный Образ Малого Города через набор связей с его составляющими.

– Объективный Образ Агента, включающий информацию о личных и социальных характеристиках агента. К личным характеристикам относятся пол, возраст, уровень интеллекта и способностей. Наиболее важными социальными характеристиками являются семейное положение, образование, квалификация. Сочетание различных характеристик определяет социальное состояние агента и меру его миграционной мобильности.

– Субъективный Образ Мира, присущий отдельному агенту. В контексте задачи значимыми являются Субъективный Образ Малого Города, в котором проживает агент, и Субъективный Образ Большого Города, в который агент может переехать, каждый из которых отражается в модели через набор субъективных оценок уровня жизни.

– Субъективный Образ Агента. В реальном мире представление человека о самом себе включает широкий спектр знаний, умений, предпочтений и шаблонов поведения, полный учет которых в модели невозможен как в силу неполноты научных знаний о психике и мышлении, так и по причине огромной вычислительной сложности. Для решения задач, поставленных перед моделью, достаточно учитывать субъективные характеристики уровня недовольства имеющимися условиями жизни.

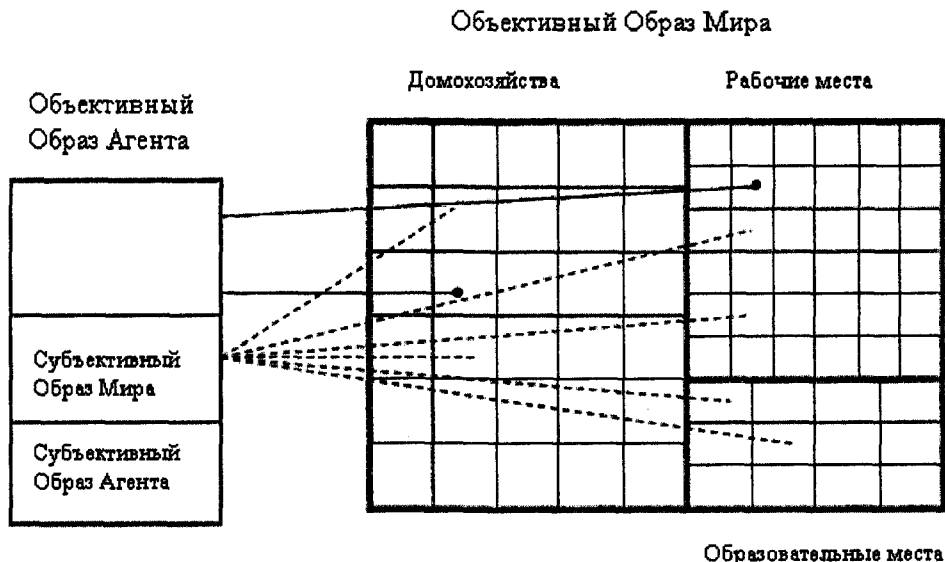


Рисунок 1 – Система Образов в АМПОК

Изменение Образа происходит по мере реализации Планов [3] двух уровней: уровня агента и уровня муниципального управления. Планы первого уровня реализуют демографические (в том числе, миграционные), экономические и образовательные процессы, происходящие с отдельным агентом. Планы второго уровня отражают возможности воздействия на миграционную ситуацию со стороны государства (создание новых рабочих и образовательных мест).

Информационное обеспечение АМПОК должно содержать минимальный объем данных, необходимых для построения системы Образов и выполнения Планов. Структура информационного обеспечения агентной модели представлена на рисунке 2 в виде инфологической модели, построенной в соответствии с требованиями стандарта UML. Основными элементами инфологической модели являются сущности (Агент, Домохозяйство, Рабочее место, Образовательное место, Жилое помещение) и взаимосвязи между ними.

Информация, содержащаяся в сущности Агент, является основой для построения всех типов Образов. В таблице 1 приведен перечень атрибутов сущности Агент с указанием Образа, для формирования которого используется данный атрибут. Дополнительная информация, необходимая для построения Объективного Образа Небольшого Города, содержится в сущностях Домохозяйство, Рабочее место, Образовательное место и Жилое помещение. Сущности «План создания рабочих мест» и «План создания образовательных мест» содержат информацию о времени ввода в модель вновь созданных рабочих и образовательных мест, что позволяет осуществлять управляющие воздействия на соответствующие характеристики среды АМПОК, то есть реализовывать Планы второго уровня.

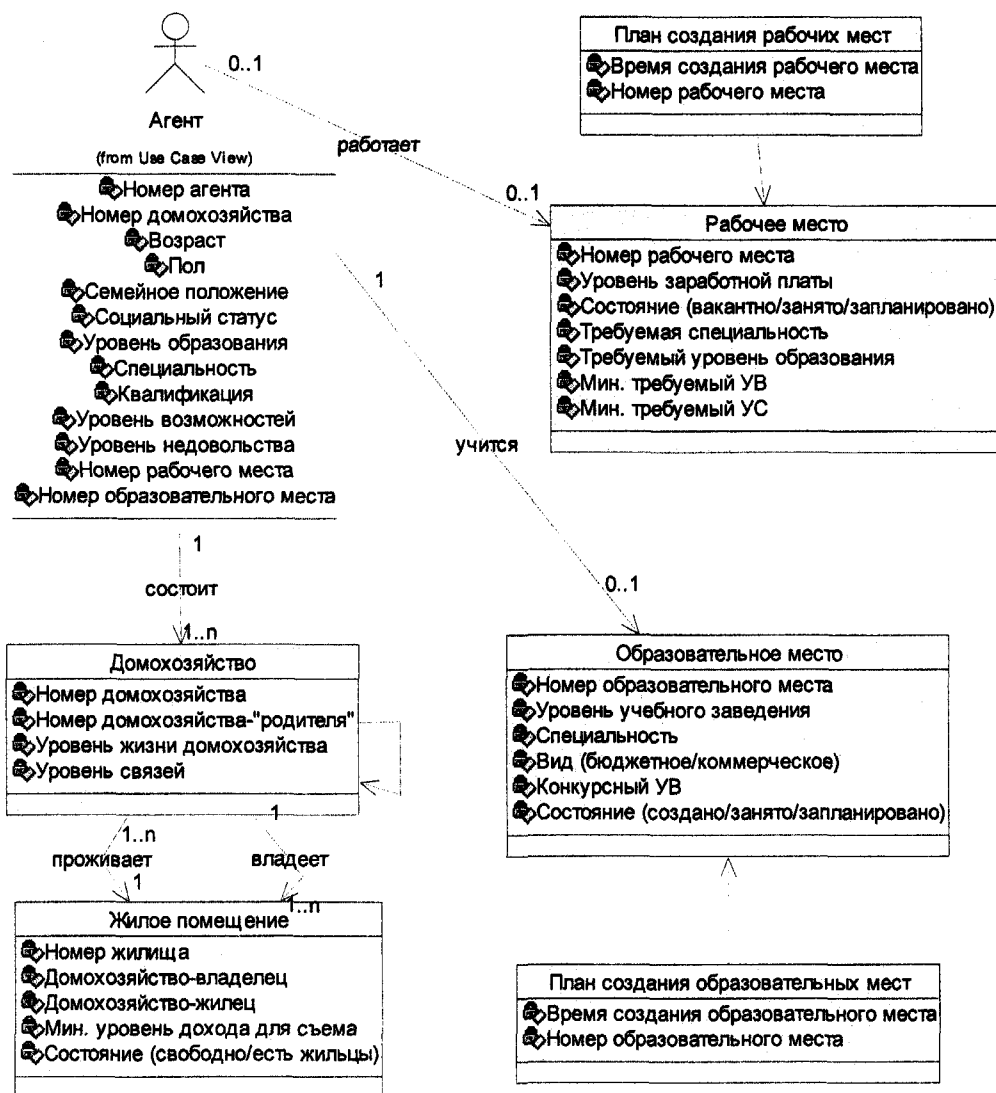


Рисунок 2 – Инфологическая модель миграционных потоков

Таблица 1 – Атрибуты сущности Агент

Образ	Атрибут
1	2
Объективный Образ Мира	Номер агента
	Номер домохозяйства
	Номер рабочего места
	Номер образовательного места
Объективный Образ Агента	Пол
	Возраст
	Месяц рождения
	Семейное положение
	Социальный статус
	Уровень возможностей

Продолжение таблицы 1

1	2
	Уровень образования
	Специальность
	Квалификация
Субъективный Образ Небольшого Города	Уровень жизни
Субъективный Образ Небольшого Города	Ожидаемый уровень жизни с учетом ограничивающих факторов
Субъективный Образ Агента	Накопленный уровень недовольства
	Пороговый уровень недовольства

Разработанная структура информационного обеспечения АМПОК включает минимальный набор характеристик агента и внешнего мира, необходимый для построения перечисленных Образов и реализации Планов.

ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Информационное наполнение базы данных, концептуальная схема которой основана на инфологической модели, представленной на рисунке 2, представляет сложность как в силу значительного числа агентов и атрибутов каждого из них, так и необходимости установления связей между каждым экземпляром сущности «Агент» и экземплярами сущностей «Рабочее место», «Домохозяйство», «Жилое помещение», «Образовательное место».

В связи с этим в модель вводятся допущения [4]. Первое из них связано с масштабированием исследуемой системы, когда одному агенту в модели ставится в соответствие множество реальных людей, причем коэффициент масштабирования зависит от сложности системы. Для моделирования глобальной миграционной ситуации в мире значение коэффициента могло бы достигать десятков и даже сотен тысяч, для моделирования аналогичных процессов в малом городе его целесообразно задать в диапазоне от 1 до 100. Второе допущение предполагает группировку агентов по кластерам, однородным с точки зрения критерия миграционной мобильности. Значение данного критерия связано с возрастом, полом и социальным статусом агента. Агенты разбиваются на кластеры на основе следующих классификационных признаков:

- возраст (до 15 лет, от 15 до 25 лет, от 25 до 40 лет, от 40 до 60 лет, от 60 лет);
- пол (мужской или женский);
- социальный статус (учащийся, студент, работающий, безработный, пенсионер).

Полный перебор с учетом некоторых непересекающихся сочетаний (например, агент не может иметь возраст 13 лет и статус «пенсионер») составляет 18 групп. Не для всех возрастных групп сочетания других признаков являются значимыми. Так, дети до 15 лет не являются активными субъектами миграционного процесса, поскольку сами не могут принять решение о смене места жительства, следовательно, образуют единый кластер. То же самое справедливо для пенсионеров, причем в данном случае атрибут «социальный статус» имеет большее значение, чем возраст, то есть лица старше 60 лет (для женщин этот порог не превышает 55 лет) не будут относиться к этой категории, если продолжают работать. Аналогично признак обучения в учреждении высшего или среднего профессионального образования является более значительным, чем отношение к возрастной группе от 15 до 25 лет; если агент завершил обучение, он переходит в категорию «работающий». Атрибут «Пол» имеет значение для лиц репродуктивного возраста (от 15 до 40 лет), так как рождение и воспитание детей накладывает на женщин ограничения в отношении трудоустройства и участия в миграционных процессах.

Из списка возможных значений классификационного признака «социальный статус» также исключается значение «безработный». Тогда статус «работающий» принимает значение «трудоспособный», а состояния «имеет работу» и «не имеет работы» перестают быть

группообразующими, что обусловлено достаточно широкими возможностями смены места работы в современном российском обществе. С учетом перечисленных соображений группировку агентов в модели можно свести к семи кластерам (табл. 2).

Таблица 2 – Кластеры агентов, составляющих население малого города

Классификационные признаки	1	2	3	4	5	6	7
1 Возраст							
- до 15 лет	+						
- от 15 до 25 лет		+	+				
- от 25 до 40 лет				+	+		
- от 40 до 60 лет						+	
- от 60 лет							+
2 Пол							
- мужской		+		+			
- женский			+		+		
3 Социальный статус							
- учащийся	+						
- студент		+	+				
- работающий				+	+	+	
- пенсионер							+

По каждому кластеру необходимо получить детализированную информацию о статистическом распределении различных характеристик, важнейшими из которых являются семейное положение, уровень дохода и уровень накопленного недовольства; для этого собираются данные по ограниченной выборке из кластера.

Принадлежность агента кластеру определяется на основе алгоритма:

1. Определить возрастную группу агента. Если возраст агента укладывается в диапазон:
 - 1.1. младше 15 лет, то выполнить шаг 2;
 - 1.2. от 16 до 25 лет, то:
 - 1.2.1. если агент является учащимся, то выполнить шаг 3;
 - 1.2.2. иначе выполнить шаг 4;
 - 1.3. от 26 до 40 лет, то выполнить шаг 4;
 - 1.4. от 40 до 60 лет, то выполнить шаг 5;
 - 1.5. старше 60 лет, то:
 - 1.5.1. если агент работает, то выполнить шаг 5;
 - 1.5.2. иначе выполнить шаг 6.
2. Отнести агента к кластеру №1.
3. Определить пол агента.
 - 3.1. если агент мужского пола, то отнести его к кластеру №2;
 - 3.2. иначе отнести его к кластеру №3.
4. Определить пол агента.
 - 4.1. если агент мужского пола, то отнести его к кластеру №4;
 - 4.2. иначе отнести его к кластеру №5.
5. Отнести агента к кластеру №6.
6. Отнести агента к кластеру №7.

Если статистически обработанные данные опроса согласуются с имеющейся агрегированной информацией о генеральной совокупности в отношении характеристик «семейное положение», «уровень образования», «уровень дохода», «жилищные условия», то выборка признается репрезентативной и строятся статистические распределения наблюдаемых оценок «уровень жизни», «ожидаемый уровень жизни», «уровень накопленного недовольства», «пороговый уровень недовольства» в пределах каждого кластера.

Перечисленные оценки нормируются в пределах от 0 до 1, однако для ускорения их обработки в компьютерной системе их целесообразно привести к целочисленному виду в диапазоне от 0 до 100. Диапазон разбивается на интервалы, рассчитываются частоты попадания в него оценок и строится гистограмма, на основе которой рассчитываются накопленные частоты и строится функция плотности распределения оценок в пределах кластера. Если сведения, полученные в результате выборочных опросов, расходятся со статистической информацией, то выборку необходимо расширить.

МЕТОДИКА ИНФОРМАЦИОННОГО НАПОЛНЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МИГРАЦИОННОЙ СИТУАЦИИ

Методика информационного наполнения базы данных модели прогнозирования миграционной ситуации в моногороде для подсистемы «Кадры» АСУ градообразующего предприятия включает следующие шаги:

1. Определение общего числа жителей и задание коэффициента масштабирования агентной модели.
2. Внесение информации об агентах.
 - 2.1. Определение численности кластеров агентов и сбор детализированной статистической информации по каждому из них.
 - 2.2. Информационное наполнение таблицы «Агент».
3. Внесение информации о среде.
 - 3.1. Сбор агрегированной статистической информации о домохозяйствах, жилых помещениях, рабочих и образовательных местах.
 - 3.2. Информационное наполнение сущностей «Рабочее место», «Домохозяйство», «Жилое помещение», «Образовательное место» с учетом коэффициента масштабирования.
 - 3.3. Установление связей каждого экземпляра сущности «Агент» с экземплярами сущностей «Рабочее место», «Домохозяйство», «Жилое помещение», «Образовательное место».

При информационном наполнении сущности «Агент» в первую очередь задается коэффициент масштабирования, после чего на основе имеющейся статистической информации о демографической ситуации в городе создается необходимое число агентов в каждом кластере с уже определенным значением атрибутов «Пол» и «Возраст». Значения атрибутов «семейное положение», «возраст вступления в брак», «уровень образования», «специальность», «является военнообязанным», а также оценки «уровень жизни», «ожидаемый уровень жизни», «уровень накопленного недовольства», «пороговый уровень недовольства» строятся на основе метода обратной функции, применяемого к полученным статистическим распределениям в пределах кластера. Для этого разыгрывается случайное число в диапазоне от 0 до 100, по интегральной функции распределения определяется, в какой интервал попадает полученное число и затем разыгрывается произвольное число из заданного интервала.

Заполнение таблицы «Образовательное место» не представляет трудности, поскольку в каждом образовательном учреждении имеется точная информация о количестве студентов, специальностях, на которых они обучаются, и успеваемости, которая позволяет хотя бы приблизительно оценить их уровень возможностей. Информационное наполнение таблиц «Рабочее место», «Домохозяйство», «Жилое помещение» сопровождается некоторыми сложностями. Сведения, необходимые для получения информации о рабочих местах, содержатся в базах данных пенсионных фондов и налоговой инспекции, но являются закрытыми; кроме того, широко практикуется выплата «серой» зарплаты, не зафиксированной ни в каких документах. Из доступных источников можно получить информацию о распределении населения по различным сферам занятости и соответствующих средних доходах. Оценка уровня связей, необходимого для получения рабочего места, выводится на основе закономерности: чем выше доход, получаемый на рабочем месте, тем выше требуемый

уровень связей, ведь поскольку в малых городах остро стоит проблема занятости, знакомства требуются для получения даже не слишком высокооплачиваемой работы.

Полная информация о жилых помещениях имеется у организаций сферы ЖКХ, но она также закрыта для лиц, не связанных с данными организациями, поэтому при моделировании для характеристики жилого фонда малого города используются сводные статистические данные.

Для создания экземпляров сущности «Домохозяйство» достаточно сведений об общем количестве семей в малом городе, а оценки уровня жизни и состав домохозяйств будут определены в ходе заполнения таблицы «Агент».

После получения значений всех атрибутов, имеющих количественное выражение, необходимо установить атрибуты внешних ключей, отражающие связи между таблицами. Группировка агентов в домохозяйства производится по следующему алгоритму:

1) из кластеров 2-7 выбираются агенты со значением атрибута «семейное положение» равным «состоит в браке» и группируются в пары, причем предполагается, что в брак вступают агенты одной возрастной группы и их оценка уровня жизни одинакова, поскольку они принадлежат одному домохозяйству;

2) число сформированных пар сопоставляется с общим числом домохозяйств, а недостающие домохозяйства формируются из агентов кластеров 4-6, не состоящих в браке;

3) в оставшиеся пустыми домохозяйства добавляется по одному агенту из кластера 7;

4) когда в каждом домохозяйстве имеется хотя бы один член, то оставшиеся агенты (дети и пожилые люди) распределяются между уже сформированными домохозяйствами;

5) за домохозяйством закрепляется жилое помещение так, чтобы уровень комфорта жилого помещения соответствовал оценке уровня жизни домохозяйства.

Для агентов из кластеров 2-3 устанавливается связь по внешнему ключу с таблицей «Образовательное место» так, чтобы возраст агента соответствовал образовательному учреждению, в котором он обучается. Агенты из кластеров 4-6 связываются с рабочими местами таким образом, чтобы оценка уровня жизни агента коррелировалась с уровнем дохода, получаемого на рабочем месте. У агентов перечисленных групп, за которыми не закреплены рабочие места, атрибут «социальный статус» устанавливается в значение «безработный». Таким образом устанавливаются все необходимые связи между экземплярами сущностей базы данных системы поддержки решений по управлению миграционной ситуацией в малом городе и завершается этап ее информационного наполнения.

ВЫВОД

Разработанная структура информационного обеспечения модели прогнозирования миграционной ситуации в моногороде для подсистемы «Кадры» АСУ градообразующего предприятия содержит минимальный объем данных, необходимый для построения системы Образов агентов и среды в АМПОК, что позволяет моделировать поведение агентов в соответствии с бихейвиористической моделью ТОТЕ. Подготовка исходных данных моделирования представляет трудности в силу разнородности требуемой информации и закрытом характере значительной части источников ее получения. Для решения этой проблемы в модель вводятся допущения масштабирования исследуемой системы и группировки агентов в кластеры, однородные с точки зрения миграционной мобильности, и предлагается методика формирования исходного информационного наполнения базы данных системы поддержки решений по управлению миграционной ситуацией в моногороде, основанная на комбинации агрегированной статистической информации и данных социологических опросов жителей моногорода, относящихся к различным кластерам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глушков В.М. Введение в АСУ. – К.: Техника, 1972. – 310 с.

2. Georgeff M.P., Rao A.S. Formal model and Decision Procedures for Multi-Agent Systems. Technical note 61, Australian Artificial Intelligence Institute, 1995.
3. Миллер Д., Галантер Ю., Прибрам К. Планы и структура поведения // История зарубежной психологии (30-60-е гг. XX в.). – М.: Издательство Московского университета. – С. 97-116.
4. Савина О.А. Имитационное моделирование экономических систем и процессов. – Орел: ОрелГТУ, 2004.

Савина Александра Леонидовна
ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК», г. Орел
Аспирант кафедры информационных систем
Тел.: 8 (4862) 76-37-37
E-mail: aleks.savina@gmail.com

A.L. SAVINA (*Post-graduate student*)

State University – Study-Science-Production Complex)

INFORMATION SUPPORT OF THE PREDICTION MODEL OF MIGRATION SITUATION IN MONOCITIES FOR THE SUBSYSTEM «PERSONNEL» IN AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF CITY-FORMING ENTERPRISE

In this paper we examine the structure of the information support of the prediction model of migration situation in monocities for the subsystem «Personnel» in automatic control system of city-forming enterprise and methods of filling it. We set out the principles to obtain aggregate statistic information and an algorithm for clustering agents with similar levels of mobility and migration technique to obtain detailed information by interviewing representatives of the various clusters.

Keywords: automatic control system; agent model; cluster.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Glushkov V.M. Vvedenie v ASU. – K.: Tekhnika, 1972. – 310 s.
2. Georgeff M.P., Rao A.S. Formal model and Decision Procedures for Multi-Agent Systems. Technical note 61, Australian Artificial Intelligence Institute, 1995.
3. Miller D., Galanter Yu., Pribram K. Plany' i struktura povedeniya // Istoriya zarubezhnoj psixologii (30-60-е гг. XX в.). – М.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta. – S. 97-116.
4. Savina O.A. Imitacionnoe modelirovanie e'konomicheskix system i processov. – Oryol: OryolGTU, 2004.

УДК 004(07)

Е.Б. АЛИКИНА

**ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗНАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ
В КУРСЕ «ЭКОНОМЕТРИКА»**

В статье рассмотрена методика преподавания курса эконометрики с использованием индивидуальных заданий для первичного закрепления знаний. Описывается опыт применения данной методики

Ключевые слова: эконометрика; первичное закрепление знаний; информационные технологии.

Восприятие новых знаний, их усвоение и запоминание находятся в тесном единстве. Следовательно, для повышения качества обучения закрепление знаний должно следовать непосредственно за этапом восприятия нового материала. Известно, что для прочного усвоения нового материала требуется неоднократное обращение к нему. Всякая последующая работа с этим материалом, если она правильно организована, не только способствует лучшему запоминанию знаний, но и позволяет находить в них новые детали, глубже подходить к их осмыслению.

Таким образом, закрепление знаний является важной частью процесса обучения. Остановимся подробнее на первичном закреплении знаний. Под первичным закреплением знаний мы понимаем воспроизведение обучающимися только что услышанного материала. Опыт многих исследователей в этой области приводит к выводу, что применение системы первичного повторения дает хорошие результаты.

Обычно лекции, читаемые в высших учебных заведениях, не сопровождаются непосредственным закреплением знаний, в лучшем случае студенты возвращаются к прочитанному материалу при подготовке к семинарским или практическим занятиям, а в случае промежуточного тестирования – при подготовке к тестированию. Часто свои записи лекций студенты прочитывают лишь перед экзаменом. При таком подходе, как бы хорошо не излагался новый материал, обилие информации не позволяет студентам осознать, прочно усвоить и надолго запомнить важные понятия и закономерности изучаемых дисциплин.

Психологи и педагоги знают, что именно первичное закрепление знаний особенно эффективно. Однако традиция системы высшего образования, когда лекции читают целому потоку слушателей, а обсуждение прочитанного материала происходит на практических занятиях с одной группой через какое-то время, не позволяет осуществить немедленную обратную связь от студентов к преподавателю и не стимулируют активную мыслительную деятельность слушателей во время лекционных занятий. Это не способствует выработке у студентов устойчивых понятий и приобретению навыков и компетенций.

Методы закрепления знаний, применяемые в средней школе (беседа, работа с учебником, упражнения), не могут быть применены непосредственно без адаптации в высшем профессиональном образовании, поскольку здесь процессы изложения нового материала (лекции), его обсуждение и проработка (практические занятия) разнесены во времени.

Однако в высших учебных заведениях также должны использоваться методы вовлечения всех слушателей в самостоятельную работу, конкретизирующую только что прослушанную теорию. Следовательно, лектор должен применять такие приемы и методы работы, которые позволили бы осуществить фактическое закрепление знаний каждым студентом непосредственно на лекции, выработав у него соответствующие умения и навыки. Этого можно достичь, используя, например, индивидуальные (программированные) задания.

Программированное обучение возникло в начале 50-х годов XX в., когда американский психолог Б. Скиннер предложил повысить эффективность управления усвоением материала, построив его как последовательную программу подачи порций информации и их контроля. Впоследствии Н. Краудер разработал разветвленные программы, которые в зависимости от результатов контроля предлагали ученику различный материал для самостоятельной работы.

Теоретические основы любого программированного обучения составляют следующие общие принципы [1]:

- принцип деления материала на небольшие, тесно связанные между собой части (порции, шаги).
- принцип активизации деятельности обучаемых. Он преследует цель привить каждому из них умение глубоко анализировать содержание отдельных шагов (частей) программы, активизирует деятельность.
- принцип обратной связи, т.е. немедленной оценки каждого ответа.
- принцип индивидуализации темпа и содержания учения.

Все это позволяет сделать предположение о целесообразности применения программированных заданий для первичного закрепления знаний.

Подобная методика была применена нами для закрепления знаний в курсе «Эконометрика» в 2010-2011 учебном году в работе со студентами четвертого курса специальности «Прикладная информатика (в экономике)» и студентами третьего курса бакалавриата «Социально-экономическое образование, профиль экономик» в Пермском государственном педагогическом университете, а также студентами третьего курса специальности «Бухгалтерский учет» Пермского филиала Российского государственного торгово-экономического университета. В первом и втором случаях курс состоял из 28 часов лекционных и 26 часов практических занятий, в третьем – 36 часов лекционных и 18 часов практических занятий. Во всех случаях изложение теории сопровождалось компьютерными презентациями, а затем прочитанный материал был выложен на студенческом сервере в свободном доступе. Для всех студентов практические занятия были организованы в виде лабораторного практикума, во время которого студенты решали задачи с использованием средств MS Excel. Однако для студентов специальности «Прикладная информатика (в экономике)» и «Социально-экономическое образование, профиль экономик» был специально разработан и применен набор индивидуальных заданий для первичного закрепления знаний в конце каждой лекции, а со студентами специальности «Бухгалтерский учет» в конце каждой лекции проводилась небольшая беседа по тем же вопросам, что вошли в задания для первой группы студентов. Со всеми студентами проводились контрольные работы в виде решения задач (с использованием MS Excel) для определения качества приобретенных практических навыков и контрольное тестирование для выявления прочности усвоения теории.

Задания для первичного закрепления знаний были предназначены для повторения только что услышанного на лекции учебного курса. При ответе на вопросы можно было пользоваться сделанными записями, все задания проводились анонимно. Было разработано и проведено 12 заданий. Приведем для примера фрагменты задания по теме «Дисперсия. Ковариация. Корреляция»:

3. Как рассчитать ковариацию случайных переменных x и $y=v+w$?

- A. $\text{Cov}(x, y) = \text{Cov}(x, v) + \text{Cov}(x, w)$
- B. $\text{Cov}(x, y) = \text{Cov}(x, y) + \text{Cov}(x, w)$
- C. $\text{Cov}(x, y) = 0$.

4. Как рассчитать ковариацию x и y , если $y=az$, где a – константа?

- A. $\text{Cov}(x, y) = a \text{Cov}(x, z)$
- B. $\text{Cov}(x, y) = a$
- C. $\text{Cov}(x, y) = 0$.

5. Как рассчитать ковариацию x и y , если $y=a$, где a – константа?

- A. $Cov(x,y) = a Cov(x, z)$
- B. $Cov(x, y)=a$
- C. $Cov(x,y)=0$.

6. В каких случаях теоритическая ковариация равна нулю?

- A. Если x константа
- B. Если x и y линейно зависимы
- C. Если x и y нелинейно зависимы
- D. Если x и y независимы

.....

8. Учитывая, что y, w, z – случайные величины, a – константа, укажите:

8.1 Правило для расчета дисперсии при $y=v+a$:

- A. $Var(y)= Var(v)+Var(w) + 2Cov(v,w)$;
- B. $Var(y)=a^2Var(z)$;
- D. $Var(y)=0$;
- C. $Var(y)=Var(v)$;

8.2 Правило для расчета дисперсии при $y=a$

- A. $Var(y)=a^2Var(z)$;
- B. $Var(y)= Var(v)+Var(w) + 2Cov(v,w)$;
- C. $Var(y)=0$;
- D. $Var(y)=Var(v)$.

8.3 Правило для расчета дисперсии при $y=az$:

- A. $Var(y)=a^2Var(z)$;
- B. $Var(y)= Var(v)+Var(w) + 2Cov(v,w)$;
- C. $Var(y)=0$;
- D. $Var(y)=Var(v)$;

8.4 Правило для расчета дисперсии при $y=v+w$:

- A. $Var(y)=a^2Var(z)$;
- B. $Var(y)=Var(v) +Var(w) +2Cov(v,w)$;
- C. $Var(y) =0$;
- D. $Var(y) =Var(v)$.

9. Для случайных переменных x и y теоретический коэффициент корреляции равен:

A $r_{xy} = \frac{Cov(x,y)}{\sqrt{Var(x)Var(y)}}$ B $\rho_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}}$ C $r_{xy} = \frac{r_{xy} - r_{xz}r_{yz}}{\sqrt{[1-r_{xz}^2][1-r_{yz}^2]}}$

10. Выборочную корреляцию можно определить по следующей формуле:

A $r_{xy} = \frac{Cov(x,y)}{\sqrt{Var(x)Var(y)}}$ B $\rho_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}}$ C $r_{xy} = \frac{r_{xy} - r_{xz}r_{yz}}{\sqrt{[1-r_{xz}^2][1-r_{yz}^2]}}$

11. Частную корреляцию можно определить по следующей формуле:

A $r_{xy} = \frac{Cov(x,y)}{\sqrt{Var(x)Var(y)}}$ B $\rho_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sqrt{\sigma_x^2 \sigma_y^2}}$ C $r_{xy} = \frac{r_{xy} - r_{xz}r_{yz}}{\sqrt{[1-r_{xz}^2][1-r_{yz}^2]}}$

12. Связь называется корреляционной, если:

- A. каждому значению факторного признака соответствует вполне определенное неслучайное значение результативного признака;

В. каждому значению факторного признака соответствует множество значений результативного признака, т.е, определенное статистическое распределение;

С. каждому значению факторного признака соответствует целое распределение значений результативного признака;

Д. это связь, при которой каждому значению независимой переменной соответствует определенное математическое ожидание (среднее значение) независимой переменной.

В приведенных фрагментах задания вопросы строились таким образом, чтобы студенты не только повторили, но и глубоко осмыслили только что разобранные важные определения, понятия и формулы. Причем в ответах не содержатся заведомо ложные высказывания. Например, ответы, предлагаемые на вопросы 3-5 одинаковы, однако правильный ответ в каждом случае разный. Это же правило применялось и при разработке вопросов 8.1-8.4 и 9-11. Поскольку первичное закрепление происходит сразу же после образования новых мыслительных связей, являющихся еще крайне нестойкими и нуждающимися в подкреплении, то наилучшей формой является простое воспроизведение только что воспринятой информации без сложной переработки. Такой подход, как нам кажется, позволяет качественно осуществить первичное закрепление новых знаний. Результаты ответов на задания получились следующие:

Таблица 1 – «Прикладная информатика (в экономике)»

Тема заданий	Средний процент	Максимальный процент	Минимальный процент	Дисперсия
Основные определения эконометрики	93,65	100	83,33	16,32
Случайные переменные	95	100	83,33	55,63
Дисперсия, ковариация, корреляция	88,53	100	75	54,894
Парная линейная регрессия	92,19	100	84,21	33,45
Случайные составляющие коэффициентов регрессии	87,36	96,43	71,43	55,98
Проверка гипотез для коэффициентов регрессии	87,64	100	63,64	94,43
Нелинейная регрессия	97,92	100	75	51,65
Множественная регрессия	79,58	100	83,33	34,01
Гетероскедастичность Автокорреляция	91,29	100	81,82	46,79
Временные ряды 1	85,83	100	62,5	168,03
Временные ряды 2	96,67	100	75	48,63
Система одновременных уравнений	98,11	100	91,67	7,12

Таблица 2 – «Социально-экономическое образование. Экономика»

Тема заданий	Средний процент	Максимальный процент	Минимальный процент	Дисперсия
Основные определения эконометрики	84,72	95,83	62,5	98,5
Случайные переменные	86,67	100	58,33	125,07
Дисперсия, ковариация, корреляция	84,09	93,18	70,45	55,96

Парная линейная регрессия	81,52	94,74	56,84	117,41
Случайные составляющие коэффициентов регрессии	81,92	96,43	60,71	137,53
Проверка гипотез для коэффициентов регрессии	82,92	100	60	171,44
Нелинейная регрессия	97,32	100	87,50	27,74
Множественная регрессия	94,39	100	79,17	36,53
Гетероскедастичность	88,43	100	72,73	83,47
Автокорреляция				
Временные ряды 1	91,67	100	70,83	68,43
Временные ряды 2	96,09	100	68,75	119,58
Система одновременных уравнений	95,31	100	83,33	31,89

Сравнивая результаты первичного закрепления у студентов специальности «Прикладная информатика» и «Социально-экономическое образование» (рис. 1) можно увидеть, что средний балл по тестам отличается в обеих группах незначительно.



Рисунок 1 – Результаты первичного закрепления знаний

Построение контрольных тестов было совершенно другим и ориентировалось на проверку полученных знаний и понимание основных вопросов курса.

В результате три контрольных теста (по темам «Тест 1. Парный регрессионный анализ», «Тест 2. Множественный регрессионный анализ» и «Тест 3. Временные ряды») дали следующие результаты (табл. 3, 4, 5).

Таблица 3 – Специальность «Прикладная информатика (в экономике)»

	Тест1	Тест 2	Тест3	Экзамен
Средний процент	93,33	97,5	94,20	4,8
Максимальный	100	100	100	5
Минимальный	80	80	86,96	4
Дисперсия	19,47	27,94	24,82	0,192

Таблица 4 – Специальность «Социально-экономическое образование. Экономика»

	Тест1	Тест 2	Тест3	Зачет
Средний процент	82,86	97,1	97,71	100
Максимальный	100	100	100	100
Минимальный	32	98	86,96	100
Дисперсия	531,71	13,98	16,65	0

Таблица 5 – Специальность «Бухгалтерский учет»

	Тест1	Тест 2	Тест3	Экзамен
Средний процент	72,31	78,44	62,88	4,42
Максимальный	90,00	90	74	5
Минимальный	53,85	50	52	3
Дисперсия	72,85	146,00	41,86	0,42

Из таблиц видно, что в первых двух случаях результаты близки. Поэтому, поскольку у студентов социально-экономического образования текущий контроль предусмотрен в форме зачета в отличие от других специальностей, проведем сравнение итоговых результатов у студентов специальности «Прикладная информатика» и специальности «Бухгалтерский учет».

На следующих диаграммах (рис. 2-5) представлены сравнительные характеристики по группам.

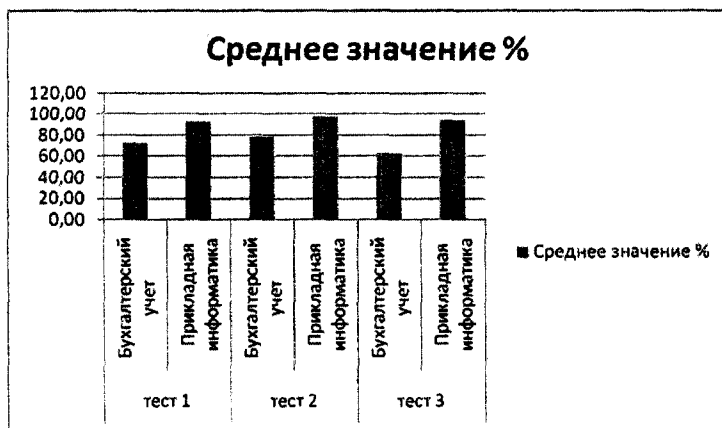


Рисунок 2 – Средний процент усвоения знаний



Рисунок 3 – Разброс результатов

Приведенные данные свидетельствуют в пользу первичного закрепления знаний, проводимых в виде индивидуальных заданий. Так, средний процент усвоения знаний выше в группе «Прикладная информатика» (рис. 2), а дисперсия выше в группе «Бухгалтерский учет», что подтверждает и большая разница между максимальным и минимальным результатами в этой группе.

В конце курса студенты этих групп сдавали экзамен, результаты которого представлены в правых столбцах таблиц 3 и 5 и на рисунках 4 и 5.

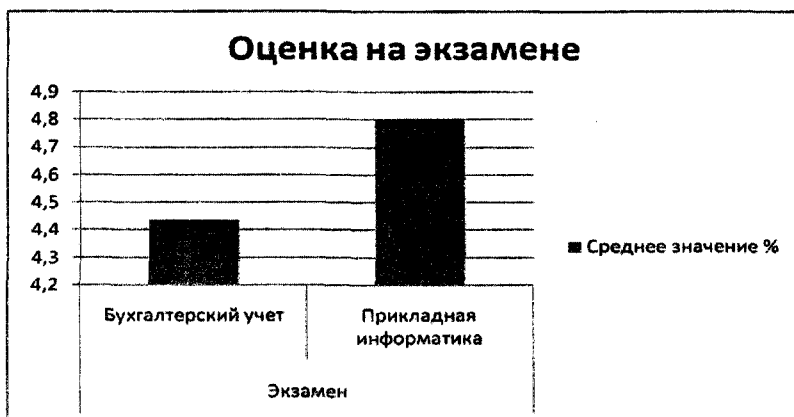


Рисунок 4 – Средние оценки на экзаменах

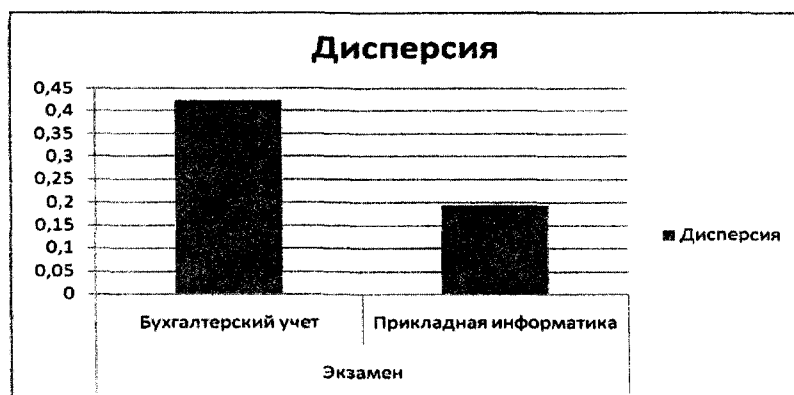


Рисунок 5 – Разброс оценок на экзаменах

Результаты экзаменов также свидетельствуют в пользу применения индивидуальных заданий при первичном закреплении знаний. Средний балл за экзамен у студентов специальности «Прикладная информатика» выше (4,8), чем у студентов специальности «Бухгалтерский учет» (4,42), дисперсия же оценок больше во второй группе.

Такой результат объясняется тем, что индивидуальные задания имеют ряд преимуществ перед традиционной формой закрепления знаний. В данной статье доказано, что самым важным положительным эффектом является вовлеченность каждого обучаемого в процесс осмысления и закрепления, а затем и в процесс проверки своей работы. Еще одно преимущество – это индивидуальный темп работы. Многие разработчики подобных заданий считают, что при их применении повышается и прочность приобретаемых знаний.

Подобная методика закрепления изученного материала может быть востребована и при дистанционной форме обучения, поскольку позволяет студентам самостоятельно оценить полученные знания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беспалько В.П. Программированное обучение. Дидактические основы. – М.: Высшая школа, 1970.
2. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. – М., 1995.
3. Дугерти К. Введение в эконометрику. – М.: Инфра-М, 2006.

Аликина Екатерина Борисовна

Пермский государственный педагогический университет

Кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой «Экономика»

E-mail: alikina_kate@mail.ru

*E.B. ALIKINA (Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Head of department «Economic»
Perm State Pedagogical University*

**USING INFORMATION TECHNOLOGY AND INDIVIDUAL TASKS
IN REINFORCEMENT OF KNOWLEDGE IN THE COURSE «ECONOMETRICS»**

The article describes the methodology of teaching the course of econometrics using information technology and individual assignments for the primary consolidation of knowledge. Also article includes conclusions about the feasibility of such approaches based on the experiences of the author.

Keywords: econometrics; reinforcement of knowledge; information technology.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Bepal'ko V.P. Programmirovannoe obuchenie. Didakticheskie osnovy. – М.: Vy'sshaya shkola, 1970.
2. Bepal'ko V.P. Pedagogika i progressivny'e tehnologii obucheniya. – М., 1995.
3. Dougerti K. Vvedenie v e'konometriku. – М.: Infra-M, 2006.

УДК 004.02:004.94

В.К. ГЛЯНЦЕВ, А.А. ТАРАПАНОВ

РАСШИРЕНИЕ МНОЖЕСТВА МОДЕЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОЙ СИСТЕМОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

В статье изложены основные положения по расширению И/ИЛИ дерева при построении моделей специальной одежды. Приводится алгоритм и пример реализации операции расширения для спортивной одежды.

Ключевые слова: автоматизация; расширение; И/ИЛИ дерево; оптимизация; управление параметрами; специальная одежда.

Автоматизация создания наиболее целесообразной функционально совершенной одежды – одна из сложнейших математических задач системного программирования [1]. Такая задача включает глобально-оптимальные решения, когда поиск осуществляется на всем множестве возможных вариантов функциональных структур, что предполагает необходимость использования максимального количества исходных вариантов решений.

Повышение эффективности работы дизайнера одежды связано с созданием системы принятия решений, базирующейся на рациональной стратегии поиска и разработки эффективного способа оценки степени совершенства любого решения. Одновременно обеспечивается возможная реализация вариантов с ограничением числа неудачных решений, предлагаемых дизайнером интуитивно.

В предлагаемой системе описание моделей осуществляется в виде древовидных иерархических структур, которые при логическом наложении друг на друга могут быть представлены как И/ИЛИ дерево, содержащее элементы и признаки, присущие большинству структур, а также элементы и признаки, которые существенно однократны.

На основе графа И/ИЛИ экспертная система формирует выходное множество новых моделей. Их оригинальность и выбор наиболее оптимальных элементов напрямую зависит от возможностей расширения И/ИЛИ дерева.

Одним из способов расширения дерева на уровне листьев является увеличение набор возможных параметров, который может дать значительное разнообразие узлов, основываясь на уже имеющихся данных. В данном случае предполагается использовать 2 подхода: поиск оптимальных параметров и прогнозирование.

При поиске оптимальных параметров строится целевая функция зависимости свойств изделия от параметров элемента. Следует учесть, что часто такие характеристики могут быть взаимоисключающими и поэтому приходится находить их компромиссную комбинацию.

Основные методы решения задач целевого программирования – это метод весовых коэффициентов и метод приоритетов. Оба метода основаны на сведении множества частных целей к одной целевой функции. В методе весовых коэффициентов единственная целевая функция формируется как взвешенная сумма исходных частных целевых функций. В методе приоритетов на частные цели устанавливаются приоритеты в порядке их важности. Исходная задача решается путем последовательного решения ряда задач линейного программирования одной целевой функцией таким образом, что решение задачи с низкоприоритетной целью может «испортить» оптимального значения целевой функции с более высоким приоритетом.

Эти методы различны по своей природе и в общем случае дают оптимальные решения не совпадающие между собой. Но нельзя сказать, что один из этих методов лучше другого по существу, они предназначены для решения задач с разными предпочтениями [2].

Если дизайнер сам формирует функциональные схемы, то ему необходимо задать параметры оценки модели. При формировании функциональных схем дизайнер указывает параметры, по которым будет оцениваться модель, что одновременно обуславливает численные характеристики параметров.

На основе набора параметров \bar{x} можно получить набор свойств $\bar{y} = f(\bar{x})$. Учитывая, что на специализированную одежду накладываются функциональные ограничения и требования, можно найти экстремумы $f(x_i)$.

Исходя из того, что функция $f(x_i)$ задана в дискретном виде, для дальнейшей работы необходимо представить ее в непрерывном виде. Самыми простыми способами обработки таблиц являются линейная и квадратичная интерполяции. При небольшом числе узловых точек (менее 10) линейная интерполяция оказывается неточной. На данном этапе не требуется более сложная оптимизация, так как построение новой модели одежды является задачей структурно-параметрического синтеза. Структура моделей еще не известна и разрабатывается на этапе формирования выходного множества новых решений. Изменение структуры может привести к изменению влияния параметров элементов на свойства одежды.

Не все параметры в равной степени влияют на свойства модели, поэтому оптимизация для каждой пары параметр-свойство (x_i, y_j) выполняется избирательно. Перед процедурой поиска новых значений параметров необходимо задать степень влияния параметра на свойство модели в диапазоне от 0 до 1. В результате при m свойствах модели и n параметрах формируется матрица весовых коэффициентов (рис. 1). Номер строки – это номер свойства y_j , а номер столбца – номер параметра x_i . В некоторых случаях значение коэффициента будет равно 0, что означает отсутствие взаимного влияния.

$$\begin{pmatrix} k_{1,1} & k_{1,2} & \dots & k_{1,n} \\ k_{2,1} & k_{2,2} & \dots & k_{2,n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ k_{m,1} & k_{m,2} & \dots & k_{m,n} \end{pmatrix}$$

Рисунок 1 – Пример матрицы весовых коэффициентов

При введении новых параметров в дерево необходимо реализовать 2 функции:

- функция, производящая интерполяцию и нахождение экстремумов для массива значений (\bar{x} и \bar{y});
- функция, совершающая обход дерева и производящая поиск оптимальных параметров для каждого структурного элемента одежды. Опираясь на значения матрицы весовых коэффициентов, дизайнер может указать пороговое значение влияния, при котором осуществляется поиск параметров. По умолчанию это значение равно 0,5.

Последовательность действий при расширении дерева в данном случае показана на сунке 2. Для более эффективной ее реализации вызов функций осуществляется при достаточно большом наборе функциональных схем, формирующих И/ИЛИ дерево.

При построении графа функционального взаимодействия элементов модели выделены основные функции. Так, для спортивной одежды теннисистов это [1]:

- обеспечение максимальной подвижности спортсмена;
- обеспечение защиты тела от воздействия окружающей среды;
- размещение запаса мячей;
- соблюдение сложившихся эстетических норм и эстетическое восприятие одежды.

Это позволяет выделить основные свойства модели:

- степень подвижности;
- уровень защиты тела от воздействия окружающей среды;
- количество хранимых мячей;
- удобство их хранения;
- удобство их извлечения;
- эстетический уровень одежды.

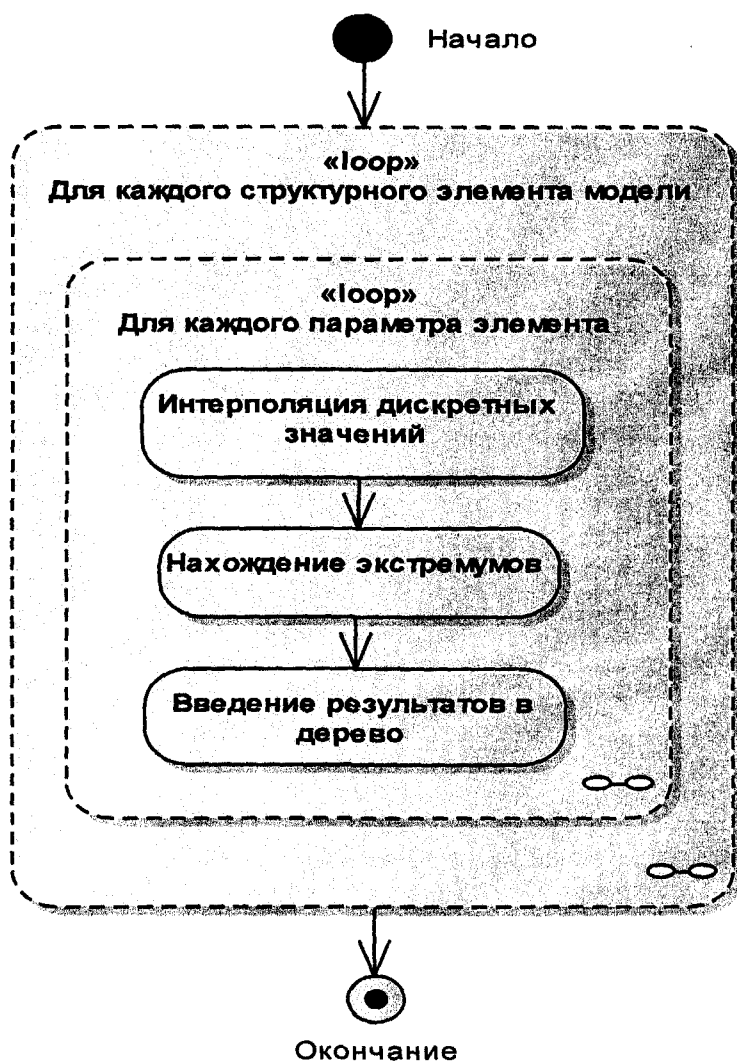


Рисунок 2 – Поиск оптимальных параметров

Выбрав для примера оптимизации такой элемент, как рукав, можно заметить, что его основными параметрами является длина и ширина. При ретроспективном анализе явно прослеживается изменение длины рукава (рис. 3). На дереве И/ИЛИ данные варианты можно представить как альтернативные (рис. 4), где a , b и c – длины рукавов, представленные на рисунке 3.

Предположим, что от длины рукава зависит только степень подвижности, частично уровень защиты тела и эстетический уровень одежды. Исходя из этого, матрица весовых коэффициентов вырождается в вектор-столбец $(k_{1,1}; k_{2,1}; k_{3,1}; k_{4,1}; k_{5,1}; k_{6,1})^T$. Для простоты положим $k_{1,1}=1$, а все остальные 0. Учитывая, что при уменьшении длины увеличивалась подвижность, алгоритм приведет к тому, что оптимальной длиной является минимально возможная, то есть 0.

Результат, полученный при поиске новых значений, подтверждается в эволюционирующих вариантах спортивной одежды для тенниса. В них явно прослеживается отсутствие рукавов. Увеличение размера дерева в данном случае происходит на один узел, как показано на рисунке 5. Если задать коэффициенты в матрице, не равные 0, то количество новых узлов существенно возрастает.

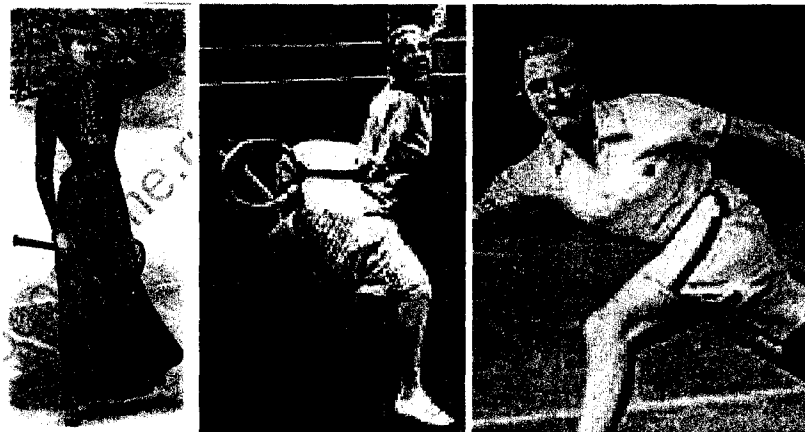


Рисунок 3 – Эволюционное изменение длины рукава в одежде для тенниса

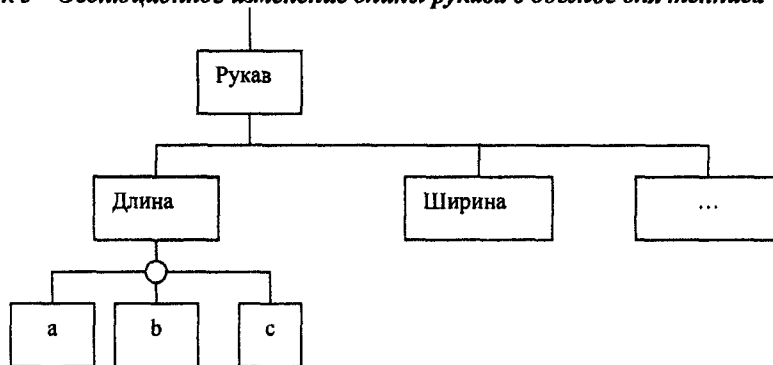


Рисунок 4 – Представление альтернативной длины элемента в дереве И/ИЛИ

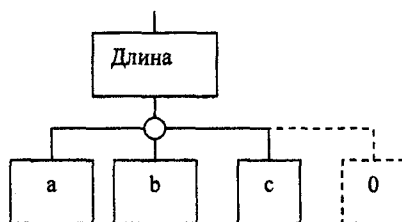


Рисунок 5 – Расширение дерева И/ИЛИ

Многочисленное повторение операций по расширению И/ИЛИ дерева приводит к практически неограниченному увеличению значений параметров. Если при расширении И/ИЛИ дерева используется ретроспективный анализ, позволяющий прогнозировать эволюцию моделей специальной одежды, то выявленная во времени тенденция к изменению параметров отдельных элементов позволяет сосредоточить внимание дизайнера на наиболее прогрессивных направлениях проектирования.

Немаловажным направлением реализации предлагаемого метода в обучении является дидактическое генерирование условий зарождения и последующей реализации новых и неординарных идей [3]. Это дает возможность уже на ранних стадиях обучения при решении простых учебных задач получать образцы живого творчества, выражающие индивидуальный вкус и почерк обучаемого. В дальнейшем указанные навыки переносятся на выполнение курсовых и дипломных проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Некрасов Ю.Н., Тарапанов А.А. Проектирование и технология производства спортивной одежды. – СПб.: Изд-во СПГУДТ, 2004. – 176 с.
2. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций: пер. с англ. – М.: «Вильямс», 2005. – 912 с.
3. Тарапанов А.А. Методические основы развития творческого подхода в обучении студентов по специальности «Дизайн». – Орел: Изд-во ОрелГТУ, 2010. – С. 41-47.

Глянцев Валерий Константинович

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел

Аспирант кафедры «Электроника, вычислительная техника и информационная безопасность»

Тел.: 8 960 648 57 14

E-mail: vglyantsev@gmail.com

Тарапанов Андрей Александрович

ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», г. Орел

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Дизайн»

Тел.: 8 920 287 88 87

E-mail: tarapanov@rambler.ru

V.K. GLYANTSEV (*The post-graduate student of department
«Electronics, computer facilities and information security»*)

A.A. TARAPANOV (*Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of department «Design»*)

State University – ESPC, Orel

EXPANDING THE SET OF MODELS OF THE CLOTHES IN THE MANAGEMENT OF MAN-MACHINE SYSTEM PREPARATION OF PRODUCTION

The article outlines the main provisions of expanding AND/OR wood for created models of special clothing. We present an algorithm and an example implementation of operations for the expansion of sportswear.

Keywords: automation; extension; AND/OR wood; optimization; control parameters; special clothing.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Nekrasov Yu.N., Tarapanov A.A. Proektirovanie i texnologiya proizvodstva sportivnoj odezhdy'. – SPb.: Izd-vo SPGUDT, 2004. – 176 s.
2. Таха, Хемди А. Введение в исследование операций: пер. с англ. – М.: «Вил'ямс», 2005. – 912 с.
3. Тарапанов А.А. Metodicheskie osnovy' razvitiya tvorcheskogo podxoda v obuchenii studentov po special'nosti «Dizajn». – Oryol: Izd-vo OryolGTU, 2010. – S. 41-47.

УДК 004.336.02

Н.В. ЧАЙКОВСКАЯ

МОДЕЛЬ И ТЕХНОЛОГИЯ ОТБОРА НАЛОГОПЛАТЕЛЬЩИКОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ НАЛОГОВОГО КОНТРОЛЯ

В статье на основе отечественного и зарубежного опыта предложена новая модель и технология отбора налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля, базирующиеся на методе кластеризации современных информационных технологиях.

Ключевые слова: модель; технология; кластеризация; налоговый контроль.

В целях максимального доначисления налогов и сборов в бюджет с минимальными затратами рабочего времени и усилий налоговых инспекторов необходима разработка модели правильного и четкого выбора объектов для проведения мероприятий налогового контроля на основе анализа многих факторов экономической деятельности налогоплательщиков.

В настоящее время отбор налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля проводится по следующей схеме (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема отбора налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля

Обязательной проверке также подлежат:

- 1) налогоплательщики, обязательность отбора которых вытекает из поручений вышестоящих налоговых органов и правоохранительных органов;
- 2) налогоплательщики, необходимость проверки которых вытекает из мотивированных запросов других налоговых органов;
- 3) налогоплательщики, подлежащие ликвидации и реорганизации;
- 4) налогоплательщики, представляющие отчетность об отсутствии деятельности и объектов обложения или же не представляющие налоговую отчетность, в отношении которых имеется информация об осуществлении финансово-хозяйственной деятельности [1].

Отбор налогоплательщиков, для которых не обязательно проведение выездных налоговых проверок, осуществляется в основном двумя методами: методом специального отбора и методом случайной выборки (рис. 2).



Рисунок 2 – Методы отбора налогоплательщиков для проведения выездных налоговых проверок

Таким образом, метод специального отбора обеспечивает целенаправленный отбор налогоплательщиков, у которых вероятность обнаружения налоговых нарушений оценивается как наиболее высокая. Основным преимуществом данного метода является формирование в конечном итоге списка налогоплательщиков, которые должны быть проверены в первую очередь. Недостатком этой методики являются высокие затраты труда и времени налоговых инспекторов на обработку всей имеющейся информации о налогоплательщике. В процессе отбора применяются самые разнообразные приемы анализа информации о налогоплательщике: анализ уровня и динамики основных показателей финансово-хозяйственной деятельности, в том числе, их сравнение с данными по аналогичным налогоплательщикам; проверка логической связи между отчетными и расчетными показателями; предварительная оценка бухгалтерской отчетности и налоговых расчетов с точки зрения достоверности отдельных показателей, наличия сомнительных моментов или несоответствий, указывающих на возможные нарушения. Кроме того, 30 мая 2009 года ФНС России своим приказом от 30.05.2009 № ММ-3-06/333 «О концепции планирования выездных налоговых проверок» разработала список критериев, по которым идет отбор налогоплательщиков на налоговую проверку (табл. 1) [2].

Таблица 1 – Критерии отбора налогоплательщиков в целях проведения налоговых проверок

Критерии отбора налогоплательщиков	Пояснение
1	2
1. Налоговая нагрузка ниже среднего по отрасли.	Налоговая нагрузка определяется как соотношение суммы уплаченных налогов по данным налоговых органов и выручки организаций по данным бухгалтерской и налоговой отчетности организации.

Продолжение таблицы 1.

1	2
2. Отражение в бухгалтерской или налоговой отчетности убытков на протяжении нескольких налоговых периодов	В течение 2-х и более календарных лет.
3. Отражение в налоговой отчетности значительных сумм налоговых вычетов за определенный период.	Например, доля вычетов по налогу на добавленную стоимость от суммы начисленного с налоговой базы налога равна либо превышает 89% за период в 12 месяцев.
4. Опережающий темп роста расходов над темпом роста доходов от реализации товаров (работ, услуг) по данным декларации по налогу на прибыль организаций.	Несоответствие темпов роста расходов по сравнению с темпом роста доходов по данным налоговой отчетности с темпами роста расходов по сравнению с темпом роста доходов, отраженными в финансовой отчетности.
5. Выплата среднемесячной заработной платы на одного работника ниже среднего уровня по виду экономической деятельности в субъекте РФ.	Информацию о статистических показателях среднего уровня заработной платы по виду экономической деятельности в городе, районе или по субъекту Российской Федерации в целом можно получить официальных на Интернет-сайтах территориальных органов Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и из других источников.
6. Неоднократное приближение к предельному значению установленных Налоговым кодексом Российской Федерации величин показателей, предоставляющих право применять налогоплательщикам специальные налоговые режимы.	В части специальных налоговых режимов принимается во внимание приближение (менее 5%) к предельному значению установленных Налоговым кодексом Российской Федерации величин показателей, влияющих на исчисление налога для налогоплательщиков, применяющих специальные налоговые режимы налогообложения (2 и более раз в течение календарного года).
7. Отражение индивидуальным предпринимателем суммы расхода, максимально приближенной к сумме его дохода, полученного за календарный год.	Доля профессиональных налоговых вычетов, предусмотренных ст. 221 НК РФ, заявленных в налоговых декларациях физических лиц, зарегистрированных в установленном действующим законодательством порядке и осуществляющих предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, в общей сумме их доходов превышает 83%.
8. Построение финансово-хозяйственной деятельности на основе заключения договоров с контрагентами-перекупщиками или посредниками («цепочки контрагентов») без наличия разумных экономических или иных причин (деловой цели).	Обстоятельства, свидетельствующие о получении налогоплательщиком необоснованной налоговой выгоды, указанные в Постановлении Пленума Высшего Арбитражного Суда Российской Федерации.
9. Непредоставление налогоплательщиком пояснений на уведомление налогового органа о выявлении несоответствия показателей деятельности.	Отсутствие пояснений налогоплательщика без объективных причин относительно выявленных в ходе камеральной налоговой проверки ошибок в налоговой декларации (расчете) и (или) противоречий между сведениями, содержащимися в представленных документах, либо выявленных несоответствий сведений, представленных налогоплательщиком, сведениям, содержащимся в документах, имеющихся у налогового органа, и полученным им в ходе налогового контроля.
10. Неоднократное снятие с учета и постановка на учет в налоговых органах налогоплательщика в связи с изменением места нахождения.	«Миграция» между налоговыми органами.

Продолжение таблицы 1.

11. Значительное отклонение уровня рентабельности по данным бухгалтерского учета от уровня рентабельности для данной сферы деятельности по данным статистики.	В части налога на прибыль организаций: отклонение (в сторону уменьшения) рентабельности по данным бухгалтерского учета налогоплательщика от среднеотраслевого показателя рентабельности по аналогичному виду деятельности по данным статистики на 10% и более.
12. Ведение финансово-хозяйственной деятельности с высоким налоговым риском.	Деятельность, направленная на получение необоснованной налоговой выгоды (использование фирм-«однодневок»).

При применении метода случайного отбора выбор производится путем произвольной выборки конкретных налогоплательщиков из однородной совокупности. Преимуществом данного метода является обеспечение максимально возможного охвата предприятий контрольными проверками, а также профилактика налоговых нарушений внезапно и непредвиденностью контрольных проверок. Недостатком этого метода является то, что он обычно даёт мало дополнительных начислений и сравнительно высокий процент случаев с нулевыми доначислениями по результатам проверок. К тому же, если результаты применения метода специального отбора мало отличаются от результатов случайной выборки (с точки зрения размера суммы доначислений по итогам проверки), то такой метод признается малоэффективным.

Проверка крупнейших налогоплательщиков заключается в том, чтобы сосредоточить имеющиеся ресурсы именно на их проверке, так как практика показывает, что подобные проверки позволяют обеспечить наибольший объём дополнительных начислений в расчёте на один человеко-час работы налоговых инспекторов.

Окончательный отбор налогоплательщиков осуществляется по индивидуальным критериям, которые определяются на основе опыта и знаний налоговых инспекторов и особенностей контролируемой территории. Организационная основа анализа, обработки информации и принятия решения по отбору налогоплательщиков для проведения выездных налоговых проверок сформулирована в Регламенте планирования и подготовки выездных налоговых проверок. Однако современные принципы отбора налогоплательщиков для выездных налоговых проверок все больше основываются на экспертно-эвристических методах.

В целях разработки наиболее эффективной методики отбора налогоплательщиков при проведении мероприятий налогового контроля необходимо разобраться в основных методиках отбора, применяемых в зарубежных странах (табл.2)

Таблица 2 – Методы отбора налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля в зарубежных странах

Страна	Органы, осуществляющие отбор налогоплательщиков	Метод отбора налогоплательщиков
Франция	Налоговый инспектор	1. Случайная выборка налогоплательщиков 2. Отбор налогоплательщиков по сравнительным таблицам, отражающим допустимые (нормативные) показатели
Канада	Налоговый инспектор	1. Случайная выборка налогоплательщиков 2. Отбор налогоплательщиков, принадлежащих «проблемным отраслям» 3. «Сигналы» бдительных граждан [3]
США	Специализированные классификационные подразделения ФНС США	1. Автоматизированный отбор на основе применения особых программ, например программа DIF (Discrimination Function System). В ее основе лежит специальная формула расчета по таким показателям, как доходы, расходы, вычеты, льготы. Обработка подобной программой данных налоговых деклараций позволяет выявить налогоплательщиков, которые не соответствуют установленным нормам.

		декларации, можно получить количественный показатель ее «перспективности» для проверки; 2. Статистический анализ «потенциала проверки» 3. Оценка налогоплательщиков по критериям «перспективной проверки» 4. Использование информации, полученной в ходе проверки других налогоплательщиков и анализ источников информации 5. Случайная выборка налогоплательщиков [4]
--	--	---

Таким образом, к основным методам отбора налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля в зарубежных странах относятся метод случайной выборки и применение более детальных специализированных методов отбора. Кроме того, большим преимуществом методик отбора налогоплательщиков в зарубежных странах является их автоматизация и осуществление налогового контроля специализированными органами (управлениями). Независимо от подчиненности, указанные управления нацелены на постоянный и эффективный контроль над взиманием платежей в бюджет и не связаны с осуществлением неналоговых обязанностей, таких, как планирование и выполнение функций фискальных агентов, отвечающих за доходы государства.

Рассмотрев основные методы отбора налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля, применяемые в Российской Федерации, и беря во внимание опыт зарубежных стран, предлагается разработать более рациональную и эффективную методику отбора налогоплательщиков, позволяющую в наибольшей степени повысить результативность налогового контроля по МРИ ФНС России № 1 по Орловской области.

В основу отбора налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля необходимо внести принцип аналогии. Для устранения недостатков экспертных методов, построенных на принципе аналогии, применяется статистическое моделирование. Это позволяет повысить вероятность выявления нарушений налогового законодательства и, как следствие, максимизировать суммы доначислений в бюджет.

Так как деятельность каждого налогоплательщика многообразна, многообразны и объекты налогообложения. Существует много факторов, влияющих на налоговую базу. В связи с этим найти полное подобие конкретного налогоплательщика по величине начисляемых налогов (или определяемым налоговым базам) за конкретный отчетный период не возможно. Таким образом, приближенный аналог налогоплательщика можно найти только при сравнении достаточно большого количества подобных налогоплательщиков (функционирующих как минимум в подобной экономической среде, имеющих аналогичный профилирующий вид и масштаб деятельности, а также объект налогообложения) в определенный период времени. Это, в свою очередь, предопределяет сбор статистических данных о налогоплательщиках и разделение их статистической совокупности по совокупности наиболее существенных признаков на классы, т.е. кластеризацию [5].

Суть модели отбора налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля «по аналогии» заключается в создании среднего показателя по кластеру, на основе которого и проводится сравнение основных показателей деятельности налогоплательщиков и среднего показателя по классу.

В данной статье сформулированы основные принципы построения классов (кластеров), соблюдение которых обеспечит точность разрабатываемой модели и вероятность достижения положительных результатов при её применении на практике (рис. 3).

В связи с тем, что аналогичную величину налогового обязательства можно рассчитать (смоделировать) для каждого налогоплательщика в кластере, появляется возможность установить критерий отбора налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля по величине отклонения заявленного налогового обязательства от его средней величины по классу.

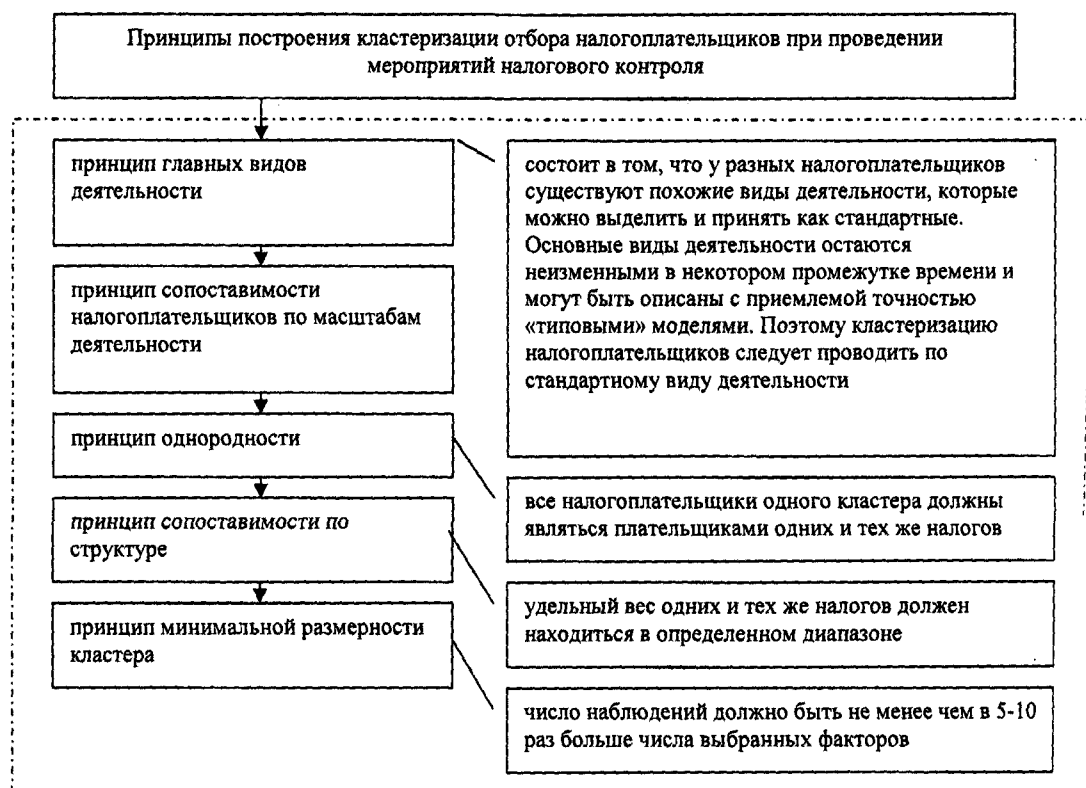


Рисунок 3 – Принципы построения кластеризации отбора налогоплательщиков при проведении мероприятий налогового контроля

Соответствующая предлагаемой модели технология отбора налогоплательщиков для выездных налоговых проверок, основанная на расчете отклонений декларируемых показателей от средней величины, состоит из нескольких этапов (рис. 4).

Для определения и расчета средней величины показателей (определенных налогов и сборов) по каждому налогоплательщику из выборки используется непараметрическое моделирование, то есть те показатели деятельности предприятий, которые в большей мере оказывают влияние как на сам процесс функционирования организации, так и на формирование налогооблагаемых баз по проверяемым налогам и сборам. Так, наиболее часто подвергаются выездной проверке в МРИ ФНС России № 1 по Орловской области налоги на добавленную стоимость и на прибыль. Для проверки данных налогов в первую очередь исследуются:

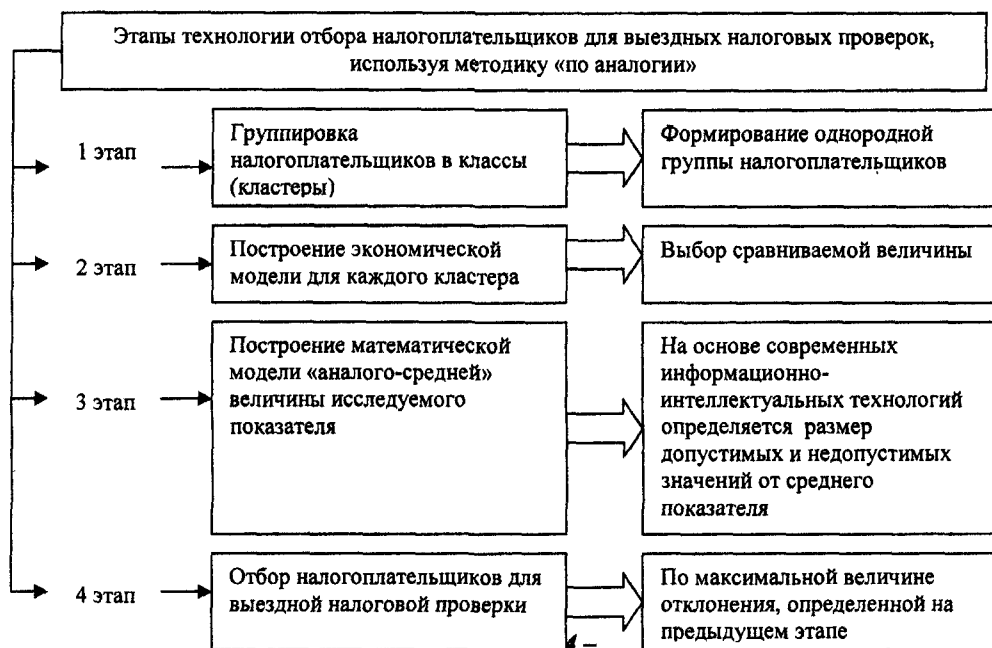
1) Масштабный фактор (М). Масштаб деятельности предприятия определяют следующие показатели: валюта баланса (ВБ); чистые активы (ЧА); выручка от продаж (В); совокупный доход (СД); доходы от реализации (ДР); внереализационные доходы (ВНД).

2) Прибыль (П) характеризуется следующими показателями: прибыль (убыток) от продаж (ПП); прибыль (убыток) до налогообложения (ПДН); чистая прибыль (убыток) (ЧП); налогооблагаемая прибыль (НП).

3) Сумма начисленной амортизации характеризуется показателем остаточной стоимости основных фондов (ОСОФ).

4) Затраты живого труда (Т) работников предприятия могут характеризоваться показателем фонда оплаты труда (ФОТ).

5) Дополнительные факторы (Д). Факторы, влияющие на величину НДС: «НДС авансов» (НДСав.); «Величина дебиторской задолженности покупателей (заказчиков)» (ДЗ); влияющие на величину налога на прибыль – расходы от реализации (Р), внереализационные расходы (ВНР) и т.д. [5].



Этапы технологии отбора налогоплательщиков для выездных налоговых проверок с использованием методики «по аналогии»

Рассмотрим построение математической модели отбора налогоплательщиков при проверке налога на добавленную стоимость и налога на прибыль в МРИ ФНС России № 1 по Орловской области, исходя из наиболее значимых показателей, оказывающих влияние на формирование налогооблагаемой базы. Полученная математическая модель имеет следующий вид:

$$\begin{cases} \text{НДС} (\hat{Y}) = f(\text{СД}; \text{ПП}, \text{ОСОФ}, \text{ФОТ}; \text{ДЗ}) \\ \text{НП} (\hat{Y}) = f(\text{ДР}, \text{ВрД}; \text{ПП}, \text{ФОТ}; \text{Р}, \text{ВнР}) \end{cases},$$

где НДС, НП (\hat{Y}) – величина НДС/налога на прибыль; СД – совокупный доход, ПП – прибыль (убыток) от продаж; ОСОФ – остаточная стоимость основных фондов; ФОТ – фонд оплаты труда; ДЗ – дебиторская задолженность покупателей (заказчиков); ВнД, ВнР – внереализационные доходы / расходы; ДР – доходы от реализации; Р – расходы от реализации.

Ниже приведена модель отбора плательщиков НДС и налога на прибыль на основе полученной математической модели класса плательщиков данных налогов (рис. 5).

Рассмотрим предложенный метод отбора налогоплательщиков НДС и налога на прибыль на примере проверки организаций ЗАО «Колос»:

1. Организация сопоставляется по масштабам деятельности по начисленным налогам по структуре уплачиваемых налогов.

2. Основными факторами, определяющими показатель формирования налогооблагаемой базы по НДС, считается совокупный доход и сумма заявленного вычета в декларациях по НДС, а по налогу на прибыль – величина расходов от реализации и внереализационных расходов.

3. На основе современных информационных технологий и статистических данных задано значение «аналого-средней» величины данных показателей. Так, заявленный вычет в декларациях по НДС не должен превышать 89% от суммы начисленного с налоговой базы налога, а сумма расходов не должна превышать сумму доходов по данным налоговой декларации по налогу на прибыль.

4. Допустим, что ЗАО «Колос» указывает в декларации сумму начисленного с налоговой базы налога 2 205 505 руб., а сумму к вычету – 1 982 899 руб., что больше «аналого-

средней» величины ($1\,962\,899 = 2\,205\,505 * 89\%$). Сумма расходов равна $908\,563$ руб., в то время как сумма доходов – $805\,292$ руб., что также не соответствует заявленному условию «аналого-средней» величины, т.е. сумма расходов превышает сумму доходов.

5. Следовательно, показатели формирования налогооблагаемой базы по НДС, как и показатели по налогу на прибыль, имеют величину, большую, чем «аналого-средняя». Тем самым ЗАО «Колос» подлежит наиболее детальной камеральной проверке и включению в план проведения выездной налоговой проверки.

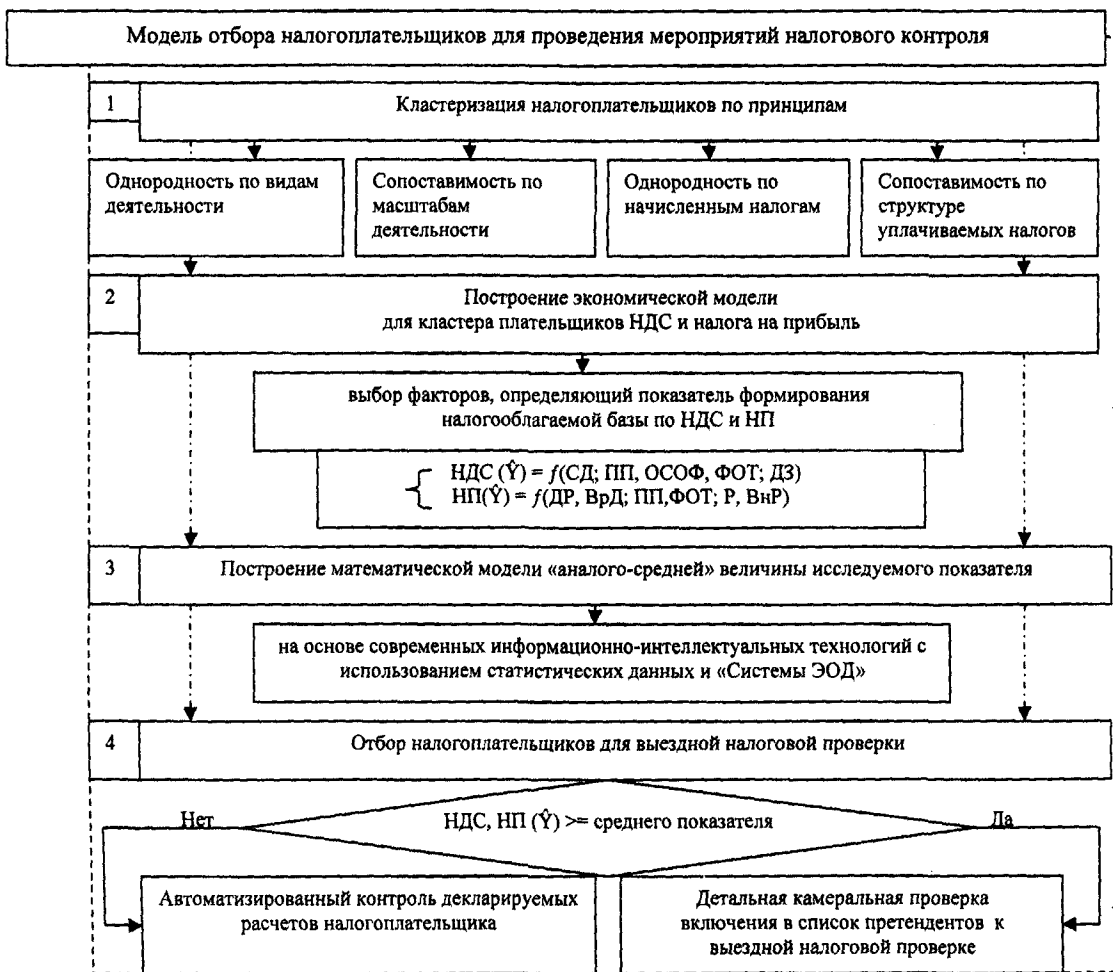


Рисунок 5 – Модель отбора налогоплательщиков НДС и налога на прибыль для проведения мероприятий налогового контроля

Таким образом, в настоящей статье предлагается внедрить данную модель отбора налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля, что позволит формализовать процедуру отбора и уйти от субъективизма в планировании контроля. Кроме того, соответствие технологии отбора новым принципам и инструментариям (математическому обеспечению) налогового контроля на качественно новом уровне позволяет повысить эффективность и результативность налогового контроля и может способствовать повышению творческой энергии сотрудников. По принципу отбора налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля в США для осуществления данной технологии предлагается также выделить в структуре налогового органа специализированное классификационное подразделение, оснащенное соответствующими информационными

программными средствами, главной задачей которого будет являться отбор налогоплательщиков для проведения мероприятий налогового контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс]. – URL: <http://rnk.ru>.
2. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.centerfin.ru/>.
3. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ready-business.by>.
4. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.kodeks.ru>.
5. Шашкова Т.Н. Планирование мероприятий налогового контроля на основе методов статистического моделирования // Налоговая политика и практика. – № 1. – 2009.

Чайковская Нина Владимировна

Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром

Кандидат экономических наук

Соискатель кафедры бухучета ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», г. Орел

N.V. CHAJKOVSKAYA

(Candidate of Economic Science, competitor)

The Murom institute (branch) of the Vladimir state university

TECHNIQUE OF SELECTION OF TAX BEARERS FOR CARRYING OUT OF ACTIONS OF TAX CONTROL

On the basis of domestic and foreign experience in a new model and technology selection of taxpayers for tax control measures based on the method of clustering of modern information technologies.

Keywords: model; technology; clustering; tax control.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://rnk.ru>.
2. [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.centerfin.ru/>.
3. [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.ready-business.by>.
4. [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://docs.kodeks.ru>.
5. Shashkova T.N. Planirovanie meropriyatij nalogovogo kontrolya na osnove metodov statisticheskogo modelirovaniya // Nalogovaya politika i praktika. – № 1. – 2009.

УДК 004. 681.5

В.Е. СОМОВ, В.Л. ПАНТИН, В.К. ВИКТОРОВ, Н.В. ЛИСИЦЫН

ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрены цели построения информационной системы промышленного предприятия, состав системы и показатели эффективности функционирования. На основании определения трудозатрат пользователя системы, необходимых для выполнения производственной операции, выполнена оценка эффекта от автоматизации данной операции. Показана тенденция снижения эффективности системы в зависимости от срока ее эксплуатации. С использованием принципа оптимальности Беллмана предложено решение задачи определения жизненного цикла системы и, соответственно, времени ее замены на более совершенную.

Ключевые слова: информационная система; предприятие; трудозатраты; автоматизация; показатели эффективности; жизненный цикл; алгоритм; принцип максимума Беллмана.

Деятельность любого предприятия, будь то небольшая компания или крупная фирма, не мыслится без системы управления, основанной на IT-технологиях [1-4]. Спектр систем очень широк: от отечественных (1С, Парус) до решений, предлагаемых SAP, Oracle и др. Заказчики и разработчики систем, преследуя цели их внедрения и последующей эксплуатации, заранее не задумываются о том, какой реальный эффект от работы системы может быть получен и каков возможный срок её эффективного функционирования. Получив готовое решение, предприятие осуществляет поддержку системы тем или иным способом: по договору с интегратором (разработчиком) или самостоятельно [4]. Возникает вполне естественный вопрос: как долго это делать? В динамично развивающихся условиях, когда на смену одним IT-решениям приходят другие (сначала обработка данных в формате DBF, затем использование WWW, а сейчас – применение облачных технологий и тонкого клиента), ответ на него получить не так просто. Положение усугубляется еще и тем, что постоянно появляется соблазн использовать в своей системе предлагаемое разработчиком новшество: новый модуль, услугу и т.д. Однако вопрос остается и связан он с жизненным циклом информационной системы [5]. Чтобы постараться найти на него ответ, следует определиться с целями построения системы, ее функциональностью и оценками эффективности [6, 7].

Цели построения информационных систем хорошо известны [8, 9]:

- повышение эффективности управления;
- повышение прозрачности бизнес-процессов;
- обеспечение упорядоченного контроля над финансовыми, бухгалтерскими и производственными процессами;
- оперативное предоставление информации для принятия управленческого решения;
- качественная реализация управленческого решения;
- контроль сроков реализации процессов;
- исключение человеческого фактора.

По функциональному содержанию системы различаются в зависимости от сферы деятельности компании. Для промышленного предприятия они, как правило, призваны решать задачи автоматизации следующих структур [10, 11]:

- основное производство;
- вспомогательное производство;
- капитальное строительство, реконструкция и ремонт;
- бухгалтерия и финансы;

- отгрузка и сбыт товарной продукции;
- материально-техническое снабжение (логистика);
- имущественный комплекс и другие.

Все выше перечисленные подсистемы объединены локальной сетью, общими информационными справочниками и образуют единое информационное пространство.

Хорошо известны принципы, по которым строится информационная система. Это ее системная организация, масштабируемость, быстродействие, безопасность, надежность и так далее [9]. Вместе с тем, существуют специфические особенности, в соответствии с которыми строится и развивается АСУ. Так, например, для АСУ производственного объединения «Киришинефтеоргсинтез» (КИНЕФ) это реализация существующих (а не подстраиваемых под возможности ERP-систем) бизнес-процессов, ввод информации в местах ее зарождения, отсутствие дублирующего ввода информации, оперативность, открытость, конфиденциальность [4, 10]. Благодаря принятым на стадии проектирования этой системы принципам, АСУ КИНЕФ эволюционирует по направлениям своей деятельности как в сторону интеграции различных бизнес-процессов, так и в сторону углубления реализуемых конкретных задач, будь то отгрузка готовой продукции или материально-техническое снабжение и комплектация оборудованием.

Оценки и показатели эффективности системы достаточно разнообразны и включают в себя [15]:

- организационную эффективность, которая определяется тем, как информационная система способствует достижению целей предприятия и адаптации последней к требованиям внешней и внутренней среды, а также к их изменениям;
- социальную эффективность, которая реализуется в виде исполнения ожиданий, потребностей и интересов работников, а также клиентов и партнеров предприятия;
- экономическую эффективность, которая определяется соотношением затрат и результатов в стоимостном выражении. Ключевыми факторами экономической эффективности являются:
 - минимизация упущенного дохода или формирование новых источников дохода;
 - снижение текущих производственных (эксплуатационных) затрат;
 - снижение административно-управленческих затрат;
 - минимизация налоговых и других обязательных выплат;
 - снижение потребности в капитальных затратах;
 - увеличение оборачиваемости текущих активов.

В качестве базового показателя для последующих расчетов оценок эффективности могут рассматриваться трудозатраты пользователя при выполнении различных операций T , чел/час [1], среди которых можно выделить: $T_{нач,i}$ – трудозатраты, необходимые на выполнение i -ой операции ($i=1, \dots, k$) пользователем до внедрения информационной системы (до автоматизации), чел/час и $T_{кон,i}$ – трудозатраты, необходимые на ту же i -ую операцию после автоматизации и, соответственно, суммарные трудозатраты:

$$T_{нач} = \sum_{i=1}^k T_{нач,i} \quad (1)$$

и

$$T_{кон} = \sum_{i=1}^k T_{кон,i} \quad (2)$$

Дополнительные затраты, необходимые на начальном этапе для разработки и внедрения автоматизированной системы, обозначим через $T_{пуск}$, чел/час.

Очевидно, что трудозатраты после автоматизации на выполнение i -ой операции меньше по сравнению с теми, которые имели место до внедрения информационной системы

(рис. 1(а)), поскольку в противном случае теряется смысл ее внедрения. Но если в ходе эксплуатации системы при выполнении той же операции требуется проведение дополнительных процедур, связанных с проверкой полноты данных, их достоверности, взаимное расположение кривых затрат может быть обратным (рис. 1(б)).

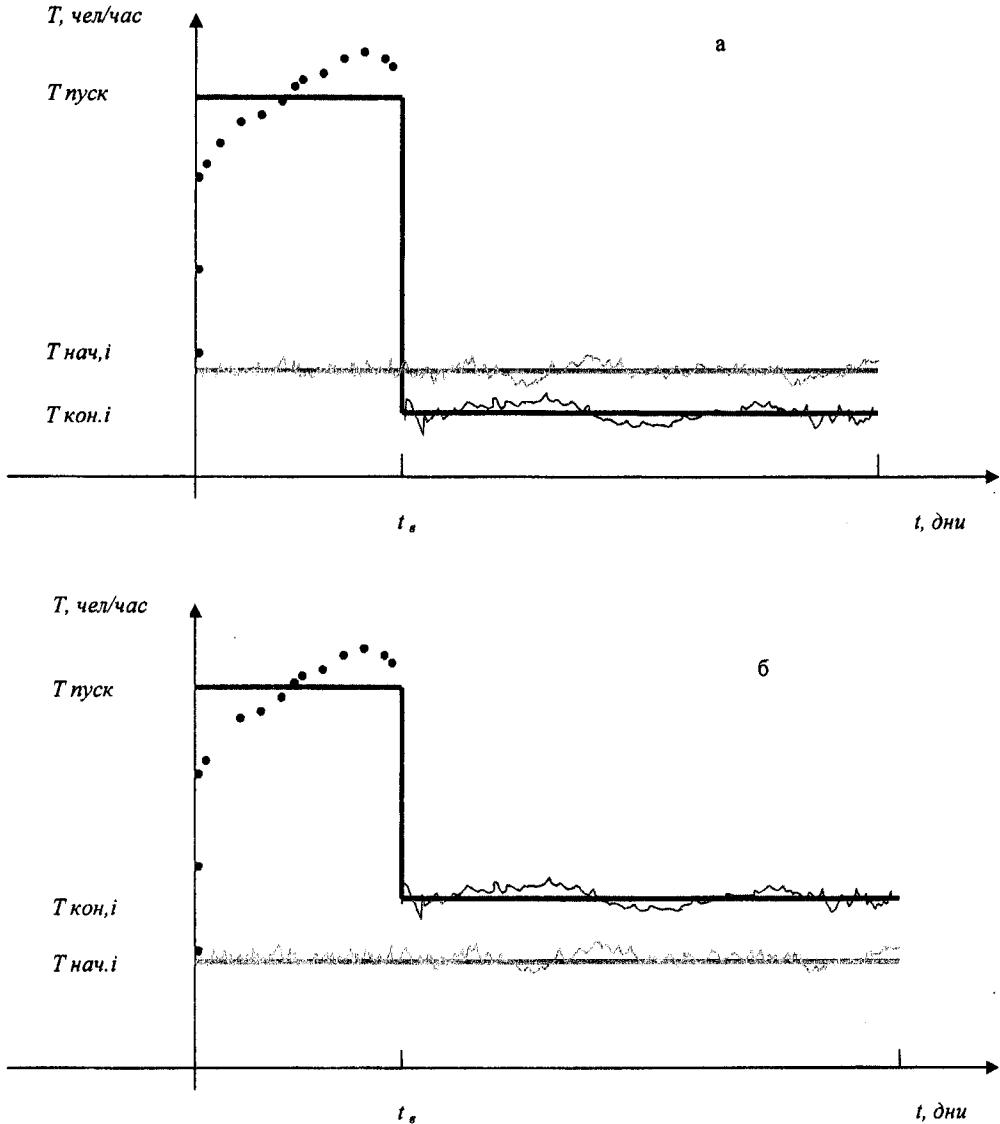


Рисунок 1 – Трудозатраты на i -ую операцию до и после внедрения информационной системы

Общие трудозатраты $T_{нач}^{общ}$ будут равны:

$$T_{нач}^{общ} = \sum_{j=1}^n T^j_{нач} \quad (3)$$

$$T_{кон}^{общ} = \sum_{j=1}^n T^j_{кон} + T_{пуск} \cdot t_c \quad (4)$$

$$T_{\text{кон}}^{\text{общ}} = \sum_{j=1}^n T^j_{\text{кон}} + T_{\text{пуск}} \cdot t_0 \quad (4)$$

Тогда эффективность в первом приближении может быть оценена по очевидной формуле:

$$\mathcal{E} = T_{\text{кон}}^{\text{общ}} - T_{\text{нач}}^{\text{общ}} \quad (5)$$

Опыт эксплуатации информационной системы производственного объединения «Киришинефтеоргсинтез» свидетельствует о том, что на ранних этапах времени ее работы наблюдается рост значения эффективности (рис. 2), со временем показатель эффективности снижается и достигает своего экстремума, когда затраты поддержания работоспособности системы становятся сопоставимыми с эффектом от роста суммарных трудозатрат. Таким образом, появляется необходимость другой оценки – оценки жизненного цикла системы [5, 13] и определения времени ее замены на более совершенную.

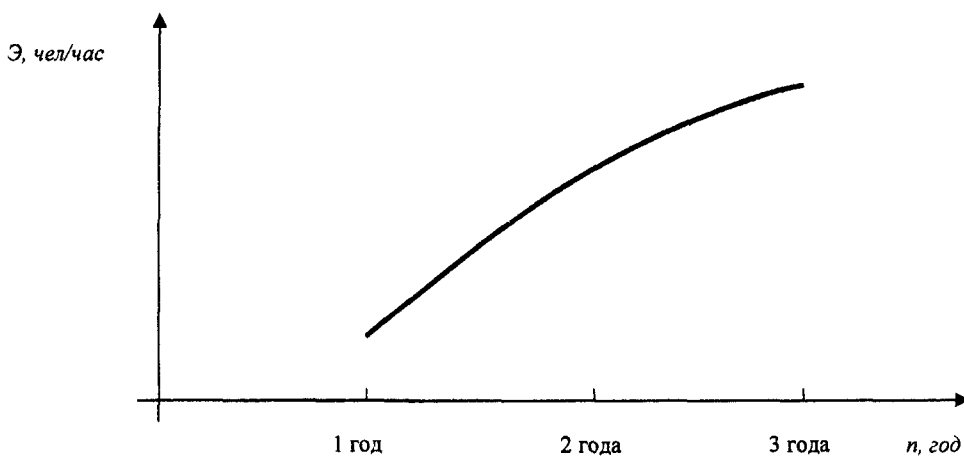


Рисунок 2 – Изменение эффективности информационной системы в зависимости от времени ее эксплуатации

Трудозатраты на операцию, как и эффективность работы системы, естественным образом зависят от ее возраста t и от времени начала ее работы t_0 :

$$T(t_0, t), \mathcal{E}(t_0, t), t_0 = 1, 2, 3, \dots, t_k, t = t_0, \dots, t_k, \quad (6)$$

где t_k – время жизни системы.

Можно качественно оценить влияние t_0 и t на эффективность. Чем больше t_0 , чем новее информационная система, тем она совершеннее и эффективность \mathcal{E} возрастает по t_0 . Чем больше t , чем система старше, тем больше она уступает новым разработкам в области ИТ-технологий, а \mathcal{E} убывает по t . Время внедрения зависит от t_0 : чем оно больше, тем ИС новее, но требует большего t_0 , поэтому $t_0(t_0)$ монотонно возрастающая функция. Снижение эффективности, в свою очередь, будет зависеть от t_0 :

$$\Delta \mathcal{E}(t_0(t_0)) = \Delta \mathcal{E}(t_0). \quad (7)$$

Точный вид вышеприведенных функций может быть получен в результате статистической обработки экспериментальных данных по опыту внедрения и работы информационных систем. Когда эти функции заданы в явной форме, могут быть поставлены задачи оптимального управления системой. Например, задача определения оптимального времени замены работающей системы на новую.

Так как процесс принятия решения о замене является по определению многошаговым марковским процессом, для решения поставленной задачи может быть применен принцип оптимальности Беллмана [14]. Обозначим максимальную эффективность системы $f(t_0, f)$

возраста t за время $t_k - t_0 + 1$, начиная с момента времени t_0 и до t_k . Тогда могут быть составлены следующие рекуррентные функциональные уравнения Беллмана:

$$f(t_0, t) = \max \begin{cases} \mathcal{E}(t_0, t) - \Delta \mathcal{E}(t_0) + f(t_0 + 1, 1) \\ \mathcal{E}(t_0 - t, t) + f(t_0 + 1, t + 1) \end{cases}, \quad (8)$$

где $t_0, t = 1, \dots, t_k$;

$f(t_k + 1, t) = 0$, так как за пределами t_k система перестает работать.

На каждом временном шаге $1, \dots, t_k$ может быть принято два решения:

- 1) внедрить новую систему – верхняя строка в уравнениях (8);
- 2) сохранить старую систему – нижняя строка в уравнениях (8).

В обеих строках первые слагаемые – это эффективность системы на t_0 шаге, а вторые слагаемые – это ее эффективность на последующих $t_k - t_0$ шагах $t_0 + 1, \dots, t_k$.

Алгоритм решения поставленной задачи на основании уравнений (8) может быть построен следующим образом. Вначале при $t_0 = t_k$ рассчитывается $f(t_k, t) = 0$ для $t = 1, \dots, t_k$:

$$f(t_k, t) = \max \begin{cases} \mathcal{E}(t_k, 0) - \Delta \mathcal{E}(t_k) \\ \mathcal{E}(t_k - t, t) \end{cases}, \quad (9)$$

так как $f(t_k + 1, t)$ и $f(t_k + 1, t + 1) = 0$.

Затем рассчитывается $f(t_k - 1, t)$:

$$f(t_k - 1, t) = \max \begin{cases} \mathcal{E}(t_k - 1, 0) - \Delta \mathcal{E}(t_k - 1) + f(t_k, 1) \\ \mathcal{E}(t_k - 1 - t, t) + f(t_k, t + 1) \end{cases}, \quad (10)$$

где $t = 1, \dots, t_k - 1$ и так далее:

$$f(t_k - i, t) = \max \begin{cases} \mathcal{E}(t_k - i, 0) - \Delta \mathcal{E}(t_k - i) + f(t_k - i + 1, 1) \\ \mathcal{E}(t_k - i - t, t) + f(t_k - i + 1, t + 1) \end{cases}, \quad (11)$$

где $i = 2, \dots, t_k - 1, t = 1, \dots, t_k - i$.

При $i = t_k - 1$ получается $f(1, 1)$ – максимальная эффективность от использования старой и новой ИС при оптимальной стратегии замены. При этом определяется и время замены: оно равно тому шагу, на котором выбирается верхняя строка в уравнениях Беллмана [14].

Определение эффективности и времени замены информационной системы (или ее подсистем) является актуальной задачей. Ее решение служит основанием для принятия обоснованного решения по согласованию средств, направляемых на увеличение финансирования управленческой сферы деятельности предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорохова Е.В. Роль автоматизации системы учета в финансовом анализе // Аудит и финансовый анализ, 2007. – № 2. – С. 31-45
2. Логинова А. Опыт разработки и внедрения российской автоматизированной системы управления для крупных предприятий [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mobuikom.ru/cit/ofis/ofis96/144.html>. – Загл. с экрана.
3. Уайт Д.К. Определение истинных экономических преимуществ совершенной информационной системы на крупном НПЗ // Нефтегазовые технологии, 2005. – № 5. – С. 73.
4. Калянов Г.Н., Левочкина Г.А. Выбор ИТ-решений для промышленных предприятий // Автоматизация в промышленности, 2011. – № 10. – С. 3-8.

5. Волик Б.Г. Экономическая эффективность управляющих систем // Проблемы управления, 2007. – № 4. – С. 60.
6. Беляев А.А. Модель управления ресурсами предприятия при дискретном производстве / А.А. Беляев, С.С. Котов, В.Ю. Столбов // Проблемы управления, 2007. – № 6. – С. 50.
7. Бизнес Люкс. Информационная система ОАО «Удмуртнефтепродукт» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.npo-comp.ru/erp/313128.aspx>. – Загл. с экрана.
8. Гоменюк В. Опыт внедрения автоматизированной информационной системы // СтройМеталл, 2008. – № 3(5) (июнь) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.dorvest.ru/upload/Pulkovo_.pdf. – Загл. с экрана.
9. Кремленков Д. Автоматизация бюджетирования: проблемы и решения // Технологии корпоративного управления, 2010 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.iteam.ru/publications/finances/section_12/article_191/. – Загл. с экрана.
10. Комплексная автоматизация НПЗ за 2,5 месяца [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pbaconsult.com/index.php?page=7&mode=event&sub=16>. – Загл. с экрана.
11. Лисицын Н.В. Автоматизированная система управления ООО «КИНЕФ» // Нефтепереработка и нефтехимия, 2006. – № 2. – С. 49-50.
12. Лисин Н.Г. Ключевые вопросы выбора типового решения для создания ERP-системы предприятия // Автоматизация в промышленности, 2011. – № 10. – С. 46-48.
13. Зыков С.В. Управление жизненным циклом корпоративных информационных ресурсов // Проблемы управления, 2006. – № 3. – С. 8.
14. Лисицын Н.В., Викторов В.К. Определение оптимального времени функционирования информационной системы // Проблемы управления, 2006. – № 6. – С. 91.
15. Беляев Д.А. Об оценке эффективности информационных систем управления // Мемуары о будущем, 2010 [Электронный ресурс]. – URL: <http://bda-expert.com/2010/04/is-effekt-1/>. – Загл. с экрана.

Сомов Вадим Евсеевич

ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез»

Доктор экономических наук, профессор, генеральный директор

Пантин Василий Леонидович

ООО «ПО «Киришинефтеоргсинтез»

Заместитель начальника технического отдела управления по строительству новых объектов
Аспирант кафедры ресурсосберегающих технологий, Санкт-Петербургский государственный
технологический институт (технический университет)

Викторов Валерий Кирович

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных систем в
химической технологии

Лисицын Николай Васильевич

Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

Доктор технических наук, профессор, ректор

V.E. SOMOV (*Dr. Sc. Economics*), Professor, general manager Kirishinefteorgsintez)

V.L. PANTIN (*New units Kirishinefteorgsintez technical division of construction department manager assistant, Ph.D student Resource-Saving Technologies department, St. Petersburg State Institute of Technology*)

V.K. VIKTOROV (*Dr. Sc. (Engineering)*, Professor, Chairman of Engineering Information Systems in Chemical Technology department, St. Petersburg State Institute of Technology)

N. V. LISITSYN (*Dr. Sc. (Engineering)*, Professor, rector, St. Petersburg State Institute of Technology)

TASKS IN DESIGN AND USE OF ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS

The purposes of information system design for the industrial enterprise, structure of system and indicators of efficiency are considered. Based on the definition of man-hours needed to perform the manufacturing operation, the effect estimation for this operation is executed. It shows a downward trend in the efficiency of the system depending on its life. Using Bellman equation offers a solution to the task of determining the life cycle of the system and, accordingly, the time of it's modifying on more perfect.

Keywords: information system; enterprise; man-hours; automation; effect estimation; life cycle; algorithm; Bellman equation.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Doroxova E.V. Rol' avtomatizatsii sistemy' uchyota v finansovom analize // Audit i finansovy'j analiz, 2007. – № 3. – S. 31-45.
2. Loginova A. Opy't razrabotki i vnedreniya rossijskoj avtomatizirovannoj sistemy' upravleniya dlya krupny'x predpriyatij [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.mobukom.ru/cit/ofis/ofis96/144.html>. – Zagl. s e'krana.
3. Uajt D.K. Opredelenie istinny'x e'konomicheskix preimushhestv sovershennoj informacionnoj sistemy' na krupnom NPZ // Neftegazovy'e tekhnologii, 2005. – № 5. – S. 73.
4. Kalyanov G.N. Vy'bor IT-reshenij dlya promy'shlenny'x predpriyatij // Avtomatizatsiya v promy'shlennosti, 2011. – № 10. – S. 3-8.
5. Volik B.G. E'konomicheskaya e'ffektivnost' upravlyayushhix sistem // Problemy' upravleniya, 2007. – № 4. – S. 60.
6. Belyaev A.A. Model' upravleniya resursami predpriyatiya pri diskretnom proizvodstve / A.A. Belyaev, S.S. Kotov, V.Yu. Stolbov // Problemy' upravleniya, 2007. – № 6. – S. 50.
7. Biznes Lyuks. Informacionnaya sistema OAO «Udmurnefteprodukt» [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.npo-comp.ru/erp/313128.aspx>. – Zagl. s e'krana.
8. Gomenyuk V. Opy't vnedreniya avtomatizirovannoj informacionnoj sistemy' // StrojMetall, 2008. – № 3(5) (iyun') [E'lektronny'j resurs]. – URL: http://www.dorvest.ru/upload/Pulkovo_.pdf. – Zagl. s e'krana.
9. Kremlenkov D. Avtomatizatsiya byudzhetrovaniya: problemy' i resheniya // Tekhnologii korporativnogo upravleniya, 2010 [E'lektronny'j resurs]. – URL: http://www.iteam.ru/publications/finances/section_12/article_191/. – Zagl. s e'krana.
10. Kompleksnaya avtomatizatsiya NPZ za 2,5 mesyaca [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.pbaconsult.com/index.php?page=7&mode=event&sub=16>. – Zagl. s e'krana.
11. Lisicy'n N.V. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya OOO «KINEF» // Neftepererabotka i neftekhimiya, 2006. – № 3. – S. 8.
12. Lisin N.G. Klyuchevy'e voprosy' vy'bora tipovogo resheniya dlya sozdaniya ERP-sistemy' predpriyatiya // Avtomatizatsiya v promy'shlennosti, 2011. – № 10. – S. 46-48.
13. Zy'kov S.V. Upravlenie zhiznenny'm ciklom korporativny'x informacionny'x resursov // Problemy' upravleniya, 2006. – № 3. – S. 8.
14. Lisicy'n N.V., Viktorov V.K. Opredelenie optimal'nogo vremeni funkcionirovaniya informacionnoj sistemy' // Problemy' upravleniya, 2006. – № 6. – S. 91.
15. Belyaev D.A. Ob ocenke e'ffektivnosti informacionny'x sistem upravleniya // memuary' o budushhem, 2010 [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://bda-expert.com/2010/04/is-effekt-1/>. – Zagl. s e'krana.

УДК 004.681.5.665.6

В.Г. ХАРАЗОВ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ И ОБЕССОЛИВАНИЯ НЕФТИ НА УСТАНОВКАХ ЭЛОУ

Рассмотрены вопросы автоматизации процесса переработки нефти на электродегидраторах с целью снижения содержания воды и солей в нефти. В системе используется контроллер Simatic S7-300.

Ключевые слова: нефть; электродегидратор; автоматизация; контроллер; ЭЛОУ; качество нефти.

Нефть, поступающая с промыслов, в зависимости от группы содержит хлористые соли (в интервале 100-900 мг/дм³), включая до 10 мг/дм³ хлоридов во фракции, выкипающей до 204⁰С, пластовые воды (до 1% масс) механические примеси (до 0,05 % масс). Данные параметры регламентируются ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия». При этом нефть и вода образуют трудноразделимые эмульсии (в основном эмульсия воды в нефти). Для дальнейшей переработки нефти требуется снизить содержание солей до 0,1% масс и менее и содержание воды до 3...5 мг/л.

Требования к ограничению содержания солей и воды в нефти обусловлены увеличением межремонтного пробега атмосферных и атмосферно-вакуумных установок, уменьшением коррозии оборудования и аппаратуры, а также улучшением качества котельных топлив, коксов и битумов. Кроме того, повышенное содержание воды и солей приводит к повышенному расходу топлива и катализаторов на установках переработки нефтяных фракций.

Большая часть воды в нефти находится в виде эмульсий. На поверхности капель воды адсорбируются смолистые вещества, асфальтены, водорастворимые органические кислоты, высокодисперсные частицы твердых парафинов. Для разрушения поверхностной адсорбционной пленки и для улучшения условий коагуляции в нефть добавляют деэмульгаторы. Для ускорения данный процесс обычно проводят при повышенных температурах – 100-120⁰С. Наиболее стойкие мелкодисперсные нефтяные эмульсии разрушаются под действием электрического поля. Таким образом, процессу электрообезвоживания способствуют как деэмульгаторы, так и повышенная температура. Для снижения испарения нефти процесс электрообессоливания проводят при повышенном давлении.

Процесс глубокого обезвоживания и обессоливания осуществляется на электрообессоливающих установках (ЭЛОУ), которые входят в состав ЭЛОУ-АТ (атмосферно-трубчатой установки) или ЭЛОУ-АВТ (атмосферно-вакуумной трубчатой установки перегонки нефти) [1, 2].

На практике часто применяют двухступенчатые схемы электрообессоливания с использованием переменного электрического тока с напряжением 22-44 кВ. При этом на I ступени в электродегидраторах удаляется 75-80% масс воды и 95-98% масс солей, а на II ступени удаляется 60-65% масс оставшейся эмульсионной воды и 89-93% масс оставшихся солей.

Процесс обессоливания нефти связан с промывкой ее свежей водой, при этом для снижения расхода воды используют в качестве свежей воды обратную (рециркулирующую) воду, конденсат, очищенную воду технологических процессов и дренажную воду. Процессы обезвоживания нефти осуществляются в электродегидраторах I и II ступеней. Для разрушения эмульсии (деэмульгации) в сырую нефть вводят деэмульгатор в объеме 20...25 г/т, а для снижения кислотности воды до значений, близких к нейтральной среде, после теплообменников вводят щелочь.

Электродегидратор представляет собой горизонтальный аппарат для обезвоживания и обессоливания нефти в электрическом поле высокого напряжения (20...44 кВ). Расстояние между двумя горизонтальными электродами, расположенными в средней части по всей длине аппарата, составляет 200...400 мм. Обезвоженная нефть выводится через верхний коллектор, а выделившаяся из нефти вода – через низ аппарата. Нефть в электродегидраторе движется вверх, проходя через слой воды со скоростью 5...7 м/ч и далее через зону слабого электрического поля, расположенную между уровнем воды и нижним электродом. Затем нефть поступает в зону сильного электрического поля между двумя электродами, в которой наблюдается процесс интенсивного обезвоживания, а затем через верхний коллектор отводится в электродегидратор II степени.

Устройство горизонтального электродегидратора представлено на рисунке 1. Перед электродегидратором II степени нефть смешивается с подогретой до 60...70⁰С водой, а с выхода электродегидратора после дополнительного подогрева поступает в ректификационную колонну атмосферного блока АТ или АВТ.

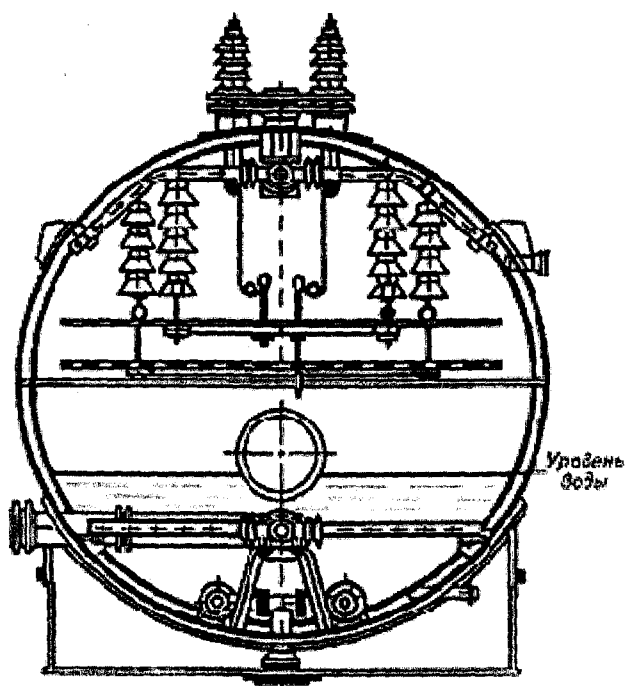


Рисунок 1 – Устройство горизонтального электродегидратора

Схема автоматизации двухступенчатой установки ЭЛОУ приведена на рисунке 2. Автоматизация процесса обезвоживания и обессоливания нефти на установках ЭЛОУ-АТ и ЭЛОУ-АВТ предполагает определение показателей эффективности процесса, цели и критериев управления процессом. Ограничения переменных состояния (температуры, давления, уровня и др.) обусловлены требованиями пожаровзрывобезопасности процессов, а также требованиями к показателям качества целевого продукта. К ограничениям относят также содержание примесей в сырье и целевом продукте.

Под эффективностью технологического процесса понимают технологическую и экономическую эффективность. Технологическая эффективность подразумевает зависимость между затраченными ресурсами и полученной продукцией и оценивается критериями минимальных (min) затрат на единицу продукции и максимальной (max) полученной продукции при минимуме затраченных ресурсов на ее производство.

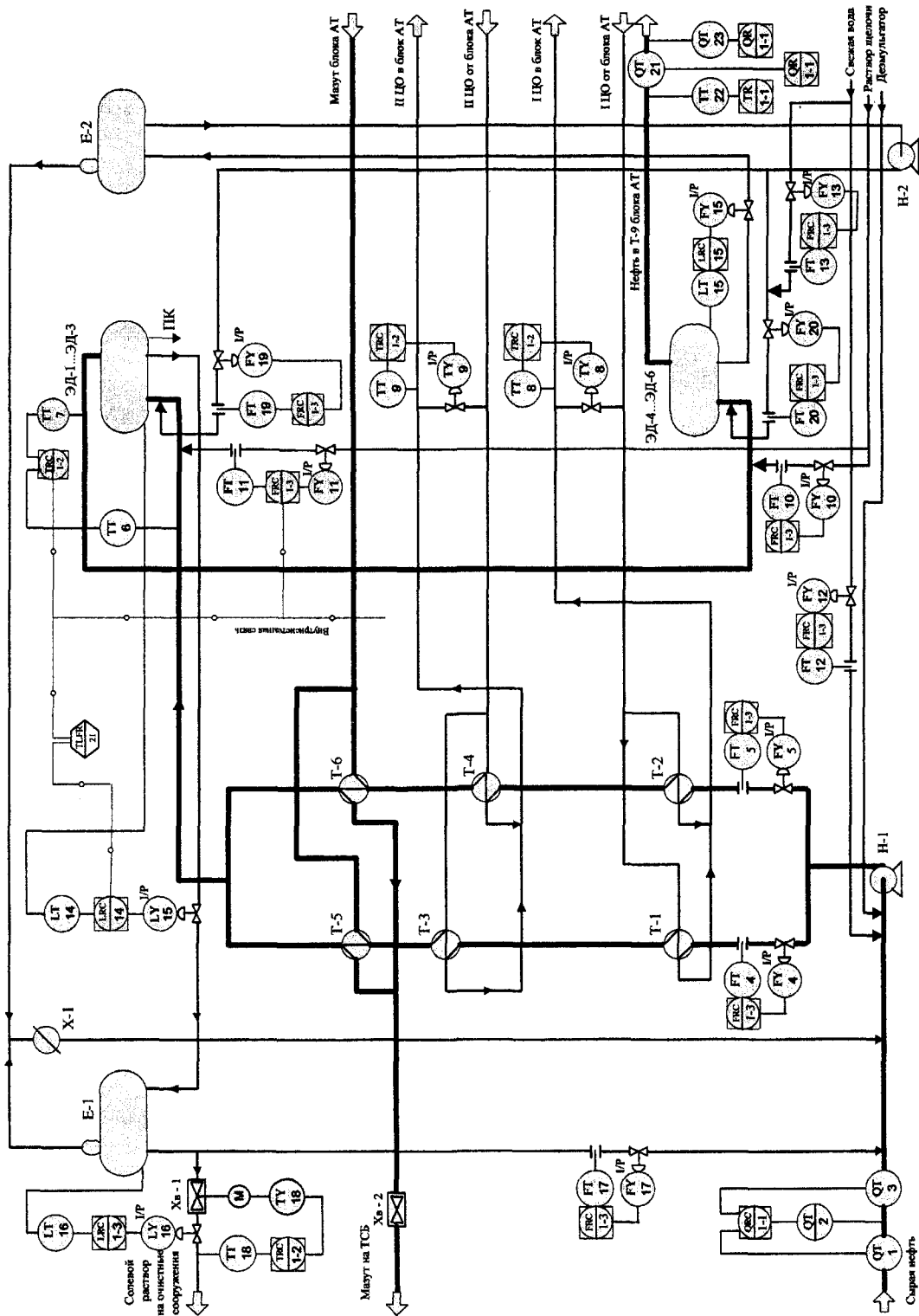


Рисунок 2 – Схема автоматизации двухступенчатой установки ЭЛОУ

Экономическая эффективность процесса означает стоимостную зависимость между расходами на производство и доходами от реализации продукции. Критерием экономической эффективности является \max прибыли на единицу затрат на производство. Интегральным критерием экономической эффективности может служить себестоимость продукции, учитывающая затраты на единицу продукции.

Для большинства процессов показатель эффективности может быть представлен, как состав целевого продукта (например, дистиллята или кубового остатка при ректификации) или содержание выходного компонента (например, выход ацетилен в процессе пиролиза или концентрация извлекаемого компонента в процессе абсорбции), полученные при минимизации затрат на единицу продукции.

Целью управления процессом при этом является поддержание заданного состава или выходного компонента на определенном значении. Например, поддержание заданного состава целевого продукта в процессе ректификации или поддержание выхода ацетилен на заданном значении в процессе пиролиза. Для многих процессов целью управления является стабилизация основных регулируемых параметров – температуры, давления, уровня, расхода, концентрации, рН раствора и т.д.

Критерии оптимизации процесса имеют минимаксные значения и определяются технологическими или экономическими требованиями. К технологическим критериям управления относят \min СКО или дисперсии регулируемых параметров, \max быстродействия переходных процессов и др. Экономические критерии оптимизации предполагают \min себестоимости, \min приведенных затрат на единицу продукции, \min содержания примесей, \max прибыли от реализации продукции и др.

Показателем эффективности процесса обезвоживания и обессоливания нефти на установках ЭЛОУ является степень обезвоживания и обессоливания сырой нефти. Целью управления является поддержание заданного минимального значения содержания воды и соли в нефти. Критерием управления служит минимум среднего квадратичного отклонения (СКО) содержания воды и соли в нефти.

Сырая нефть смешивается с циркулирующим солевым раствором и свежей водой и с добавлением деэмульгатора, насосом Н-1 подается двумя параллельными потоками через систему теплообменников Т-1-Т-6, в которых нагревается до температуры 100-120⁰С за счет тепла нефтепродуктов блока АТ. Далее сырая нефть поступает к инжекторному смесителю, где смешивается с раствором щелочи и солевым раствором со II ступени обессоливания. Затем смесь подается в коллектор нижней части горизонтальных электродегидраторов I ступени ЭД-1+ЭД-3, работающих параллельно.

Количество электродегидраторов определяется общим солесодержанием перерабатываемой нефти, производительностью установки и выбранным типоразмером электродегидраторов. Для определения качества сырой нефти на вводе в установку производится контроль качества нефти по содержанию в ней воды и солей и определению плотности (контуры 1-3).

Распределение на два потока обеспечивается двумя контурами регулирования расхода с коррекцией по уровню в отбензинивающей колонне К-1 (контуры 4,5) блока АТ. Также осуществляется контроль температуры нефти после теплообменников на входе и выходе из электродегидраторов ЭД-1... ЭД-3 (контуры 6 и 7).

Для нагрева сырой нефти в теплообменниках Т-1...Т-4 используется циркуляционное орошение (ЦО) от блока АТ, которое, проходя через теплообменники, возвращается в колонну АТ. Регулирование температуры на выходе из теплообменников осуществляется изменением расхода клапанами на линиях байпаса (контуры 8 и 9) . Частично обессоленная и обезвоженная нефть из электродегидраторов I ступени объединяется в общий коллектор и поступает в электродегидраторы II ступени ЭД-4...ЭД-6, работающие параллельно.

Для подавления хлористоводородной коррозии подается 1-2 % раствор щелочи в коллекторы перед электродегидраторами ЭД-1...ЭД-3 и ЭД-4...ЭД-6. Расход раствора щелочи, подаваемой на входы электродегидраторов, стабилизируется (контуры 10 и 11).

На прием насосов подачи нефти Н-1 и в смесительные клапаны перед электродегидраторами ЭД-4...ЭД-6 подается свежая вода, расход которой стабилизируется (контуры 12, 13).

Нефть в электродегидраторы поступает снизу через маточники, создающие равномерный поток нефти снизу вверх в электрическом поле переменного тока и высокого напряжения по всему сечению аппарата. Обезвоженная и обессоленная нефть выводится из электродегидраторов ЭД-4...ЭД-6 и направляется в блок АТ.

Солевой раствор с низа электродегидраторов автоматически сбрасывается: из ЭД-1...ЭД-3 в емкость-отстойник Е-1, из ЭД-4...ЭД-6 в емкость-отстойник Е-2. Уровень раздела фаз в электродегидраторах ЭД1...ЭД3 и ЭД4...ЭД6 поддерживается изменением расхода выводимого из электродегидраторов солевого раствора (контуры 14 и 15).

Солевой раствор из емкости-отстойника Е-1 охлаждается в воздушном холодильнике Хв-1 и направляется на очистные сооружения завода. Уровень в емкости Е-1 поддерживается изменением расхода солевого раствора, поступающего на очистные сооружения (контур 16). Часть солевого раствора из емкости-отстойника Е-1 возвращается в сырую нефть. Расход солевого раствора поддерживается в одном состоянии (контур 17). Расход солевого раствора, выводимого из отстойника Е-1 в очистные сооружения, контролируется (контур 24).

Температура солевого раствора на выходе из холодильника Хв-1 регулируется изменением частоты вращения электродвигателя вентиляторов воздушных холодильников с помощью преобразователя частоты (контур 18).

Солевой раствор из емкости-отстойника Е-2 насосами Н-2 подается на промывку нефти на входе в каждый электродегидратор I и II ступени. Расход солевого раствора, подаваемого в каждый электродегидратор, стабилизируется (контуры 19 и 20). Вместе с соевым раствором в емкости-отстойники может частично попадать эмульсия нефти. По мере накопления отстоявшаяся нефть выводится из емкостей-отстойников через холодильник Х-1 на прием сырьевых насосов Н-1.

Для определения эффективности работы блока обессоливания производится контроль обессоленной и обезвоженной нефти по содержанию воды и солей на выходе с блока ЭЛОУ (контуры 21 и 23) с учетом температуры нефти, выводимой из электродегидратора (контур 22).

Рассмотрим средства автоматизации двухступенчатой установки ЭЛОУ (рис. 2) с использованием приборов и регуляторов компаний Emerson, Siemens и других, используемых на нефтеперерабатывающих заводах.

На полевом уровне используются следующие средства автоматизации:

- преобразователи расхода 3051 SFC и камерные стандартные диафрагмы ДКС 10-200 компании Emerson;
- преобразователи избыточного давления 3051S с мембранным разделителем 1199 компании Emerson;
- измерители уровня раздела фаз KSR компании KSR KUEBLER или ID 201 компании AGAR Corp.; термопары ТХКУ 205 Exia НПП компании «Элемер»;
- анализатор плотности проточного типа MicroMotion 7835 компании Emerson; анализатор содержания соли типа 44561 компании SocTrade Process Engineering;
- поточный анализатор содержания воды типа ВТН-1;
- пневматические регулирующие клапаны easy-e в комплекте с электропневматическим позиционером серии DVC6000 компании Emerson;
- станция распределенного ввода-вывода и управления Simatic ET 200M или Simatic ET 200S компании Siemens.

На контроллере уровне использован модульный программируемый логический контроллер Simatic S7-300.

На диспетчерском уровне применены промышленные ПК 19" стоечного исполнения Simatic Rack PC (интерфейсы Ethernet, Profibus DP, PROFINET) с LCD-монитором серии SCD и SCADA-система Simatic WinCC V7.0.

При автоматизации двухступенчатого блока ЭЛОУ выбраны преобразователи с выходным сигналом 4...20 мА и исполнительные устройства (регулирующие клапаны с позиционером) с входным сигналом 4...20 мА. Сигналы от первичных преобразователей и на исполнительные устройства обрабатываются станцией распределенного ввода-вывода Simatic ET 200M, связанной по локальной сети PROFINET с модульным ПЛК Simatic S7-300.

Станция ET-200M включает до 8/12 сигнальных, функциональных и коммуникационных модулей ПЛК S7-300. Интерфейсный модуль IM 153-4 PN IO предназначен для подключения станции ET-200M к сети PROFINET и имеет встроенный двухканальный коммутатор Industrial Ethernet PB и два гнезда RJ45 для расширения топологии сети.

Сеть распределенного ввода-вывода PROFINET IO, разработанная на основе сетей Profibus и Ethernet, представляет собой промышленный вариант сети Ethernet 100 Base TX. Физический канал – экранированная витая пара 5-й категории.

Для ввода-вывода сигналов от 23 контуров схемы автоматизации двухступенчатого блока ЭЛОУ используются в станции ET-200M два сигнальных модуля аналогового ввода SM 331 (8 AI, 16 бит, 4...20 мА), два сигнальных модуля аналогового вывода SM 332 (8 AO, 12 бит, 4...20 мА), один сигнальный модуль ввода сигналов от термопреобразователей SM 331 (8 AI TC), интерфейсный модуль IM 153-4. Также станция ET-200M комплектуется блоком питания, который устанавливается на первое слева посадочное место. Справа от блока питания устанавливается интерфейсный модуль, за ним – сигнальные модули. Порядок размещения сигнальных модулей контроллера S7-300 может быть произвольным.

Измерение расхода осуществляется методом измерения перепада давления на сужающем устройстве (диафрагме) с помощью преобразователя расхода 3051SFC.

Выходной сигнал преобразователя в диапазоне 4...20 мА поступает на вход модуля SM 331 станции распределенного ввода-вывода Simatic ET 200M, связанной по локальной сети PROFINET с модульным ПЛК Simatic S7-300. При отклонении расхода от заданного значения выходной сигнал ПИД-регуляторов от ПЛК Simatic S7-300 поступает через восьми канальный модуль аналогового вывода SM 332 на вход позиционера DVC6000 (4...20 мА/HART), регулирующего клапан easy-e компании Emerson (контур 4, 5, 10- 3, 17, 19-20).

Для поддержания уровня в электродегидрататорах предусмотрены контуры регулирования уровня. Уровень воды в электродегидрататоре измеряется гидростатическим методом с помощью преобразователя избыточного давления типа 3051S и мембранного разделителя 1199 компании Emerson. Выходной сигнал преобразователя в диапазоне 4...20 мА поступает на вход модуля SM 331 станции распределенного ввода – вывода Simatic ET 200M. Поддержание уровня осуществляется изменением расхода солевого раствора, поступающего от электродегидрататоров в емкости E1 и E2 с помощью регулирующего клапана easy-e с позиционером DVC6000 (контур 14, 15). Поддержание уровня в емкости E-1 осуществляется изменением солевого раствора, поступающего на очистное сооружение (контур 16).

Контроль температуры нефти после теплообменников T1...T6 на входе и выходе электродегидрататоров ЭД1...ЭД3 осуществляется с помощью термодатчиков типа ТХКУ-205 Exia с выходным сигналом 4...20 мА НПП «Элемер» (контур 6 и 7). Данные термопреобразователи используются в контурах 8 и 9 поддержания температуры теплоносителя от I и II ЦО блока АТ. В качестве исполнительных механизмов также применены пневматические регулирующие клапаны easy-e с позиционером DVC6000. Для поддержания температуры солевого раствора после воздушного холодильника Хв-1, поступающего на очистные сооружения, в контуре 18 используется преобразователь частоты, изменяющий скорость вращения электродвигателя вентилятора.

Качество сырой нефти оценивается по контролю содержания в ней солей и воды, а также измерением плотности нефти. Для контроля плотности нефти использованы поточные плотномеры типа MicroMotion 7835 компании Emerson или поточный плотномер FD900 компании Thermo Scientific (контур 3). Для контроля содержания воды в нефти могут использоваться поточный влагомер товарной нефти ВТН-1 или анализатор воды в нефти типа

OW 302 компании AGAR Corp. Ltd. с выходным сигналом 4...20 мА (контуры 1 и 21). Контроль содержания солей в пробе нефти (контуры 2 и 22) может определяться солемерами САН-Л, АУМ 101, Herzog SC960 фирмы «Walter Herzog GmbH» или солемером 44561 группы компаний PASC.

Распределение сырой нефти по потокам через теплообменники Т1 и Т2 осуществляется регулированием расхода с коррекцией по уровню в стабилизационной колонне блока АТ К-1. Регулирование температуры нагрева нефти в теплообменниках Т1...Т3 производится регулирующим контуром, клапан которого установлен на охлаждающем потоке на байпасе теплообменников.

Распределение по потокам нагретой до 120⁰С нефти после теплообменника Т-3 перед электродегидраторами ЭД-1, ЭД-2 осуществляется регулятором перепада давления по потокам. В качестве датчиков перепада давления применены датчики 3051 Emerson в комплекте с мембранным разделителем. В качестве исполнительных механизмов применены пневматические регулирующие клапаны Emerson в комплекте с электропневматическим позиционером серии DVC6000 (4-20 мА, HART).

Регулирование подачи промывной воды из емкости Е5 осуществляется с помощью контуров регулирования расхода.

Солевой раствор из электродегидратора выводится с регулированием уровня в электродегидраторах ЭД-1 и ЭД-2. Температура солевого потока на выходе из воздушного холодильника регулируется изменением частоты вращения электродвигателя вентилятора.

Большое число контуров регулирования в схемах автоматизации процессов представляют собой каскадные схемы регулирования, в которых вспомогательным параметром, оказывающим наибольшее воздействие на основной выходной параметр (температуру, уровень, концентрацию и др.), является расход жидкости или газа, регулируемый с помощью пневматического регулирующего клапана. Выбор каскадных схем регулирования обусловлен тем, что в основном контуре при использовании пневматических регулирующих клапанов наблюдается запаздывание ввиду удаленности клапанов от места отбора основного параметра (при применении пневмотрасс) и невысокой скорости перемещения клапана. Вспомогательным параметром, расположенным в непосредственной близости от регулирующего клапана и являющегося возмущением ввиду изменения давления или влагосодержания жидкости или газа, является расход. Таким образом, каскадная система содержит два связанных регулятора, один из которых (корректирующий) регулирует основной выходной параметр (например, температуру, уровень и др.) и выдает корректирующее воздействие на другой регулятор (стабилизирующий), который поддерживает значение расхода жидкости или газа на заданном значении при возникновении возмущений, например, при изменении давления и других неконтролируемых параметров.

В качестве приборов, регуляторов и систем распределенного ввода-вывода могут быть использованы и другие приборы и системы, обзор которых приведен в работе [3]. Там же приведены сведения о большинстве зарубежных и отечественных ПЛК и распределенных системах управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти. – СПб.: Химиздат, 2009. – 365 с.
2. Ахметов С.А. Физико-химическая технология глубокой переработки нефти и газа: учебное пособие // М-во общ. и проф. образования Рос. Федерации. Уфим. гос. нефт. техн. ун-т. – Уфа: Изд-во УГНТ. – Ч. 1. – 1997. – 279 с.
3. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами. – СПб.: Профессия, 2009. – 592 с.

Харазов Виктор Григорьевич

Санкт-Петербургский технологический институт, г. Санкт-Петербург

Доктор технических наук, профессор, кафедра автоматизации процессов химической промышленности

V.G. KHARAZOV (*Doctor of Engineering Sciences, Professor, department of automation of processes of the chemical industry*)

Saint-Petersburg State Institute of Technology (Technical University)

THE AUTOMATION OF OIL DELIQUEFACTION AND DESALINIZATION PROCESSES ON CDU PLANTS

The questions of the oil refining process automation at electrical dehydrators for the water and salts contents reduction are considered. In the system the PLC Simatic S7-300 is used.

Keywords: *oil; electrical dehydrators; automation; controller; crude desalter unit; quality of oil.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Bannov P.G. *Processy' pererabotki nefi.* – SPb.: Ximizdat, 2009. – 365 s.
2. Axmetov S.A. *Fiziko-ximicheskaya texnologiya glubokoj pererabotki nefi i gaza: uchebnoe posobie // M-vo obshh. i prof. obrazovaniya Ros. Federacii. Ufim. gos. nef. texn. un-t.* – Ufa: Izd-vo UGNT. – Ch. 1. – 1997. – 279 s.
3. Xazarov V.G. *Integrirovanny'e sistemy' upravleniya texnologicheskimi processami.* – SPb.: Professiya, 2009. – 592 s.

УДК: 622.323.05

В.С. ХИЛОВ

ИНФОРМАЦИОННЫЙ КАНАЛ ИДЕНТИФИКАЦИИ МОМЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИВОДНОЙ СИСТЕМЫ

Произведен сопоставительный анализ информационного канала с использованием идентификатора Люенбергера и астатического наблюдателя. Установлено, что на основе астатического наблюдателя возможно определить не только внешнее возмущение, но и идентифицировать вектор состояния системы.

Ключевые слова: информационный канал; идентификатор Люенбергера; астатический наблюдатель.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В ряде производственных механизмов для поддержания нормального протекания технологического процесса необходимо знать постоянно изменяющееся значение момента сопротивления на рабочем органе [1, 2]. Оценка этого значения по информационному каналу тока якоря (привод постоянного тока с двигателем независимого возбуждения) или по моментобразующей составляющей тока статора асинхронного двигателя (привод переменного тока с ориентацией переменных по вектору потокосцепления ротора) приводит к появлению погрешности из-за неучета активных потерь в приводной системе, которые нелинейно зависят от величины тока. Для точного учета значения момента сопротивления на рабочем органе исполнительного механизма оценим возможность его идентификации по информационным каналам, тока и напряжения приводного двигателя, воспользовавшись методами идентификации при наличии на входах системы неизмеряемых возмущений.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

При синтезе информационного канала идентификации момента сопротивления на рабочем механизме по параметрам приводной системы за исходную принимаем систему переменного тока. Система дифференциальных уравнений, описывающих динамику асинхронного двигателя в системе координат, связанных с вектором потокосцепления ротора, имеет вид [3]:

$$\left. \begin{aligned} d\psi_r / dt &= -R_r \psi_r / L_r + k_r R_r I_{s1}; \\ dI_{s1} / dt &= -(R_s + k_s^2 R_r) / L'_s I_{s1} + k_r R_r / (L'_s L_r) \psi_r + \omega_{\psi r} I_{s2} + 1 / L'_s U_{s1}; \\ dI_{s2} / dt &= -(R_s + k_s^2 R_r) / L'_s I_{s2} - \omega_{\psi r} I_{s1} - k_r / L'_s p_n \psi_r \omega + 1 / L'_s U_{s2}; \\ d\omega / dt &= (k_m \psi_r I_{s2} - M_c) / J, \end{aligned} \right\}$$

где ψ_r , L_r , R_r – потокосцепление, индуктивность и резистивное сопротивление ротора, I_{s1} , I_{s2} – реактивная и активная составляющие тока статора двигателя, R_s , L'_s – резистивное сопротивление и индуктивность статора, ω_1 , $\omega_{\psi r}$, p_n – угловые частоты вращения ротора, потокосцепления ротора и число пар полюсов обмотки статора, U_{s1} , U_{s2} – реактивная и активная составляющие напряжения статора, M_m – взаимная индукция между статором и ротором (индуктивность контура намагничивания), причем $k_r = M_m / L_r$; $k_s = M_m / L_s$; $\sigma = 1 - k_s k_r$; $L'_s = \sigma L_s$; $k_m = 3 p_n k_r / 2$, σ – коэффициент рассеяния, J – момент инерции ротора, M_c – момент сопротивления на валу двигателя.

Координатная система ориентирована по направлению вектора потокосцепления ротора, благодаря чему имеется возможность отдельного регулирования потокосцепления ротора и активной составляющей тока статора. Это позволяет синтезировать информационный канал с нормированными динамическими показателями, идентифицирующий по одному

каналу потокосцепление и реактивный ток статора, а по другому каналу – частоту вращения ротора и активную составляющую статорного тока.

Ниже приведены уравнения, описывающие динамические процессы в информационном канале активной (мометообразующей) составляющей тока статора двигателя:

$$\left. \begin{aligned} dI_{s2} / dt &= -(R_s + k_r^2 R_r) / L'_s I_{s2} - \omega_{\psi r} I_{s1} - k_r / L'_s p_n \psi_r \omega + 1 / L'_s U_{s2}; \\ d\omega / dt &= 3 p_n k_r / (2J) \psi_r I_{s2} - 1 / J M_c. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Полагаем, что потокосцепление ротора поддерживается на постоянном уровне по каналу управления реактивной (потокообразующей) составляющей тока статора двигателя. Компенсация перекрестной связи и электродвижущей силы частоты вращения осуществляется путем введения дополнительных связей обнуляющих возмущающие действия от указанных воздействий. Компенсация перекрестной связи проводится путем развязки каналов управления. Прямая компенсация использует сигналы, пропорциональные произведению мгновенной частоты вращения вектора потокосцепления ротора $\omega_{\psi r}$ и реактивной составляющей тока статора двигателя, а также произведению частоты вращения ротора и текущего значения потокосцепления ротора.

После указанных упрощений, формируя вектор состояния в виде матрицы

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I_{s2} \\ \omega \end{pmatrix}$$

и обозначая $k_m = 3 p_n k_r / 2$, рассматриваемый объект удобно представить системой линейных дифференциальных уравнений, записанных в матричной форме:

$$\left. \begin{aligned} \dot{X} &= AX + BU + W, \\ Y &= CX, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где

$$A = \begin{pmatrix} -(R_s + k_r^2 R_r) / L'_s & -k_r p_n \psi_r / L'_s \\ k_m \psi_r / J & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 / L'_s \\ 0 \end{pmatrix}, \quad W = \begin{pmatrix} 0 \\ -M_c / J \end{pmatrix}, \quad C = (1 \quad 0).$$

МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследуем задачу идентификации момента сопротивления на рабочем органе (M_c), используя известные методы идентификации внешних воздействий, недоступных для непосредственного измерения по информационным каналам тока, напряжения на статоре двигателя. Рассматриваемые методы применяют так называемого наблюдателя, то есть его работающую математическую модель параллельно с объектом. При этом основное внимание уделяется вопросу устойчивости системы, которая обеспечивается надлежащим выбором ее собственных чисел (мод) на комплексной плоскости.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ КАНАЛ С ИДЕНТИФИКАТОРОМ ЛЮЕНБЕРГЕРА [4]

Наблюдающее устройство конструируется в виде математической модели, которая описывается системой

$$\dot{\hat{X}} = A\hat{X} + BU + L(Y - C\hat{X}), \quad (3)$$

где A, B, C, Y, U – те же, что и в системе уравнений (2), $L = (l_1 \quad l)^\top, C \cdot \hat{X}$; $C\hat{X}$ – оценочные значения выходного сигнала Y . Таким образом, в (3) разность выходов объекта и модели $Y - C\hat{X}$ введена в каждое уравнение и вместе с матрицей L корректируют наблюдателя. Если определить ошибку оценивания, как $\tilde{X} = \hat{X} - X$, то вычитая (2) из (3), получим

$$\dot{\tilde{X}} = (A - LC)\tilde{X} - W. \quad (4)$$

В случае отсутствия возмущающего воздействия ($W = 0$), можно выбрать элементы корректирующей матрицы L таким образом, чтобы система $\dot{X} = (A - LC)X$ была асимптотически устойчивой, чтобы выполнялось условие $\lim_{t \rightarrow \infty} X(t) = 0$.

Известно [5], что если объект

$$\begin{aligned} \dot{X} &= AX + BU, \\ Y &= CX \end{aligned} \quad (5)$$

полностью наблюдаем, то можно выбрать характеристический полином матрицы $A - LC$ с произвольным желаемым набором корней. Условие полной наблюдаемости состоит в том, что ранг матрицы наблюдения $Q_n = \left(C^T : A^T C^T : (A^T)^2 C^T : \dots : (A^T)^{n-1} C^T \right)$ должен совпадать с порядком системы n .

В нашем случае $Q_n = \left(C^T : A^T C^T \right) = \begin{pmatrix} 0 & -k_r p_n \psi_r / L'_s \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$.

Ранг матрицы Q_n равен 2, что совпадает с порядком системы – условие полной наблюдаемости выполнено.

Следовательно, выбирая должным образом матрицу L , можно восстановить вектор состояния X объекта. Это справедливо и тогда, когда $W \neq 0$. Однако в таком случае это внешнее воздействие должно быть подаваемо не только на объект, но и на наблюдателя.

Если последнее условие не может быть выполнено, существует возможность оценить внешнее возмущение, пользуясь моделью (3).

Рассмотрим этот вопрос подробнее, записав уравнение (4) поэлементно:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = (a_{11} - l_1)x_1 + a_{12}x_2, \\ \dot{x}_2 = (a_{21} - l_2)x_1 - w. \end{cases} \quad (6)$$

Здесь для удобства элементы матрицы A обозначены a_{ij} ($i, j = 1, 2$), $w = -M_c/J$.

В дальнейшем предполагаем, что $w = const$ хотя бы во время переходного процесса. Характеристический многочлен системы (6) имеет вид

$$P(\lambda) = \lambda^2 + (l_1 - a_{11})\lambda + a_{12}(l_2 - a_{21}), \quad (7)$$

а характеристический полином объекта (2)

$$P_0(\lambda) = \lambda^2 - a_{11}\lambda - a_{12}a_{21}. \quad (8)$$

Корни последнего уравнения определяются равенствами:

$$\lambda_{1,2}^0 = \frac{a_{11}}{2} \pm \sqrt{\frac{a_{11}^2}{4} + a_{12}a_{21}} \quad \text{или} \quad \lambda_{1,2}^0 = -\frac{R_s + k_r R_r}{2L'_s} \pm \sqrt{\left(\frac{R_s + k_r^2 R_r}{2L'_s} \right)^2 - \frac{3}{2} \frac{k_r^2 p_n^2 \psi_r^2}{JL'_s}}. \quad (9)$$

Для обеспечения достаточной скорости сходимости процесса идентификации канала информации будем выбирать элементы матрицы L так, чтобы нули многочлена (7) лежали левее корней $P_0(\lambda)$. При этом воспользуемся стандартными формами: 1) биномиального распределения корней и 2) распределения Баттерворта.

В первом случае имеем: $\lambda^2 + (l_1 - a_{11})\lambda + a_{12}(l_2 - a_{21}) = (\lambda + \beta)^2$, откуда $l_1 = a_{11} + 2\beta$, $l_2 = a_{21} + \beta^2/a_{12}$ или $l_1 = -(R_s + k_r^2 R_r)/L'_s + 2\beta$, $l_2 = k_m \psi_r / J - \beta^2 L'_s / (k_r p_n \psi_r)$; здесь β имеет численное значение, превосходящее в 2-3 раза модуль вещественной части корней (9), то есть $\beta = (2...3) \cdot |\operatorname{Re} \lambda_{1,2}^0| = (2...3) \cdot (R_s + k_r^2 R_r)$.

Решая систему уравнений (6) с нулевыми начальными условиями, для указанного расположения корней получим:

$$\tilde{x}(t)_1 = -\frac{a_{12} w}{\beta^2} + \frac{a_{12} w}{\beta^2} e^{-\beta t} + \frac{a_{12} w}{\beta} t e^{-\beta t} \text{ или } \tilde{x}_1(t) = -\frac{k_r p_n \psi_r}{J L'_s} M_c \cdot \left[\frac{1}{\beta^2} - \frac{t}{\beta} e^{-\beta t} - \frac{1}{\beta^2} e^{-\beta t} \right]. \quad (10)$$

Из соотношения (10) очевидно, что

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \tilde{x}_1(t) = M_c / K_1, \quad K_1 = -J L'_s \beta^2 / (k_r p_n \psi_r). \quad (11)$$

Таким образом, установившееся значение ошибки оценивания величины x_1 (I_{s2}) позволяет определить момент сопротивления M_c по выбранному каналу информации.

Если корни многочлена $P(\lambda)$ выбирать, пользуясь распределением Баттерворта

$$\lambda^2 + (l_1 - a_{11})\lambda + a_{12}(l_2 - a_{21}) = \lambda^2 + \sqrt{2} \beta \lambda + \beta^2,$$

получим

$$l_1 = a_{11} + \sqrt{2} \beta; \quad l_2 = a_{21} + \beta^2 / a_{12} \text{ или} \\ l_1 = -(R_s + k_r R_r) / L'_s + \sqrt{2} \beta; \quad l_2 = k_m \psi_r / J - L'_s \beta^2 / (k_r p_n \psi_r).$$

В этом случае решение $\tilde{x}_1(t)$ для системы (6) примет вид:

$$\tilde{x}_1(t) = M_c / K_1 \cdot \left[1 - \sqrt{2} e^{-\frac{\beta t}{\sqrt{2}}} \sin(\beta t / \sqrt{2} + \pi / 4) \right]. \quad (12)$$

В пределе при $t \rightarrow \infty$ приходим к прежнему результату (11).

ИНФОРМАЦИОННЫЙ КАНАЛ С АСТАТИЧЕСКИМ НАБЛЮДАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ [6]

Из проведенных исследований следует, что наблюдатель Люенбергера позволяет идентифицировать неподдающиеся непосредственному измерению возмущение, однако при этом теряется возможность идентифицировать вектор состояния системы.

Чтобы избежать указанного недостатка, воспользуемся астатическим наблюдателем [6]. Он отличается от наблюдателя Люенбергера наличием в математической модели интегрального слагаемого, учитывающего накопление ошибки $\tilde{x}_1(t)$, вызванной приложенным к объекту внешним возмущением.

Для системы (2) такой наблюдатель описывается уравнениями:

$$\left. \begin{aligned} \dot{\hat{x}}_1(t) &= a_{11} \hat{x}_1 + a_{12} \hat{x}_2 + l_1 (x_1 - \hat{x}_1) + u, \\ \dot{\hat{x}}_2(t) &= a_{21} \hat{x}_1 + l_2 (x_1 - \hat{x}_1) + k \int_0^t (x_1 - \hat{x}_1) d\tau, \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

где $u = U_{s1} / L'_s$, а k – неизвестный пока коэффициент, зависящий от положения корней характеристического многочлена системы уравнений, полученной для ошибки оценивания $\tilde{X} = \hat{X} - X$:

$$\left. \begin{aligned} \dot{\tilde{x}}_1 &= (a_{11} - l_1) \tilde{x}_1 + a_{12} \tilde{x}_2, \\ \dot{\tilde{x}}_2 &= (a_{21} - l_2) \tilde{x}_1 - k \int_0^t \tilde{x}_1(\tau) d\tau - w \end{aligned} \right\}. \quad (14)$$

Систему интегро-дифференциальных уравнений (14) удобно решать операционным методом, используя преобразования Лапласа (при нулевых начальных условиях).

Характеристический полином определен следующим образом:

$$P(\lambda) = \lambda^3 + (l_1 - a_{11})\lambda^2 + a_{12}(l_2 - a_{21})\lambda + k a_{12}. \quad (15)$$

Выбор корней, приводящий $P(\lambda)$ к биному $(\lambda + \beta)^3$, дает уравнения

$$l_1 = a_{11} + 3\beta; \quad l_2 = a_{21} + 3\beta^2 / a_{12}; \quad k = \beta^3 / a_{12},$$

а после подстановки коэффициентов объекта идентификации

$$l_1 = -(R_s + k_r^2 R_r) / L'_s + 3\beta; \quad l_2 = k_m \psi_r / J - 3L'_s \beta^2 / (k_r p_n \psi_r); \quad k = -L'_s \beta^3 / (k_r p_n \psi_r).$$

В этом случае мы имеем

$$\dot{x}_1(t) = -M_c t^2 e^{-\beta t} K_2, \quad K_2 = -2JL'_s / (k_r p_n \psi_r). \quad (16)$$

Если воспользоваться стандартной формой Баттерворта

$$\lambda^3 + (l_1 - a_{11})\lambda^2 + a_{12}(l_2 - a_{21})\lambda + ka_{12} = \lambda^3 + 2\beta\lambda^2 + 2\beta^2\lambda + \beta^3,$$

то получим $l_1 = a_{11} + 2\beta$; $l_2 = a_{21} + 2\beta^2/a_{12}$; $k = \beta^3/a_{12}$ или

$$l_1 = -(R_s + k_r^2 R_r) + 2\beta; \quad l_2 = k_m \psi_r / J - 2L'_s \beta^2 / (k_r p_n \psi_r); \quad k = -L'_s \beta^3 / (k_r p_n \psi_r)$$

Решение $\dot{x}_1(t)$ системы (14) приобретает вид

$$\dot{x}_1(t) = M_c / K_1 \cdot [e^{-\beta t} - 2/\sqrt{3}e^{-\beta t/2} \sin(\sqrt{3}/2\beta t + \pi/3)]. \quad (17)$$

В (16) и (17) $\lim_{t \rightarrow \infty} \dot{x}_1(t) = 0$. То же условие выполняется и для $\dot{x}_2(t)$, что очевидно из первого уравнения системы (14). Таким образом, наблюдатель позволяет идентифицировать вектор состояния объекта. Наряду с этим из второго уравнения системы (14) получаем, переходя к пределу при $t \rightarrow \infty$: $w = -k \int_0^{\infty} \dot{x}_1(\tau) d\tau$ или $M_c = k J \int_0^{\infty} \dot{x}_1(\tau) d\tau$.

Этот результат подтверждается и непосредственным интегрированием (16) или (17) по бесконечному промежутку (по промежутку времени, определяющему переходный процесс).

ВЫВОД

Таким образом, информационный канал с астатическим наблюдающим устройством позволяет не только определить внешнее возмущение, приложенное к объекту, но и идентифицировать вектор состояния системы.

В дальнейшем будут проведены исследования, связанные с построением системы управления на основе асимптотического наблюдающего устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хиллов В.С., Бешта А.С. Синтез системы управления мощностью привода вращения станка шарошечного бурения // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – Вип. 2/2003 (19). – Т. 2. – С. 52-55.
2. Принципи побудови системи керування електроприводом обертання ставу верстата шарошечного буріння / Г.Г. Півняк, О.С. Бешта, В.С. Хілов // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск «Проблеми автоматизованого електроприводу. Теорія і практика». – Харків: НТУ «ХПІ», 2003. – № 10. – Т. 1. – С. 141-143.
3. Рудаков В.В., Столяров И.М., Дартау В.А. Асинхронные электроприводы с векторным управлением. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 136 с.
4. Толочко О.І. Аналіз та синтез електромеханічних систем зі спорстерегачем стану. – Донецьк: Норд-прес, 2004. – 298 с.
5. Андреев Ю.Н. Управление конечномерными линейными объектами. – М.: Наука, 1976. – 424 с.
6. Кузовков Н.Т. Модальное управление и наблюдающие устройства. – М.: Машиностроение, 1976. – 184 с.

Виктор Сергеевич Хилов

Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет»,

Украина, Днепропетровск

Доктор технических наук

V.S. KHILOV (*Doctor of Engineering Sciences*)

*The state higher educational institution «National mountain university»,
Ukraine, Dnepropetrovsk*

THE DRIVE SYSTEM LOAD TORQUE IDENTIFICATION INFORMATION CHANNEL

There is performed contrastive analysis of information channel with using of Liuenberger's identifier and astatic observer. Established that on basis of the astatic observer there is possible to determine not only exterior indignation but also to identify the system state vector.

Keywords: information channel; Liuenberger's identifier; astatic observer.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Xilov V.S., Beshta A.S. Sintez sistemy' upravleniya moshhnost'yu privoda vrashheniya stanka sharoshechnogo bureniya // Visnik Kremenchucz'kogo derzhavnogo politexnichnogo universitetu. – Vy'p. 2/2003(19). – T. 2. – S. 52-55.
2. Principy' pobudovy' sy'stemy' keruvannya e'lektroprivodom obertannya stavu verstata sharoshechnogo burinnya / G.G. Pivnyak, O.S. Beshta, V.S. Xilov // Visnik Nacionak'nogo texnichnogo universitetu «Xarkivs'kij politexnichny'j institut». Zbirk naukovy'x prac'. Tematy'chny'j vy'pusk «Problemy' avtomaty'zovannogo e'lektroprivodu. Teoriya i prakty'ka». – Xarkiv: NTU «XPI», 2003. – № 10. – T. 1. – S. 141-143.
3. Rudakov V.V., Stolyarov I.M., Dartau V.A. Asinxronny'e e'lektroprivody' s vektorny'm upravleniem. – L.: E'nergoatomizdat, 1987. – 136 s.
4. Tolochko O.I. Analiz ta sy'ntez e'lektromexanichny'x sy'stem zi sporsteregachem stanu. – Donecz'k: Nord-press, 2004. – 298 s.
5. Andreev Yu.N. Upravlenie konechnomerny'mi linejny'mi ob'ektami. – M.: Nauka, 1976. – 424 s.
6. Kuzovkov N.T. Modal'noe upravlenie i nablyudayushhie ustrojstva. – M.: Mashinostroenie, 1976. – 184 s.

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

УДК 65.011.56

С.И. АФОНИН, В.Т. ЕРЕМЕНКО

**СОЗДАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ
АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ
АСУ ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

В статье изложены основные результаты исследования теоретических основ автоматизации построения и эксплуатации технологической составляющей АСУ территориально распределенных предприятий.

Ключевые слова: автоматизация построения и эксплуатации технологической составляющей АСУ; территориально распределенные предприятия; теоретические основы автоматизации; распределенная АСУ; процессы информационного обмена.

ВВЕДЕНИЕ

Современное производство представляет собой сложный организационно-технологический комплекс, который включает в себя одновременную обработку многих сотен партий изделий, проходящих по различным сложным, имеющим циклический характер, технологическим маршрутам с участием большого числа специализированных единиц оборудования, расположенных на различных производственных участках.

Для эффективной работы производства нужно обеспечить управление транспортом и обработку партий изделий, что включает в себя учет технологически необходимых времен обработки и возможных временных задержек, учет приоритетов изготовления, мониторинг качества и сбор статистики, учет реставраций, связанных с исправлением возможных несоответствий, учет возможных сбоев в работе технологического оборудования.

Это приводит к тому, что в модернизации АСУП нуждается значительная часть систем управления промышленными производствами и корпорациями, а также автоматизированные системы управления сложными техническими и технологическими установками и агрегатами, летательными аппаратами, химическими и металлургическими комплексами, системы управления гибкими автоматизированными производствами.

Традиционные системы АСУ предоставляют возможность работы только в офисе (из одной сети) или через различные инструменты удаленного доступа, что является неудобным препятствием, например, для менеджеров по продажам, находящихся на встречах с потенциальными и существующими клиентами. Это неудобно и для управленцев, которые не могут оперативно получить интересующие их аналитические данные вне офиса.

Построение многоуровневых распределенных АСУ позволяет эффективно решать проблемы обмена информацией с взаимосвязанными АС, сбора, обработки и анализа информации, проблемы выработки и передачи управляющих воздействий, реализации и контроля выполнения управляющих воздействий, анализа рыночных ситуаций.

Для того, чтобы предприятие было готово к глобальной конкуренции, необходимо эффективное взаимодействие между производственными процессами и процессами цепочки поставок, а также процессами предприятия в целом.

Для решения этой задачи за рубежом разработана концепция Объединенного Производства (Collaborative Manufacturing, CM) и активно разрабатываются системы управления объединённым производством (Collaborative MES или c-MES) для учета потребностей заказчиков во всех звеньях цепи поставок [1].

Исторически MES-системы возникли из-за потребности оптимизации сложных производственных процессов, таких, как производство микроэлектронных интегральных схем,

полупроводниковое производство, производственные процессы в фармацевтической, текстильной промышленности, в производстве продуктов питания.

Перспективы развития MES-систем связаны с общими тенденциями развития вычислительных сетей. Программные продукты MES-систем пишутся на объектно-ориентированных языках. Имеется определенная тенденция к использованию MES-систем в географически распределенных предприятиях.

С помощью MES-систем решается проблема развития аутсорсинга – передачи производства так называемым «контрактным производителям», например, в Индии, Китае и странах Восточной Европы.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

При построении распределенных АСУ территориально распределенных предприятий (ТРП) возникает целый ряд факторов, осложняющих этот процесс:

1) Динамичность состава и среды АСУ предприятия. В процессе жизнедеятельности предприятия происходят различного рода преобразования (организационного, технологического и технического характера), затрагивающие систему или объекты управления. Информационное обеспечение таких систем осуществляется путем создания электронных баз и банков данных, построенных с учетом организационной, функциональной и информационной структур объекта. Для их реализации используются средства и системы распределенной обработки информации, построенные на основе локальных автоматизированных рабочих мест, соединенных высокопроизводительными корпоративными вычислительными сетями (КВС).

2) В современных условиях функционирования организаций значительно повышаются требования к оперативности доставки информации потребителю и к скорости обработки информации. Это приводит к необходимости создания многоуровневых распределенных АСУ. С этой целью была выделена технологическая составляющая АСУ представляющая собой развивающуюся, сложную, гетерогенную, интегрированную, динамическую систему с переменной структурой, в основе которой лежит интеграция АСУП и АСУ ТП; она частично включает все виды обеспечения, характеризующие сбор, обработку и анализ информации территориально распределенных предприятий (рис. 1).

3) Различие масштабов старения средств автоматизации управления и промышленного оборудования. Технические средства АСУ ТРП устаревают в среднем через 6-12 месяцев после выхода на рынок. В результате происходит «наслоение» средств информационного обмена АС, относящихся к разным поколениям вычислительной техники, программного обеспечения, средств промышленной автоматизации (рис. 2).

Кроме того, появление новых средств визуализации, повышение скорости обработки информации, необходимость разграничения доступа и защиты информации приводит к динамичному изменению процессов взаимодействия компонентов ТС АСУ ТРП.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Подсистемы ТС АСУ ТРП представляют собой объект активных теоретических исследований. Исследователи, используя новый технологический уровень, вернулись к созданию моделей комплексной автоматизации процессов, производств и производственных структур, позволяющих управлять децентрализованными эволюционирующими структурами с ограниченным взаимодействием, способными поддерживать по мере потребностей механизм налаживания новых межуровневых информационных связей или углублять их взаимодействие.

Серьезная проблема здесь состоит в создании системы протоколов информационного обмена и исследования процессов функционирования в среде ТС АСУ ТРП. Если решение задач бухгалтерских, маркетинговых и прочих офисных приложений успешно решается при помощи локальных компьютерных сетей, то при внесении в эту сеть задач АСУ ТП и взаимодействия компонентов территориально распределенных предприятий она предьявляет

новые требования к ее функционированию: возможность работы в режиме реального времени, максимальный приоритет при работе с объектом управления, надежность протоколов связи с объектами и самотестирование системы на предмет утери связи с контролируемым процессом.



Рисунок 1 – Взаимосвязь подсистем АСУ с технологической составляющей

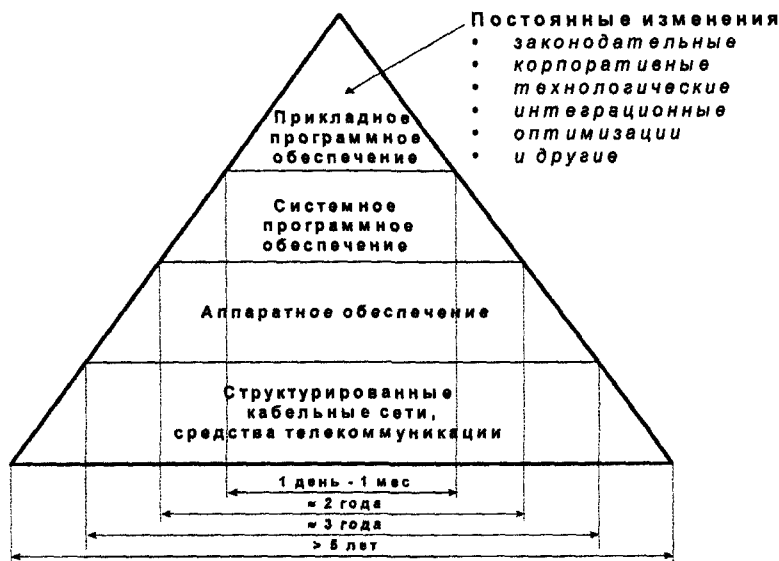


Рисунок 2 – Срок жизни основных компонентов технологической составляющей АСУ ТРП

Указанные обстоятельства вызывают необходимость исследования путей совершенствования взаимосвязанной системы протоколов информационного обмена (ПИО), способных выполнять относительно независимые функции. Их представление в виде совокупности формализованных синтаксических и семантических правил определяет работу средств информационного обмена в процессе обработки данных, позволяет описать статические и динамические свойства взаимодействия протокольных объектов (функциональных модулей одного уровня) и может служить основой документирования. Выбор протоколов информационного обмена позволяет определить сигналы, форматы данных, способы проверки ошибок, а также алгоритмы для интерфейсов, включая принципы подготовки сообщений, передачи и анализа на различных уровнях детализации, обеспечить защиту от угроз, вносимых средой обработки данных ТС АСУ ТРП. В этом смысле

рассмотрение протоколов с точки зрения соглашений между двумя протокольными объектами о формате и содержании служебной информации управления позволяет осуществлять наблюдение за состоянием области обработки, а также определить последовательность управляющих сигналов и процедуры обмена данными в среде ТС АСУ ТПП.

Анализ известных подходов к реализации приемов и способов информационного обмена в ТС АСУ ТПП показывает, что при его организации появляется ряд противоречий:

- действующие принципы и методы информационного обмена ориентированы на традиционные возможности доставки сообщений, возможности воздействия на них через транспортную среду учитываются не в полном объеме;
- динамическое изменение технологий обработки в среде ТС АСУ ТПП не находит своего отражения в модернизации средств информационного обмена;
- существующие подходы к процессам информационного обмена игнорируют системный эффект проектирования, поэтому на практике логическая корректность и надежность реализаций протоколов информационного обмена на системном уровне не достигается, в них обнаруживаются дефекты разной степени тяжести.

Указанные противоречия выступают как результат основного противоречия между традиционными принципами и методами разработки процессов информационного обмена и изменившимся содержанием этих процессов в среде ТС АСУ ТПП. Это вызывает необходимость разработки теоретических основ построения и эксплуатации ТС АСУ ТПП (рис. 3) и исследования путей решения проблемы обеспечения спектра предоставляемых услуг для решения задач сбора, обработки и анализа данных в среде ТС АСУ ТПП в условиях возрастания ее масштаботности и разнородности, количества и качества информационных ресурсов, динамических изменений структуры и информационных потоков, а также вероятности возможных несанкционированных воздействий на нее.

В процессе исследований были учтены современные положения теории построения и мировые тенденции развития автоматизированных систем управления, опыт разработки и применения международных стандартов [1].

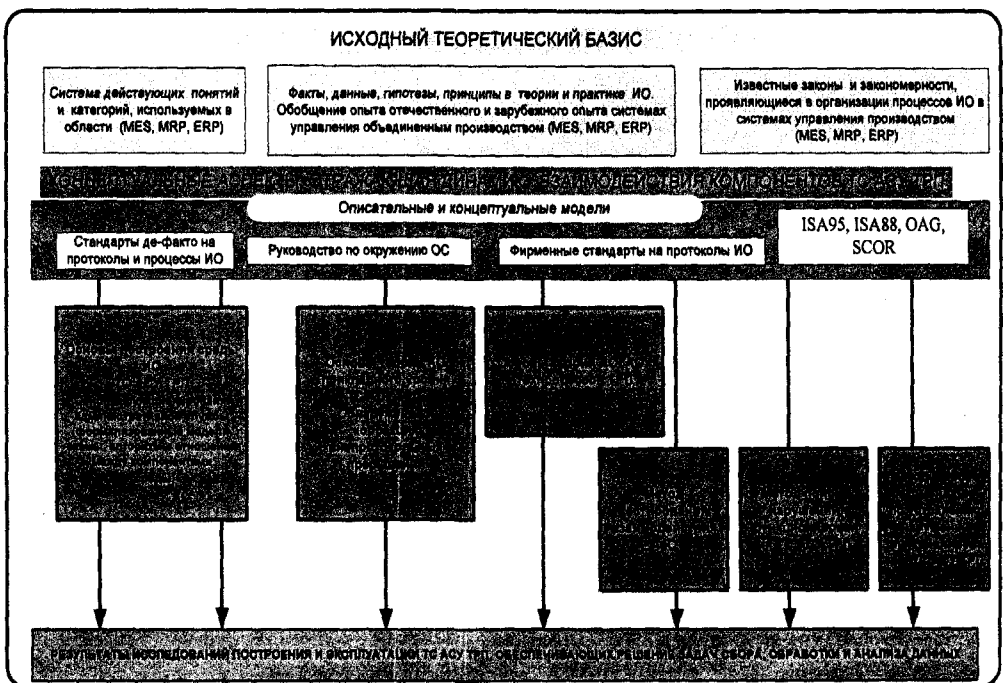


Рисунок 3 – Методологический базис теории автоматизации построения и эксплуатации технологической составляющей АСУ ТПП

Обоснована структура и содержание теоретических основ построения и эксплуатации ТС АСУ ТРП, заключающихся в исследовании и разработке следующих компонентов [2]:

- понятийного аппарата;
- совокупности способов и приемов построения: среды и процессов информационного обмена, прикладного уровня ТС АСУ ТРП, среды техпроцессов;
- совокупности методов, обеспечивающих тестирование, поиск нарушений и выбор рекомендаций по их устранению в процессе эксплуатации ТС АСУ ТРП.

Учитывая обширность предметной области, исследования проводились при следующих ограничениях:

- архитектурное построение ТС АСУ ТРП и динамика процессов рассматривалась в объеме условий и факторов, образующихся на пересечении процессов: управления географически распределенных предприятий, обеспечения надежности информационного обмена и административного управления [3-5];

- исследуются процессы разработки и использования протоколов информационного обмена и возможные деструктивные информационные воздействия на них. В качестве реализаций информационного обмена ТС АСУ ТРП рассматриваются протоколы и программно-аппаратные средства межсетевое взаимодействия [6];

- процессы аттестационного тестирования (АТ) реализаций профилей протоколов информационного обмена исследуются в согласованном единстве, с общими задачами и целями распределенных управляющих систем. Влияние других составных частей в работе учитывается лишь в части, касающейся воздействия на состав, структуру и порядок функционирования элементов и компонентов;

- внешняя среда рассматривается с точки зрения ее воздействия на процессы обмена информацией [7].

Введение указанных ограничений по объекту исследований позволяет при решении проблемы сосредоточить основные усилия на поиске объективных закономерностей процессов информационного обмена на различных уровнях иерархии ТС АСУ ТРП и на разрешении основных системных противоречий, проявляющихся при ее построении и эксплуатации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе исследования разработаны теоретические основы построения и эксплуатации технологической составляющей АСУ ТРП:

1) Теоретические основы построения среды информационного обмена ТС АСУ ТРП, включающие имитационную модель, методику обнаружения и предотвращения несанкционированных прерываний, построенную на основе алгоритмов анализа и изменения свойств маркированного потокового графа с использованием математической модели и комплекса вероятностного моделирования среды в КВС. Модель использует ориентированные маркированные графы и позволяет описывать логические пути недетерминированных процессов информационного обмена с произвольно структурированными данными, формализуя их взаимодействие при асинхронной посылке сообщений.

2) Теоретические основы процессов информационного обмена прикладного уровня ТС АСУ ТРП, включающие имитационную модель, методику их восстановления на основе разработанных математической модели, алгоритмах обнаружения и коррекции прерываний, отличающейся регламентацией этих процессов на основе фиксации логического времени пути и позволяющей восстановить их, используя информацию о приоритетах, реализованную в среде имитационного моделирования GPSS. Математическая модель базируется на недетерминированных конечных автоматах с предикатами и отличается введением в автомат логических условий возникновения прерываний.

3) Основы теории процессов информационного обмена в среде АСУ технологических процессов ТРП на основе полевых шин, включающие:

– математическую модель процессов информационного обмена, которая базируется на математическом аппарате многопоточных систем массового обслуживания сложной структуры, отличающуюся использованием замкнутых сетей Маркова для описания трафика сообщений в среде АСУ технологических процессов и позволяющую оптимизировать управление ресурсами;

– методику оптимизации ресурсов в среде технологических процессов ТС АСУ ТРП, построенную с использованием множителей Лагранжа для минимизации средней задержки сообщений и учитывающую ограничения на пропускную способность и стоимостные характеристики каналов информационного обмена;

– имитационную модель, отличающуюся вероятностным моделированием среды.

4. Метод тестирования взаимодействия протокольных объектов, основанный на математической модели их взаимодействия в средствах информационного обмена, отличающийся учетом динамики изменения состояний протокольных объектов. Модель динамики процессов взаимодействия протокольных объектов базируется на аппарате сетей Петри, она отличается использованием композиции объектов и позволяет обнаруживать ошибки идентификаторов точек доступа. Модель межуровневого взаимодействия протокольных объектов на основе сети Петри отличается использованием нормализации сетевых объектов и позволяет устранить избыточные переходы. Оценка качества тестирования использует формализованный критерий допустимой гарантированности результата.

5. Методы поиска нарушений функционирования ТС АСУ ТРП и выбора рекомендаций по устранению нарушений ее функционирования, базирующихся на оригинальной формализованной модели представления ТС АСУ ТРП и алгоритмах поиска компонентов, вызвавших нарушение функционирования сети, а также выбора рекомендаций по восстановлению работоспособности, базирующихся на специальных производственных правилах, использующих лингвистическое представление состояний, событий и ситуаций.

Работа выполнялась в рамках Государственного контракта №16.740.11.0041 «Разработка распределенных автоматически профилируемых средств обработки, архивирования и защиты диагностической информации» (Заказчик – Министерство образования и науки РФ), выполняемого по Федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Модель MESA для системы управления объединенным производством (с-MES) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.itpractice.ru/itpractice/manufacturing/1251-mesamodel.html>.
2. Еременко В.Т. Моделирование информационных потоков в сетях передачи данных интегрированных АСУ / В.Т. Еременко, С.И. Афонин, Т.М. Парамохина, Л.В. Кузьмина, Д.А. Плащенко // Информационные системы и технологии, 2011. – № 6. – С. 35-42.
3. Еременко В.Т. Методы решения задач распределения информационных потоков в сетях передачи данных предприятия на основе резервирования ресурсов / В.Т. Еременко, С.И. Афонин, Л.В. Кузьмина и др. // Информационные системы и технологии, 2012. – № 1. – С. 78-84.
4. Еременко В.Т. Математическая модель оценки производительности беспроводной вычислительной сети АСУ предприятия / В.Т. Еременко, С.И. Афонин, Д.А. Краснов и др. // Информационные системы и технологии, 2011. – № 5. – С. 11-20.
5. Еременко В.Т. Оптимизация ресурсов и управление процессами информационного обмена в сетях АСУТП на основе полевых шин / В.Т. Еременко, С.И. Афонин, С.А. Максиков, А.И. Куленич // Вестник компьютерных и информационных технологий, 2011. – № 9. – С. 46-49.
6. Еременко В.Т. Синтез сетей передачи данных автоматизированных систем управления на основе критерия неблокируемой маршрутизации / В.Т. Еременко, С.И. Афонин, А.И. Офицеров, О.О. Басов // НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ Белгородского государственного

университета. Серия «История. Политология. Экономика. Информатика». – 2011. – № 7(102). – Выпуск 18/1. – С. 168-176.

7. Еременко В.Т. Моделирование взаимодействия протокольных реализаций TCP RENO и TCP VEGAS в сети с ограниченной производительностью // Информационные системы и технологии, 2010. – № 1. – Орел: ОрелГТУ. – С. 109-114.

Афонин Сергей Иванович

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК», г. Орел

Докторант кафедры «Электроника, вычислительная техника и информационная безопасность»

Тел.: 8 (4862) 41-98-79

E-mail: s_a_n1@mail.ru

Еременко Владимир Тарасович

ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК», г. Орел

Доктор технических наук, зав. кафедрой «Электроника, вычислительная техника и информационная безопасность»

Тел.: 8 (4862) 41-98-79

E-mail: wladimir@orel.ru

S.I. AFONIN (*Doctoral candidate of department
«Electronics, computer facilities and information security»*)

V.T. EREMENKO (*Doctor of Engineering Sciences, head of department «Electronics, computer facilities and information security»*)

State University – ESPC, Orel

DEVELOPMENT OF THEORETICAL FOUNDATIONS OF AUTOMATIZATION OF BUILDING AND OPERATION OF THE TECHNOLOGICAL COMPONENT OF ICS OF THE GEOGRAPHICALLY DISTRIBUTED ENTERPRISES

The article outlines the main findings of the theoretical foundations of automatic building and operation of the technological component of ICS of the geographically distributed enterprises. The work was performed under the State contract № 16.740.11.0041 «Development of distributed automatically profiled facilities of processing, archiving and protection of the diagnostic information» (Customer – Ministry of Education and Science of Russian Federation).

Keywords: automatization of the construction and operation of the technological component of ICS; geographically distributed enterprises; the theoretical foundations of automation; distributed ICS; data exchange process.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Model' MESA dlya sistemy' upravleniya ob''edinyonny'm proizvodstvom (s-MES) [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.itpractice.ru/itpractice/manufacturing/1251-mesamodel.html>.
2. Eryomenko V.T. Modelirovanie informacionny'x potokov v setyax peredachi danny'x integrirovanny'x ASU / V.T. Eryomenko, S.I. Afonin, T.M. Paramoxina, L.V. Kuz'mina, D.A. Plashhenkov // Informacionny'e sistemy' i tehnologii, 2011. – № 6. – S. 35-42.
3. Eryomenko V.T. metody' resheniya zadach raspredeleniya informacionny'x potokov v setyax peredachi danny'x predpriyatiya na osnove rezervirovaniya resursov / V.T. Eryomenko, S.I. Afonin, L.V. Kuz'mina i dr. // Informacionny'e sistemy' i tehnologii, 2012. – № 1. – S. 78-84.
4. Eryomenko V.T. Matematicheskaya model' ocenki proizvoditel'nosyi besprovodnoj vy'chislitel'noj seti ASU predpriyatiya / V.T. Eryomenko, S.I. Afonin, D.A. Krasnov i dr. // Informacionny'e sistemy' i tehnologii, 2011. – № 5. – S. 11-20
5. Eryomenko V.T. Optimizaciya resursov i upravlenie processami informacionnogo obmena v setyax ASUTP na osnove polevy'x shin // V.T. Eryomenko, S.I. Afonin, S.A. Maksakov, A.I. Kulenich // Vestnik komp'yuterny'x i informacionny'x tehnologii, 2011. – № 9. – S. 46-49.
6. Eryomenko V.T. Sintez setej peredachi danny'x avtomatizirovanny'x sistem upravleniya na osnove kriteriya neblokiruemoj marshrutizacii / V.T. Eryomenko, S.I. Afonin, A.I. Oficerov, O.O. Basov // NAUCHNY'E VEDOMOSTI Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Istoriya. Politologiya. E'konomika. Informatika». – 2011. – № 7(102). – Vy'pusk 18/1. – S. 168-176.
7. Eryomenko V.T. Modelirovanie vzaimodejstviya protokol'ny'x realizacij TCP RENO i TCP VEGAS v seti s ogranichennoj proizvoditel'nost'yu // Informacionny'e sistemy' i tehnologii, 2010. – № 1. – Oryol: OryolGTu. – S. 109-114.

УДК 658.012

А.И. ОФИЦЕРОВ, М.В. НОСОВ, В.М. ПАРАМОХИН

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОЦЕДУР УПРАВЛЕНИЯ
НЕОДНОРОДНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ
ПО КРИТЕРИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РАЗМЕРА КАДРА**

Предложена методика оценки процедур управления неоднородной вычислительной сети, учитывающей критерий пропускной способности размера кадра.

Ключевые слова: размер кадра; пропускная способность; мажоранта.

ВВЕДЕНИЕ

При выборе протокола управления трафиком основным моментом является выбор параметров, обеспечивающих его эффективное функционирование при минимальных затратах на обработку и хранение данных. Поскольку основную долю стоимости коммутационной подсистемы сети составляет стоимость средств связи, то выбор параметров протокола должен предусматривать эффективное использование наиболее затратного ресурса — пропускной способности межузловых соединений. Стандартный набор параметров, допускающих свободу выбора в области разрешенных протоколом значений, включает длину кадра, ширину окна и длительность тайм-аута неприема ответа. В работах [1, 2, 3] с различной долей приближения выполнен анализ влияния длины кадра и размера окна на высокую скорость трафика.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Очевидно, что для расчета одного из параметров протокола управления трафиком необходимо задать остальные. Модель асинхронной управляющей процедуры для однородного дуплексного канала связи режима группового отказа предполагает неограниченную ширину окна. С учётом высоких требований к значениям достоверности передачи кадров групповой режим защиты от ошибок наиболее целесообразен [4].

Задача выбора оптимальной длины кадра неоднозначна. С одной стороны, размер кадра следует увеличивать, чтобы сократить в нем долю служебных битов и уменьшить относительное время занятости канала связи. С другой стороны, увеличение размера кадра вызывает рост уровня ошибок на кадр и рост повторных передач из-за искажений. Аналогичная картина сохраняется и при произвольной ширине окна различных классов процедур управления трафиком.

Преобразуем соотношения для пропускной способности так, чтобы получить в них явную зависимость от длины кадра.

Пусть C (бит/с) – физическая скорость передачи по каналу связи в каждом из направлений, $a \geq 1$ – коэффициент увеличения длины кадра в результате бит(байт)-стаффинга или применения асинхронной каналообразующей аппаратуры. Тогда для времени вывода информационного кадра в линию связи справедливо

$$t = aL / C. \quad (1)$$

Функциональная зависимость вероятности искажения кадра от его длины определяется законом распределения вероятности появления ошибок в канале связи. Для большинства приложений можно считать, что ошибки в канале связи появляются независимо друг от друга [5]. Независимое распределение ошибок описывает наихудший случай и в этом смысле является мажорантой реальной ситуации в канале. Вероятность искажения кадра при этом выражается через вероятность независимой битовой ошибки r формулой:

$$R = 1 - (1 - r)^{aL}. \quad (2)$$

Теперь соотношения для пропускной способности можно переписать в виде:

$$C_{AR}(L, \omega) = C \frac{(L-H)(1-r_m)^{aL}(1-r_n)^{aL}}{(aL+CT_2)(1-(1-r_n)^{aL})} (1-(1-r_n)^{aL} - (1-(1-r_o)^{aL})^p) \times \\ \times \left[1 - (1-r_o)^{aL}(1-r_n)^{aL} - (1-r_o)^{aL}(1-r_n)^{aL(\omega+1)} \right] / (1-(1-r_n)^{aL} + (1-r_o)^{aL} + \\ + (1-r_o)^{2aL}(1-(1-r_o)^{aL})^{p-1}(1-r_n)^{aL} - (1-(1-r_o)^{aL})^p(1-(1-r_o)^{aL})) \times \\ \times (1-r_n)^{aL} \quad (3)$$

Здесь r_n и r_o – вероятности искажения бита в прямом и обратном каналах связи, H – объём пакетной и кадровой служебной информации, ω – ширина окна (*frame size*) В [6] приведены характерные зависимости пропускной способности межузловое соединения от длины кадра. Поскольку реальной областью применения алгоритмов с решающей обратной связью являются системы обмена на каналах с достаточно низкой вероятностью поражения бита, то для получения оценок оптимальных значений L можно воспользоваться приближениями соотношением (3).

СПОСОБЫ И ПРИЁМЫ ОЦЕНКИ ПРОЦЕДУР УПРАВЛЕНИЯ НЕОДНОРОДНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Будем считать, что основной вклад во время повторных передач вносит только первая повторная передача. Тогда приближенное выражение для среднего времени передачи информационного кадра будет иметь вид:

$$\bar{t} \approx (mt + T_m)(1 + R_n + (1 - R_n)R_{om}) \quad (4)$$

Пренебрегая здесь величинами, пропорциональными $R_n R_{om}$, а при однонаправленном трафике ($m = 1$) повторной передачей, обусловленной искажением решающей обратной связи (в силу того, что вероятность появления ошибки в служебном кадре, содержащем квитанцию, значительно ниже вероятности искажения информационного кадра), получаем:

$$\bar{t} \approx (mt + T_m)(1 + R_n + (m - 1)R_{om}) \quad (5)$$

Теперь воспользуемся наиболее общим определением пропускной способности межузловое соединения, управляемого асинхронной процедурой обмена, в виде отношения среднего объема данных, передаваемых за время до прихода квитанции, к среднему времени получения квитанции:

$$C_A(L, \omega) = \frac{(L-H)\bar{\omega}}{\bar{t}} \quad (6)$$

где $\bar{\omega}$ – среднее количество информационных кадров, передаваемых отправителем за время между двумя последовательными поступлениями квитанции.

В качестве критерия эффективности функционирования межузловых соединений сети, имеющей k каналов, взвешенную по интенсивностям загрузки сумму величин обратных пропускной способности, являющуюся средним временем передачи единицы информации по каналу связи, примем:

$$\Theta(L) = \sum_{i=1}^k \frac{\beta_i}{C_i(L, \omega_i)} \quad (7)$$

где β_i – доля полного трафика сети, проходящего по i -му каналу и удовлетворяющего условию нормировки $\sum_{i=1}^k \beta_i = 1$; $C_i(L, \omega_i)$ – пропускная способность i -ого звена передачи данных.

В общем случае в сети могут иметься дуплексные и полудуплексные каналы связи, а для управления различными межузловыми соединениями могут использоваться различные классы процедур управляющего протокола. В этих условиях для проведения оптимизации параметра L по критерию (7) необходимо иметь обобщенное представление выражения

$C_i(L, \omega_i)$ для всех типов управляющих процедур. Можно заключить, что общая форма записи с учетом введенных ранее обобщенных параметров M, Ω, P и T имеет вид:

$$C_i(L, \omega_i) \approx \frac{C_i \Omega_i (L - H)}{L^2 a_i^2 \Omega_i (1 + (M_i - 1) \Omega_i) P_i + La_i \Omega_i (M_i + C_i T_i P_i) + C_i T_i} \quad (8)$$

Прямой подстановкой значений обобщенных параметров из таблицы 1 легко проверить, что формула (8) объединяет все полученные ранее приближения для пропускной способности. Подставляя (8) в (7) и дифференцируя полученное соотношение по L , получаем условие минимума интегрального критерия (7), откуда находим оценку оптимальной длины кадра неоднородной сети

$$\hat{L} = H + \sqrt{H^2 + \frac{\sum_{i=1}^k \beta_i [a_i H (M_i / C_i + T_i P_i) + T_i / \Omega_i]}{\sum_{i=1}^k \beta_i a_i^2 P_i (1 + (M_i - 1) / \Omega_i) C_i}} \quad (9)$$

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Будем полагать, что R_n и R_o достаточно малы. Для $\omega = 1$ оценкой оптимального L будет являться соотношение (10) с учетом того, что компоненты T_n, T_n времени незанятости T_2 равны нулю.

$$C_{AG}(L, 1) = C \frac{L - H}{(maL + CT_m)(1 + r_n aL + (m - 1)r_o aL)} ; \quad (10)$$

$$\hat{L} = H + \sqrt{\left(H + \frac{CT_m}{ma}\right) \left(H + \frac{1}{a(r_n + (m - 1)r_o)}\right)}$$

T_m – время доступности канала связи. Найдем оценки оптимального L при $\omega = 2$. Будем учитывать только линейные по R_n и R_o компоненты в соотношениях для пропускной способности.

$$C_{AG}(L, 2) \approx \frac{(L - H)(1 - R_n)(1 - R_o)}{(t + T_2)(1 + R_n)} \approx \frac{L - H}{(t + T_2)(1 + R_o)(1 + R_n)^2} \approx$$

$$\approx \frac{L - H}{(t + T_2)(1 + R_o + 2R_n)} \quad (11)$$

Тогда оценка оптимального L принимает вид:

$$\hat{L} = H + \sqrt{\left(H + \frac{CT_2}{a}\right) \left(H + \frac{1}{a(2r_n + r_o)}\right)} \quad (12)$$

Рассмотрим случай $\omega \geq 3$. Приближенные соотношения для пропускных способностей и оценкой оптимального L при этом записываются следующим образом:

$$C_{AG}(L, 3) \approx \frac{(L - H)(1 - R_n)(1 - R_o)}{(t + T_2)(1 + R_n - R_o)} \approx \frac{L - H}{(t + T_2)(1 + R_n - R_o)(1 + R_o)(1 + R_n)} \approx$$

$$\approx \frac{L - H}{(t + T_2)(1 + 2R_n)} ; \quad (13)$$

$$\hat{L} = H + \sqrt{\left(H + \frac{CT_2}{a}\right) \left(H + \frac{1}{2ar_n}\right)}$$

Вид формульных соотношений (11), (12), (13) для расчета приближенных значений оптимальных длин кадров различных управляющих процедур позволяет заключить, что

возможна их запись в единой форме. Вводя обобщенные параметры M, Ω, P и T , выражения всех оценок оптимальной длины кадра можно обобщить следующей записью:

$$\hat{L} = H + \sqrt{H \left(H + \frac{CT}{a(1+(M-1)\Omega)} \right) + \frac{1}{aP(1+(M-1)\Omega)} \left(MH + \frac{CT}{a\Omega} \right)}. \quad (14)$$

Отсюда видно, что для сети с однородными характеристиками звеньев и параметров протоколов оценка оптимального L (9) преобразуется к (14).

Для получения вида конкретной оценки оптимального L из обобщенной записи необходимо задать соответствующие значения параметров M, Ω, P и T , приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Соответствие значений обобщенных параметров для асинхронной процедуры управления группового режима отказа

Значение параметров	$\omega = 2$	$\omega \geq 3$
M	1	1
Ω	1	1
P	$2r_n + r_o$	$2r_n$
T	T_2	

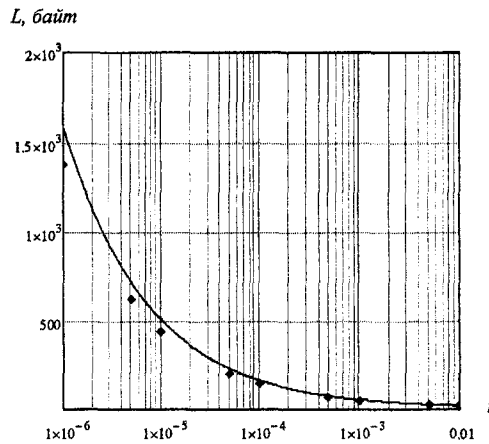


Рисунок 1 – Зависимость длины кадра от вероятности независимой битовой ошибки при $\omega = 2, r_n = r_o = r, H = 48 \text{бит}, C = 1200 \text{бит/с}, T_2 = 0,1 \text{с}, a = 1$

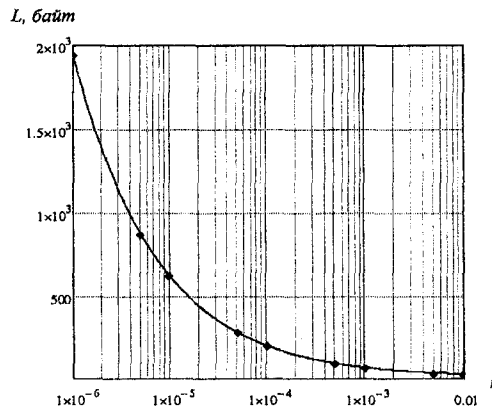


Рисунок 2 – Зависимость длины кадра от вероятности независимой битовой ошибки, при $\omega = 5, r_n = r_o = r, H = 48 \text{бит}, C = 1200 \text{бит/с}, T_2 = 0,1 \text{с}, a = 1$

Численный анализ функций пропускной способности межузловое соединения для класса асинхронных процедур (3)-(10), показывает, что при $\omega \geq 3$ оптимальная длина кадра практически не зависит от ширины окна. На рисунках 1 и 2 проводится сравнение оптимальных размеров кадра для группового режимов отказа с их оценками, определенными из (14) при $\omega \geq 3, r_n = r_o = r, H = 48 \text{ бит}, C = 1200 \text{ бит/с}, T_2 = 0,1 \text{ с}, a = 1$. Из результатов, приводимых на рисунках, видно, что при $r \leq 10^{-2}$ оценка (14), обозначенная на рисунках точками является хорошим приближением оптимальных размеров кадра. Таким образом, в ряде указанных случаев оценка (14) вполне может быть использована для определения оптимальной длины кадра отдельного звена передачи данных [7].

Наибольший размер пакета, следовательно, и кадра, должен иметь единственное значение для всей сети или, по крайней мере, для виртуального соединения [8]. Очевидно, что при этом в качестве критерия для выбора оптимальной длины кадра может выступать пропускная способность «короткого» звена сети передачи данных или некоторого «усредненного» межузловое соединения. В общем случае оптимизацию по «короткому» месту должен предварять поиск худшего в терминах абсолютных значений пропускной способности участка сети. Для неоднородной сети это является нетривиальной задачей, допускающей только алгоритмическую формализацию и требующей трудоемких численных расчетов. Кроме того, такой подход не позволяет учесть распределение реальной нагрузки на различные каналы связи. Метод выбора параметра L по показателям «усредненного» звена лишен этих недостатков, к тому же специальным подбором весовых коэффициентов данный показатель может быть сведен к первому критерию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерёмченко В.Т. Оптимизация ресурсов и управление процессами информационного обмена в сетях АСУТП на основе полевых шин / В.Т. Ерёмченко, С.И. Афонин, С.А. Максаков, А.И. Куленич // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2011. – № 9. – С. 46-49.
2. Ерёмченко В.Т. Математическая модель оценки производительности беспроводной вычислительной сети АСУ предприятия / В.Т. Ерёмченко, С.И. Афонин, Д.А. Краснов и др. // Информационные системы и технологии. – 2011. – № 5. – С. 11-20.
3. Bux W., Kummerle K., Truong H.L. Data Link-Control Performance: Results Comparing HDLC Operational Modes. – Comput. Networks. – 1997. – Vol. 6. – № 1. – P. 37-51.
4. Моделирование информационных потоков в сетях передачи данных интегрированных АСУ / С.И. Афонин, В.Т. Еременко, Т.М. Парамохина, Л.В. Кузьмина, Д.А. Плащенко // Информационные системы и технологии. – 2011. – № 6. – С. 35-42.
5. Еременко В.Т. Синтез сетей передачи данных автоматизированных систем управления на основе критерия неблокируемой маршрутизации / В.Т. Еременко, С.И. Афонин, А.И. Офицеров, О.О. Басов // НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ Белгородского государственного университета. Серия «История. Политология. Экономика. Информатика». – 2011. – № 7(102). – Выпуск 18/1. – С. 168-176.
6. Еременко В.Т. Моделирование взаимодействия протокольных реализаций TCP RENO и TCP VEGAS в сети с ограниченной производительностью // Орел: ОрелГТУ. – Информационные системы и технологии, 2010. – №1 – С. 109-114.
7. Еременко В.Т. Идентификация моделей дискретных линейных систем с переменными, медленно изменяющимися параметрами // Радиотехника и электроника. – 2010. – № 1. – Том 55. – С. 1-10.

Офицеров Александр Иванович
Академия ФСО России, г. Орел
E-mail: oficerow@mail.ru

Носов Максим Васильевич
Академия ФСО России, г. Орел
Тел.: 8 960 648 16 38
E-mail: nosovm@mail.ru

Парамохин Виталий Михайлович
Академия ФСО России, г. Орел
Тел.: 8 (4862) 43-14-37

A.I. OFITSEROV, M.V. NOSOV, V.M. PARAMOKHIN

Academy of Federal Agency of protection of the Russian Federation, Orel

**TECHNIQUE OF AN ESTIMATION OF PROCEDURES OF MANEGMENT
OF THE NON-UNIFORM COMPUTER NETWORK BY CRITERION OF THROUGHPUT
OF THE SIZE OF A SHOT**

The technique of an estimation of procedures of management of the non-uniform computer network by criterion of throughput of the size of a shot is offered.

Keywords: the size of a shot; throughput; a majorant.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Eryomenko V.T. Optimizaciya resursov i upravlenie processami informacionnogo obmena v setyax ASUTP na osnove polevy'x shin / V.T. Eryomenko, S.I. Afonin, S.A. Maksakov, A.I. Kulenich // Vestnik komp'yuterny'x i informacionny'x tehnologij. – 2011. – № 9. – S. 46-49.
2. Eryomenko V.T. Matematicheskaya model' ocenki proizvoditel'nosti besprovodnoj vy'chislitel'noj seti ASU predpriyatiya / V.T. Eryomenko, S.I. Afonin, D.A. Krasnov i dr. // Informacionny'e sistemy' i tehnologii. – 2011. – № 5. – S. 11-20.
3. Bux W., Kummerle K., Truong H.L. Data Link-Control Performance: Results Comparing HDLC Operational Modes. – Comput. Networks. – 1997. – Vol. 6. – № 1. – P. 37-51.
4. Modelirovanie informacionny'x potokov v setyax peredachi danny'x integrirovanny'x ASU / S.I. Afonin, V.T. Eryomenko, T.M. Paramoxina, L.V. Kuz'mina, D.A. Plashhenkov // Informacionny'e sistemy' i tehnologii. – 2011. – № 6. – S. 35-42.
5. Eryomenko V.T. Sintez setej peredachi danny'x avtomatizirovanny'x system upravleniya na osnove kriteriya neblokiruemoj marshrutizacii / V.T. Eryomenko, S.I. Afonin, A.I. Oficerov, O.O. Basov // NAUCHNY'E VEDOMOSTI Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Istoriya. Politologiya. E'konomika. Informatika». – 2001. – № 7(102). – Vy'pusk 18/1. – S. 168-176.
6. Eryomenko V.T. Modelirovanie vzaimodejstviya protokol'ny'x realizacij TCP RENO i TCP VEGAS v seti s ogranichennoj proizvoditel'nost'yu // Oryol: OryolGTU. – Informacionny'e sistemy' i tehnologii, 2010. – № 1. – S. 109-114.
7. Eryomenko V.T. Identifikaciya modelej diskretny'x linejny'x system s peremenny'mi, medlenno izmenyayushhimisya parametrami // Radiotekhnika i e'lektronika. – 2010. – № 1. – Tom 55. – S. 1-10.

УДК 65.011.56

О.В. ТАРАКАНОВ, В.М. МИРОНОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАГРУЖЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АСУП

Рассмотрен подход к повышению точности оценивания загрузки элементов корпоративной информационно-вычислительной системы АСУП за счет расширения модельной базы. Предложены критерии принятия решения об оценке, а также механизм снижения вычислительных расходов за счет использования параллельных вычислений.

Ключевые слова: сложный объект управления; загруженность информационно-вычислительной системы; процесс принятия решения; ранжирование; модель свертки; сетевое планирование.

ВВЕДЕНИЕ

С точки зрения [1] оперативно-техническое управление корпоративной информационно-вычислительной системой (КИВС) входит в группу процессов RM&O «Управление и эксплуатация ресурсов» и включает в себя реализацию следующих процессов:

- поддержка и обеспечение готовности процессов RM&O;
- подготовка ресурсов;
- управление авариями на ресурсах;
- управление параметрами работы ресурсов;
- сбор и распределение данных о ресурсах.

Процессы сбора и распределения данных о ресурсах являются одним из определяющих факторов обеспечения эффективности оперативно-технического управления КИВС, так как от точности, адекватности и полноты собранной информации зависит качество компенсационных управляющих воздействий, вырабатываемых на этапах цикла управления. Это влияет на эффективность использования имеющегося ресурса. Далее будет рассматриваться группа процессов, имеющих отношение к оцениванию загрузки элементов КИВС.

Сбор данных о состоянии ресурсов КИВС осуществляется в основном автоматически. Существуют два популярных семейства стандартов систем управления, позволяющих автоматизировать сбор данных о состоянии элементов сети передачи данных КИВС:

- стандарты Internet, описывающие системы управления на основе протокола SNMP;
- международные стандарты управления открытыми системами (OSI), разработанные Международной организацией по стандартизации – ISO и Международным союзом электросвязи – ITU-T, опирающиеся на протокол управления CMIP.

Для мониторинга рабочих станций и серверов КИВС, работающих под управлением операционной системы семейства Microsoft Windows, разработана технология WMI – расширенная и адаптированная под Windows реализация стандарта WBEM, принятого многими компаниями. В основе WBEM лежит идея создания универсального интерфейса мониторинга и управления различными системами и компонентами распределенной информационной среды предприятия с использованием объектно-ориентированных идеологий и протоколов HTML и XML.

ОБЩАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Собранные данные о загрузке КИВС преобразуются в конкретные показатели, понятные персоналу, для принятия решения о несоответствии требуемым нормам. В процессе преобразования используются методы фильтрации, агрегации, форматирования и корреляции полученной информации [1]. Модели преобразования данных, построенные на основе этих методов, будем называть моделями свертки (МС). Полученные оценки показателей

отличаются от их истинного значения на некоторую величину ξ , которая характеризует ошибку оценивания:

$$\xi = |R - R_0|,$$

где R_0 – истинное состояние загруженности КИВС, R – оценка загруженности, полученная на основе некоторой модели свертки. Величина этой ошибки напрямую влияет на качество принимаемых решений по управлению КИВС.

С развитием архитектур КИВС растет объем данных мониторинга, связанный с ростом числа узлов, введением новых сервисов и услуг. Например, по данным Microsoft число контролируемых параметров одной рабочей станции под управлением Windows XP составляет несколько тысяч без учета параметров дополнительно установленного программного обеспечения. Это приводит к росту размерности задачи преобразования данных мониторинга в показатели загруженности элементов КИВС и увеличению сложности и вычислительной емкости используемой МС, так как возможности человека по восприятию и осмыслению получаемой информации остаются прежними.

Следствием растущего количества преобразований исходных данных и усложнения модели оценивания является снижение точности получаемых показателей загруженности элементов КИВС, что приводит к увеличению ошибки оценивания ξ и, следовательно, к снижению качества и адекватности принимаемых впоследствии решений по выработке управляющих воздействий. Кроме того, снижается оперативность оценивания, удлиняя тем самым цикл оперативно-технического управления, а также увеличиваются накладные расходы процесса управления, так как система управления не обладает выделенным вычислительным ресурсом.

Таким образом, существует противоречие между требованием максимально точной оценки ($\xi \rightarrow \min$) загруженности КИВС и требованием по минимизации вычислительного ресурса, выделяемого для процесса оценивания, при сохранении оперативности оценки в заданных пределах.

Одним из возможных способов разрешения приведенного противоречия является расширение модельной базы процесса оценивания (рис. 1). Данный подход предполагает использование набора моделей оценивания вместо дальнейшего усложнения существующей модели. Следовательно, имеется задача изыскания способа массового применения множества моделей свертки для единичного (в единичный момент времени) оценивания загруженности КИВС с целью снижения отклонения получаемой оценки от истинного значения при наличии достаточного вычислительного и временного ресурса. Данная задача интерпретируется как задача разработки алгоритма вывода решения о загруженности КИВС на базе массива оценок и механизма распараллеливания вычислительного процесса для минимизации временных затрат.

МОДЕЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ

Отдельные МС отличаются по точности и ресурсоемкости, а их количество зависит от используемых наборов контролируемых параметров. В рамках данной работы не исследуется качественный состав параметров, их корреляция и вес в системе предпочтений лица, принимающего решение (ЛПР). Учитывая экстенциональный характер исследуемого способа, можно считать любые параметры равнозначными в их свертке. Кроме того, принимается допущение, что пространство возможных моделей расширяется с течением времени и конечно в неопределенном пределе (потенциально несчетно). Данное предположение вкупе с наличием волонтаризма по формированию множества моделей, выбору вида свертки и интерпретации результата (факт принятия решения – есть компетенция ЛПР) позволяет отнести подсистему принятия решения в цикле управления КИВС АСУП в разряд организационно-технических. Исходя из этого, задачу повышения точности оценивания загруженности КИВС в цикле оперативно-технического управления целесообразно решать на основе метода ситуационного управления [2].

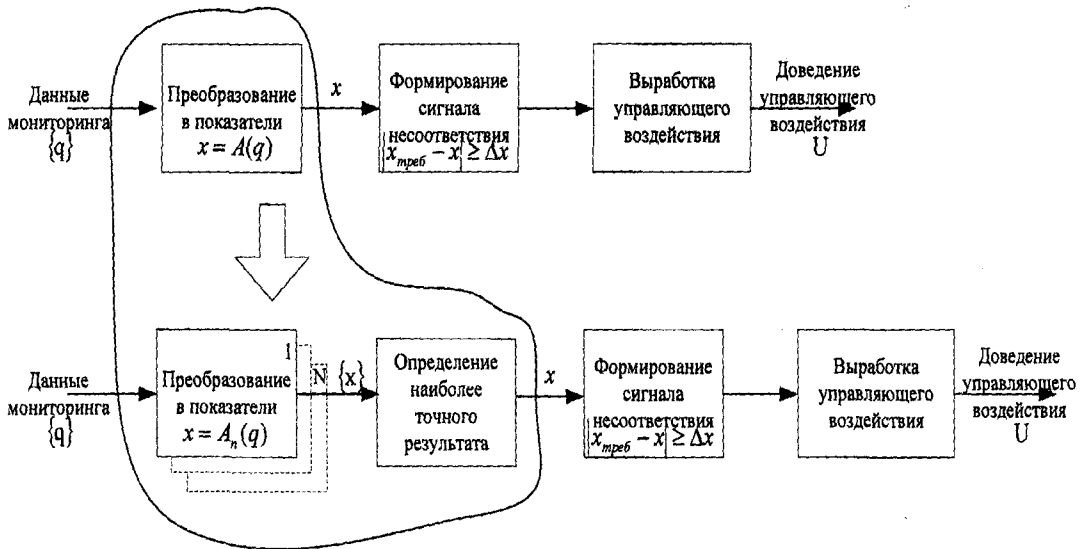


Рисунок 1 – Расширение модельной базы процесса оценивания

Пригодным вариантом решения данной задачи является представление подсистемы оценивания загруженности КИВС в виде:

$$S_o = \{s_m, s_o, s_{np}\},$$

где s_m – подсистема мониторинга, обеспечивающая сбор контролируемых параметров КИВС $Q = \{q_1..q_n\} | n \in N_q$ (N_q – множество контролируемых параметров);

s_o – подсистема оценивания загруженности элементов КИВС, использующая для оценки базу моделей $A = \{a_i\} | \lim P(A) \rightarrow \infty$;

s_{np} – подсистема принятия решения о загруженности КИВС.

Подсистема s_o осуществляет оценку загруженности по набору моделей $A_0 \subset A$, потребляя при этом вычислительный ресурс КИВС $n^{BP} \in N_{BP}$ в некотором цикле управления:

$$R(A_0) = \left\{ a_i(Q) \right\}_{\substack{A_0 \subset A \\ n^{BP} \in N_{BP}}} \quad \left| \begin{array}{l} a_i \in A_0 | i = \overline{1..P(A_0)} \end{array} \right.$$

Подсистема принятия решения s_{np} осуществляет выбор модели $a \in A_0$ с наименьшей ошибкой:

$$R = F(R(A_0)) | \xi \rightarrow \min.$$

На основании результата выбранной модели вырабатывается решение по оценке загруженности КИВС.

В связи с расширением пространства МС общее время расчета оценки растет, увеличивая общее время принятия решения. Учитывая стремление предела мощности множества МС к бесконечности, необходим механизм вычисления оценки загруженности КИВС, наиболее рационально использующий вычислительный ресурс при сохранении времени принятия решения в пределах допустимого.

Таким образом, целевой функционал подсистемы оценивания загруженности КИВС можно представить следующим образом:

$$S_0 \rightarrow O(A, Q) \left\{ \begin{array}{l} \lim(\{A\}) \rightarrow N \left| \sum_i^N t_i^A \leq T_{\text{доп}} \right. \\ n^{BP} \rightarrow \min \\ \xi \rightarrow \min \\ T_{np} = \text{const} \end{array} \right.$$

где t_i^A – время оценивания загруженности по i -той модели;

$T_{\text{доп}}$ – допустимое время оценивания загруженности элементов в цикле управления;

T_{np} – время принятия решения о загруженности КИВС.

Примем, что потенциальная производительность КИВС, на основе которой функционирует подсистема оценивания, является достаточной для обеспечения функций управления, а сама подсистема оценивания абсолютно надежна.

Объем базы МС ограничен объемом памяти вычислительной системы с одной стороны и возможностями персонала по добавлению, сопровождению и редактированию моделей с другой. Допустим, что для обеспечения приемлемой точности оценивания достаточно порядка сотни МС.

Учтено, что вычислительный ресурс n_j^{BP} выделяется из общего вычислительного ресурса КИВС, следовательно, алгоритм его планирования оптимизирован по критерию минимизации ресурса. Значимыми свойствами для процесса оценивания загруженности КИВС являются результативность и эффективность. Результативность процесса оценивания определяется отношением полученного результата к истинному значению:

$$F^{res} = \frac{R}{R_0},$$

где R – результат процесса оценивания, R_0 – истинное состояние загруженности КИВС.

Очевидно, $\lim F^{res} \rightarrow 1$, поэтому

$$F^{res} + F^{RISK} = 1,$$

где $F^{RISK} = \frac{1}{\langle K^П, K^O, K^Y, K^B \rangle}$ – совокупный фактор риска для процесса. Тогда результат процесса

$$R = R_0 \left(1 - \frac{1}{\langle K^П, K^O, K^Y, K^B \rangle} \right),$$

где $\langle K^П, K^O, K^Y, K^B \rangle$ – вектор, характеризующий качество персонала, оборудования, управляющих воздействий и внешней среды.

Эффективность процесса определим как

$$F^{ef} = \frac{R}{\langle T^{BP}, N^{BP} \rangle},$$

где $\langle T^{BP}, N^{BP} \rangle$ – вектор совокупных затрат по времени задействования и количеству вычислительных приборов.

Использование базы моделей для оценивания загруженности позволяет в каждом цикле управления выбирать наиболее адекватную модель оценки, что обеспечивает требуемое качество управляющих воздействий на процесс оценивания и повышение точности конечного результата. Расчет на основе базы моделей требует дополнительного расхода вычислительного ресурса, однако рост стоимости процесса может быть компенсирован ростом

точности результата, частично – более эффективным использованием вычислительного ресурса за счет возможностей параллельных и распределенных вычислений, а также снижением рыночной стоимости многопроцессорных вычислительных систем.

Каждая МС реализует функцию, заданную математическим выражением, в котором аргументом является набор контролируемых параметров КИВС: $x_i(\{M\})|i=1..P(A)$, где $P(A)$ – мощность базы моделей. Исходя из этого, каждая функция x_i является неслучайной. Совокупность этих функций представляет собой математическое выражение процесса поиска оценки загруженности КИВС. Тогда процесс оценивания описывается сечением случайной функции $X(\{M\})$, представленной набором реализаций $x_i(\{M\})|i=1..P(A)$. При фиксированном $M = M_0$ имеем сечение случайной функции $X(M_0)$, представляющее собой одномерную случайную величину. Полное вероятностное описание случайной функции связано с заданием бесконечномерного закона распределения всех ее сечений, однако на модельном уровне достаточно рассмотрения ее математического ожидания $m_X(M)$ и корреляционной функции $K_X(M_1, M_2)$, являющихся неслучайными функциями одного и двух аргументов [3].

На основании того, что результаты отдельных МС являются отображением оценивания одного и того же объекта управления, можно сделать вывод, что отклонение результата оценивания загруженности КИВС на основе конкретной МС от математического ожидания является случайной величиной, а процесс накопления ошибки – стохастический. Учитывая случайную природу множества контролируемых параметров КИВС, допустимо считать, что распределение отклонения результата оценивания описывается нормальным законом [4]. Следовательно, математическое ожидание результатов оценивания является средним арифметическим оценок, полученных по всей совокупности моделей, и является искомой оценкой.

Качество частных оценок, полученных по всей совокупности МС, определяется с использованием величины степени рассеяния значений оценок вокруг истинного [5]. За истинную величину принято математическое ожидание оценки. Мерой рассеяния является дисперсия оценки:

$$D(\hat{s}) = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{s}_i - s)^2}{n - 1},$$

где \hat{s} – частная оценка загруженности;

s – математическое ожидание частных оценок загруженности КИВС.

С целью исключения из рассмотрения аномальных данных, обусловленных различными причинами, применены критерии исключения грубых погрешностей [6], например, критерий Диксона. Точность оценки функционирования КИВС можно повысить путем увеличения числа оцениваемых параметров и емкости применяемой шкалы оценок. Неограниченное увеличение каждой из составляющих приводит к росту времени, необходимого на проведение оценивания [5]. Компенсация данного эффекта обеспечена за счет ранжирования моделей по точности и распределенной обработке данных расчета частных оценок.

Ранжирование МС производится по критерию минимума расстояния результата модели от математического ожидания оценки. Частная оценка МС с высшим рангом используется в качестве результирующей и участвует в дальнейших этапах принятия решения в цикле управления КИВС.

Для описания существующих математических зависимостей в МС использована модель в виде графа «операции-операнды» [7]. Зная граф алгоритма и его параллельные

формы, можно понять, каков запас параллелизма в алгоритме и как его лучше реализовать на конкретном компьютере параллельной архитектуры.

Представим множество операций вычислительной задачи МС, и существующие между ними информационные зависимости в виде ациклического ориентированного графа $G = \langle V, R \rangle$ [9]. Здесь $V = \{1, \dots, |V|\}$ – множество вершин графа, представляющее выполняемые операции алгоритма, а R – множество дуг графа (при этом дуга $r = (i, j)$ принадлежит графу только в том случае, если операция j использует результат выполнения операции i).

В рассматриваемой вычислительной модели алгоритма вершины без входных дуг используются для задания операций ввода, а вершины без выходных дуг – для операций вывода. Обозначим через \bar{V} множество вершин графа без вершин ввода, а через $d(G)$ – диаметр графа. Операции алгоритма, между которыми нет пути в рамках выбранной схемы вычислений, могут быть выполнены параллельно. Возможный способ описания параллельного выполнения алгоритма состоит в следующем.

Пусть p – количество процессоров, используемых для выполнения алгоритма. Тогда для параллельного выполнения вычислений необходимо задать множество (расписание)

$$H_p = \{(i, P_i, t_i) : i \in V\},$$

в котором для каждой операции $i \in V$ указывается номер используемого для выполнения процессора P_i и время начала выполнения t_i . Для того, чтобы расписание было реализуемым, необходимо выполнение следующих требований при задании множества H_p :

1. $\forall i, j \in V : t_i = t_j \Rightarrow P_i \neq P_j$, т.е. один и тот же процессор не должен назначаться разным операциям в один и тот же момент времени;
2. $\forall (i, j) \in R \Rightarrow t_j \geq t_i + 1$, т.е. к назначаемому моменту выполнения операции все необходимые данные уже должны быть вычислены.

Модель вычислительной схемы алгоритма G совместно с расписанием H_p рассматривается как модель параллельного алгоритма $A_p(G, H_p)$, исполняемого с использованием p процессоров. Время выполнения параллельного алгоритма определяется максимальным значением времени, используемым в расписании

$$T_p(G, H_p) = \max_{i \in V} (t_i + 1).$$

Параллельный алгоритм, согласно [8], обладает такими показателями, как ускорение, получаемое при использовании параллельного алгоритма для p процессоров, которое по сравнению с последовательным вариантом выполнения вычислений определяется как

$$S_p(n) = \frac{T_1(n)}{T_p(n)},$$

т.е. как отношение времени решения задач на скалярной ЭВМ ко времени выполнения параллельного алгоритма (величина n используется для параметризации вычислительной сложности решаемой задачи и может пониматься, например, как размер входа задачи). Коэффициент использования параллельным алгоритмом процессоров при решении задачи определяется соотношением:

$$E_p(n) = \frac{T_1(n)}{pT_p(n)} = \frac{S_p(n)}{p},$$

т.е. величина загрузки процессора определяется средней долей времени выполнения алгоритма, в течение которой процессор реально используется для решения задачи. Как следует из приведенных соотношений, в наилучшем случае $S_p(n) = p$ и $E_p(n) = 1$.

ВЫВОД

Полунатурный эксперимент, проведенный на базе моделей свертки, мощностью 126, показал, что имеется выигрыш в точности оценивания загрузки КИВС до 12% при росте затрат временного ресурса не более, чем на 1,6%. Учитывая, что размер увеличения затрат ресурсов соизмерим с величиной допустимой статистической погрешности, можно утверждать о наличии эффекта по точности оценивания. Интерпретация данного результата сводится к повышению точности принимаемых в системе административного управления КИВС АСУП решений по управлению ее функционированием.

Расчет загрузки на основе базы моделей потребует дополнительного расхода вычислительного ресурса, однако рост стоимости процесса скомпенсирован ростом точности результата, частично – более эффективным использованием вычислительного ресурса за счет возможностей параллельных и распределенных вычислений, а также снижением рыночной стоимости многопроцессорных вычислительных систем.

Таким образом, уместно говорить, что оценивание загрузки КИВС АСУП на основе базы моделей повысит качество процесса оперативно-технического управления ею за счет более точной оценки загрузки элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 53633.2-2009 Информационные технологии. Сеть управления электросвязью. Расширенная схема деятельности организации связи (еТОМ). Декомпозиция и описания процессов. Процессы уровня 2 еТОМ. Основная деятельность. Управление и эксплуатация ресурсов.
2. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. – М.: Наука. – Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 288 с.
3. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа: учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности «Системный анализ и управление». Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. – 512 с.
4. Новицкий П.В., Зиграф И.Л., Лабунец В.С. Динамика погрешностей средств измерений. – Л.: Энергоатомиздат, 1990.
5. Бочков М.В., Новиков Е.И., Тараканов О.В. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления: курс лекций под ред. М.В. Бочкова. – Орел: Академия ФСО России, 2007. – 406 с.
6. Кудряшова Ж.Ф., Рабинович С.Г. Методы обработки результатов наблюдений при косвенных измерениях. – Л.: Энергия, 1975. – С. 3-58.
7. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
8. Dimitri P. Bertsekas, John N. Tsitsiklis. Parallel and Distributed Computation. Numerical Methods. – Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.

Тараканов Олег Викторович
Академия ФСО России, г. Орел
Кандидат технических наук, зав. кафедрой

Миронов Вадим Михайлович
Академия ФСО России, г. Орел
Адъюнкт военной докторантуры и аспирантуры.
Тел.: 8 920 081 22 83
E-mail: vmironov@mail.ru

O.V. TARAKANOV
(Candidate of Engineering Sciences, head of the department)

V.M. MIRONOV

(Associate and Doctoral Graduate of the Military)

The Academy of Federal Security Guard Service of the Russian Federation, Orel

MODELING OF ESTIMATION OF UTILIZATION ELEMENTS OF THE CORPORATE COMPUTER SYSTEMS CAM

An approach to improve the accuracy of estimating load elements of the corporate data-processing system CAM by expanding the model base. Criteria for making a decision on the assessment, as well as themechanism to reduce computational cost through the use of parallel computing.

Keywords: complex object management; utilization of data-processing system; decision-making process; ranking; model convolution; network planning.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. GOST R 53633.2-2009 Informacionny'e texnologii. Set' upravleniya e'lektrosvyaz'yu. Rasshirennaya sxema deyatel'nosti organizacii svyazi 2 eTOM. Osnovnaya deyatel'nost'. Upravlenie i e'kspluatatsiya resursov.
2. Pospelov D.A. Situacionnoe upravlenie: teoriya i praktika. – M.: Nauka. – Gl. red. fiz.-mat. lit., 1986. – 288 s.
3. Volkova V.N., Denisov A.A. Osnovy' teorii system i sistemnogo analiza: uchebnik dlya studentov VUZov, obuchayushhixsya po special'nosti «Sistemny'j analiz i upravlenie». Izd. 2-e, pererab. i dop. – SPb.: Izd-vo SPbGTU, 2001. – 512 s.
4. Novickij P.V., Zorgaf I.L., Labunec V.S. Dinamika pogreshnostej sredstv izmerenij. – L.: E'nergoatomizdat, 1990.
5. Bochkov M.V., Novikov E.I., Tarakanov O.V. Proektirovanie avtomatizirovanny'x sistem obrabotki informacii i upravleniya: kurs lekciy pod red. M.V. Bochkova. – Oryol: Akademiya FSO Rossii, 2007. – 406 s.
6. Kudryashova Zh.F., Rabinovich S.G. Metody' obrabotki rezul'tatov nablyudenij pri kosvenny'x izmereniyax. – L.: E'nergiya, 1975. – S. 3-58.
7. Voevodin V.V., Voevodin V.I.V. Parallel'ny'e vy'chisleniya. – SPb.: BXV-Peterburg, 2002.
8. Dimitri P. Bertsekas, John N. Tsitsiklis. Parallel and Distributed Computation. Numerical Methods. – Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.

Д.В. ХРИСТЕНКО

МЕТОД ЭКСПЕРТНОЙ ГЕНЕРАЦИИ АЛЬТЕРНАТИВ РАЗВИТИЯ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье предлагается метод экспертной генерации альтернатив развития ИТ-инфраструктуры предприятия в рамках ИТ-подразделения. Условия генерации альтернатив предполагают частичную формализацию системы требований и ограничений на ресурсы. Метод генерации базируется на основе привлечения множества экспертов, объединенных в рамках сетей распределенных экспертно-моделирующих систем и использования ими единой гибридной модели ИТ-инфраструктуры для первоначального анализа пригодности альтернатив.

Ключевые слова: ИТ-инфраструктура; альтернатива; развитие; метод; экспертно-моделирующая система.

ВВЕДЕНИЕ

ИТ-инфраструктура является основой для автоматизации технологических и управленческих процессов предприятия. Для эффективной организации ИТ-инфраструктуры в условиях развития предприятия и изменений внешней среды необходимо осуществлять модернизацию ее компонентов. Управление развитием ИТ-инфраструктуры осуществляет система административного управления (САУ), основой которой является ИТ-подразделение. Для осуществления модернизации в интересах САУ выделяются организационные, технологические, финансовые и другие виды ресурсов. На рынке для модернизации предоставляется широкий спектр технологий, методов, систем и средств для организации компонентов ИТ-инфраструктуры, предложение которых непрерывно расширяется. В настоящее время каждый компонент может быть реализован различными способами. Также происходит усложнение ИТ-инфраструктуры как за счет увеличения количества задач, решаемых в автоматизированном режиме, так и за счет усложнения самих технологических решений. Как следствие, в такой ситуации происходит увеличение количества альтернатив организационно-технических решений, которые могут быть применены для модернизации существующей ИТ-инфраструктуры предприятия. В большинстве случаев задача модернизации решается методами аналогии (повторного применения известных решений) [1], однако на практике в ИТ-области часто в рамках конкретной САУ отсутствуют необходимые знания. В этом случае решается задача разработки проекта модернизации, качественная реализация которого предполагает анализ множества альтернатив. Возникает необходимость построения такого множества альтернатив проектов модернизации, которое, с одной стороны, было бы достаточно мало, чтобы было возможным принимать решения, с другой – обеспечивало бы перекрытие всего спектра допустимых решений. Современные методы построения альтернатив такого множества, особенно в условиях нечеткости требований к результатам и большого размера предметной области ИТ-инфраструктуры, в настоящее время в полной мере не решены, поскольку либо существенным образом ограничивают область допустимых решений, либо чрезвычайно ресурсоемка. Это приводит к противоречию между необходимостью оперативного формирования проектов модернизации при высокой интенсивности таких задач в ИТ-подразделениях крупных предприятий и отсутствием методов, позволяющих это осуществлять. Указанное противоречие приводит к возникновению необходимости решения проблемы разработки метода генерации альтернатив развития ИТ-инфраструктуры предприятия. Разработка такого метода позволит повысить эффективность принимаемых решений по развитию за счет лучшего качества проектов модернизации. При решении указанной проблемы выделяются следующие ограничения на условия генерации альтернатив:

1. Рассматривается крупная ИТ-инфраструктура с количеством управляемых объектов (рабочих станций, серверов, служб, сервисов, активного оборудования) в диапазоне от

нескольких сотен до нескольких тысяч. Такие ИТ-инфраструктуры характерны для крупных промышленных предприятий, ВУЗов, крупных государственных и муниципальных учреждений, банков.

2. Выделяется централизованная структура в составе предприятия, осуществляющая оперативное и административное управление ИТ-инфраструктурой (управление или отдел автоматизации – ИТ подразделение). В рамках этой структуры действует штат сотрудников, осуществляющий поддержание требуемых показателей качества ИТ-обслуживания сотрудников предприятия.

3. Рассматривается этап генерации альтернатив вариантов развития ИТ-инфраструктуры. При этом считается, что потребности пользователей ИТ-инфраструктуры определены, а также определен требуемый уровень качества обслуживания (диапазон). Определены лимиты ресурсов (технических и финансовых), возможных к использованию в процессе модернизации, однако заданы они в нечеткой форме.

4. Для экспертов, осуществляющих генерацию множества альтернатив, известна обобщенная модель ИТ-инфраструктуры, задающая с некоторой степенью точности ограничения на применяемые технологии, методы и технические средства и системы.

Рассматриваемая система ограничений определяет рассматриваемую проблему как проблему генерации множества альтернатив в условиях нечеткости исходных данных и большого объема допустимых вариантов. Интенсивность задач, решение которых связано с преодолением такой проблем, для ИТ-подразделений крупных предприятий является значительной и обычно составляет порядка до нескольких задач в сутки.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО УРОВНЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Необходимость анализа нескольких альтернатив при проектировании развития ИТ-инфраструктуры обусловлена нечеткостью исходных данных и множеством вариантов проектов модернизации, имеющих сопоставимую эффективность. В связи с этим к процессу генерации альтернатив модернизации компонентов ИТ-инфраструктуры предъявляются требования полноты – метод генерации должен позволять генерировать множество вариантов модернизации, удовлетворяющих нечеткой системе требований с учетом их реализуемости.

В соответствии с теорией принятия решений [2] выделяются экспертные и аналитические методы генерации альтернатив. Экспертные методы предполагают генерацию альтернатив на основе опыта экспертов с использованием интеллектуальных методов. Среди экспертных методов выделяются методы, связанные с обеспечением формирования полного множества альтернатив на основе стимулирования экспертов (метод Делфи, экспертных групп, экспертных опросов и т.п.). Они применяются для формирования небольшого (первоначального) множества альтернатив. Экспертами при генерации альтернатив применяются методы аналогии [1, 3], позволяющие применять известные решения для конкретной ситуации модернизации. При решении задач разработки и модернизации компонентов ИТ-инфраструктур широко применяются методы решения изобретательских задач, разработанные в рамках теории решения изобретательских задач ТРИЗ [4].

Аналитические методы предполагают решение задач построения множества альтернатив на основе методов синтеза. При этом решаются две частные задачи: архитектурного синтеза вариантов ИТ-компонента и расширения исходного множества альтернатив. Для решения первой задачи применяются методы структурного проектирования [5], описания архитектур [6], архитектурно-ориентированного проектирования [7], подход к проектированию, ориентированный на цель [8, 9], которые предполагают формализацию системы критериев, ограничений, ресурсов и аналитическое построение множества альтернатив. Решение задачи расширения множества альтернатив предполагает морфологическое описание обобщенной альтернативы и на его основе путем варьирования различных параметров автоматической генерации альтернатив. При этом используются методы направленного перебора, генетические и эвристические алгоритмы. Следует отметить, что для ИТ-области применение морфологического описания альтернатив не нашло широкого

распространения, что связано с ее сложностью. В литературе рассматриваются только исследования по отдельным направлениям, например, выбор вычислительной платформы [6]. Следует заметить, что применение аналитических методов в настоящее время нашло применение только для специфических сложных задач, не имеющих аналогов, из-за значительного расхода ресурсов на их решение.

Существующие методики административного управления ИТ-инфраструктурой, в частности, ISO 20000, ITIL, CMMI и eSCM-SP, определяют выбор и обоснование перспективного направления совершенствования, то есть определения требований к качеству обслуживания. При этом вопросам разработки множества вариантов развития уделяется недостаточно внимания. Основные усилия направлены на использование опыта соответствующих руководителей и ИТ-консультантов. При этом значительная роль отводится решению вопросов обобщения опыта в области ИТ-разработки и интеграции, которые в основном реализуются у крупных системных интеграторов, имеющих значительный опыт внедрения новых компонентов ИТ.

В большинстве ИТ-подразделений для решения задачи генерации множества альтернатив применяется опыт экспертов (как внутренних, так и внешних), а также используется методов аналогий. При этом для решения наиболее важных задач модернизации привлечение ИТ-консультантов является широко распространенной практикой. В целом, в рамках ИТ-подразделений отмечается сложность обобщения опыта во всей области ответственности, в том числе, за счет быстрого развития отрасли.

Анализ существующих подходов к построению полного множества альтернатив развития ИТ-инфраструктуры показывает отсутствие методов, которые бы позволяли генерировать требуемое множество. Это приводит к отсутствию в рамках ИТ-подразделения необходимого инструментария по выработке наилучших проектов модернизации ИТ-инфраструктуры, что в свою очередь снижает эффективность ее развития.

МЕТОД ЭКСПЕРТНОЙ ГЕНЕРАЦИИ АЛЬТЕРНАТИВ РАЗВИТИЯ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

В настоящей работе в целях повышения полноты анализа возможных направлений совершенствования предлагается модифицированный метод генерации альтернатив, базирующийся на методе очно-заочного экспертного опроса. Необходимость привлечения группы экспертов определяется низкой степенью формализации моделей ИТ-инфраструктур и значительным количеством возможных вариантов развития, что в большинстве случаев не позволяет использовать методы аналитического синтеза. Метод базируется на методах извлечения знаний из экспертов и баз знаний, обобщающих опыт в области модернизации ИТ-инфраструктур.

Исходными данными для метода генерации альтернатив являются: описание целевых показателей качества обслуживания (система требований); ограничения на выделяемые ресурсы; возможности ИТ-подразделения; технологическая модель ИТ-инфраструктуры, задающая ограничения на возможность применения тех или иных технологий; база знаний альтернатив технологий и компонентов; база выполненных проектов.

Результатами применения метода является множество альтернатив по модернизации компонентов ИТ-инфраструктуры в рамках обеспечения заданных параметров качества ИТ-обслуживания сотрудников предприятия. При этом под альтернативой модернизации понимается архитектурный облик проекта модернизации. Он представляет собой обобщенное описание проекта модернизации, который включает в себя комплекс мер по развитию ИТ-инфраструктуры от текущего состояния к требуемому, внедряемые новые технологии, технические и программные средства, а также обобщенную оценку ресурсоемкости и реализуемости. Вариант проекта модернизации должен согласовываться с концепцией и стратегией развития ИТ-инфраструктуры предприятия. Для успешной модернизации ИТ-инфраструктуры назначается руководитель проекта, обладающий правами принятия решений в рамках проекта, в том числе, и по выбору лучшей альтернативы.

Метод генерации альтернатив модернизации ИТ-инфраструктуры базируется на базе применения технологии РЭМС-сетей [10] и последовательном выполнении нескольких этапов (рис. 1).

1. На первом этапе организуется подбор экспертов для решения слабо формализованной задачи поиска альтернатив. В зависимости от важности исходной задачи определяется необходимое количество и состав экспертов в соответствии с их квалификацией. При необходимости привлекаются внешние эксперты от организаций, специализирующихся на разработке и внедрении соответствующих компонентов ИТ-инфраструктуры.

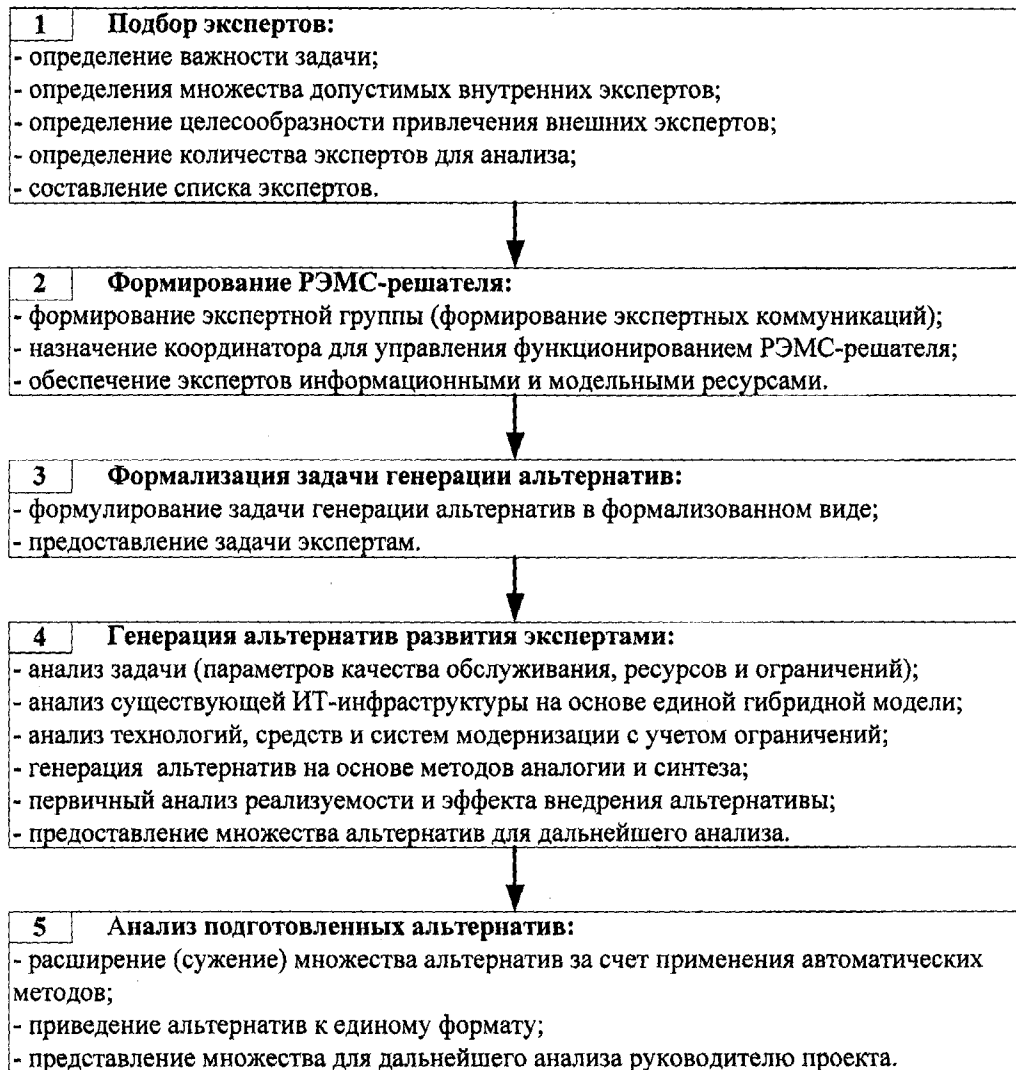


Рисунок 1 – Метод экспертной генерации альтернатив развития ИТ-инфраструктуры предприятия

2. На втором этапе подобранные эксперты объединяются в группу (в соответствии с терминологией сетей РЭМС создается РЭМС-решатель). В состав группы входят очные, заочные и виртуальные эксперты. Очные и заочные эксперты представлены местными и удаленными экспертами, а виртуальные – системами извлечения знаний из баз знаний, функционирующих на основе гибридной технологической модели ИТ-инфраструктуры. Группа экспертов обеспечивается технологическими ресурсами по работе с компонентами

модели ИТ-инфраструктуры для подготовки альтернатив. Для управления функционированием РЭМС-решателя назначается РЭМС-координатор.

3. Третий этап заключается в частичной формализации задачи модернизации в виде удобном для экспертного анализа. На этом этапе осуществляется частичная формализация задачи в виде, достаточном для подготовки альтернатив; формализация выполняется РЭМС-координатором совместно с руководителем проекта. При наличии внешних экспертов осуществляется более детальная проработка задачи.

4. Четвертый этап предполагает генерацию альтернатив множеством экспертов. Каждый эксперт на основе анализа задачи, знаний в области ИТ-технологий, технологической модели ИТ-инфраструктуры с использованием инструментальных средств осуществляет генерацию нескольких альтернатив модернизации, реализующих достижение заданного целевого эффекта. Альтернативы при этом генерируются в формализованном виде, формат представления которых задан в рамках ИТ-подразделения. Основными компонентами инструментальных средств являются: виртуальная система гибридного моделирования, предназначенная для оценивания эффекта от реализации альтернативы; виртуальная система информационного обеспечения, предназначенная для анализа информационных источников по информационным технологиям; база знаний по информационным технологиям. Генерация альтернатив различными экспертами повышает полноту охвата возможных вариантов модернизации с учетом системы ограничений. Подготовленные альтернативы планов модернизаций предоставляются РЭМС-координатору.

5. На пятом этапе осуществляется анализ подготовленных альтернатив и приведение их множества к требуемому виду. При этом осуществляется генерация новых альтернатив (в том числе, автоматическими методами), удаление похожих альтернатив, вторичная унификация формата представления. Выполнение данной операции осуществляется РЭМС-координатором. Результатом данного этапа является множество альтернатив в типизированном виде, предоставляемое руководителю проекта для дальнейшего анализа.

Генерация альтернатив осуществляется непосредственно экспертами с использованием методик генерации планов модернизации ИТ-инфраструктуры. В основе таких методик лежат методы синтеза проектов модернизации: структурное проектирование человеко-машинных систем [5], построение баз данных частных альтернатив [11], задание множества альтернатив процессов функционирования человеко-машинных систем на продукционно-предикатных моделях [12], описание архитектуры [6], а также метод аналогии. Все методы адаптированы к области ИТ-проектирования. При этом для успешного применения рассматриваемых методов используется техническая инфраструктура обеспечения экспертизы, включающая подсистемы моделирования, мониторинга, информационного обеспечения и хранения знаний. Наиболее важным компонентом такой системы является виртуальная система гибридного моделирования (ВСГМ), предназначенная для представления ИТ-инфраструктуры с различной степенью детализации (рис. 2).

Виртуальная система гибридного моделирования является основой для прогнозирования состояния ИТКС в процессе принятия решений по развитию и управлению. В общем случае, ВСГМ является распределенной системой моделирования, управляющей динамическим множеством локальных и удаленных серверов моделирования, базами моделей и методик, а также процессом обработки запросов экспертов и администраторов ИТ-инфраструктуры (процессом моделирования компонентов ИТ-инфраструктур, а также проектов управленческих решений). Архитектура ВСГМ имеет облачный вид, в котором отдельные компоненты-модели могут потребляться в виде сервисов, и состоит из следующих компонентов:

- распределенная система управления запросами на моделирование;
- облако серверов моделирования (локальных и удаленных серверов, предоставляющих сервисы моделирования в различных средах);

- облако баз моделей компонентов ИТКС и методик моделирования (динамического набора моделей компонентов ИТКС, которые предоставляются в виде сервисов доступа к моделям требуемых компонентов);
- среда взаимодействия, обеспечивающая интеграцию элементов ВСГМ в единое целое;
- система основного и административного управления ВСГМ.

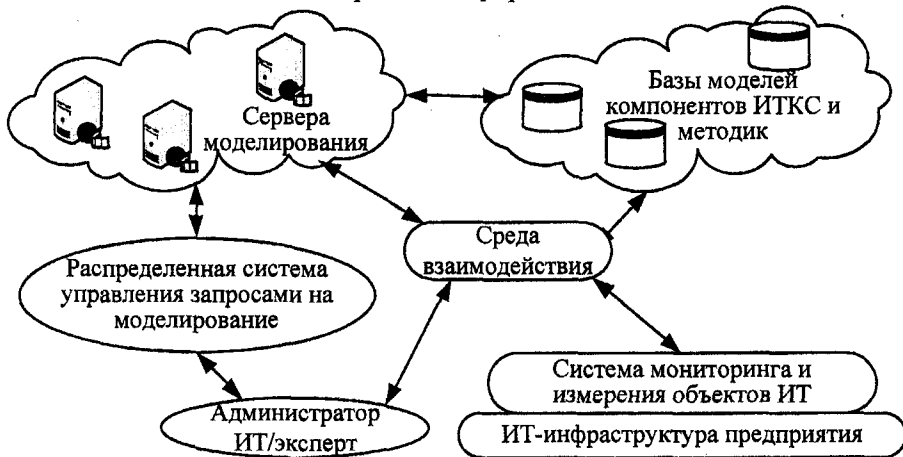


Рисунок 2 – Виртуальная система гибридного моделирования как основа инструментальной среды обеспечения экспертизы

Значительную роль в процессе генерации альтернатив играет организация технической инфраструктуры обеспечения экспертизы, объединяющая разрозненные системы проведения экспертиз в единое целое. Основой для взаимодействия является интегрированная среда, поддерживающая объединение функций управления несколькими одновременно функционирующими РЭМС-решателями. Основой для создания такой системы является комплексная система управления, функционирующая на основе системы управления проектами, предполагающей управление функционированием РЭМС-решателем, и системы электронного документооборота, осуществляющей коммуникации и управление ими между экспертами и ответственным. Методической базой инфраструктуры является набор методик по управлению и предоставлению результатов экспертизы. Для повышения производительности дальнейшей обработки альтернатив задачи и форматы альтернатив должны быть формализованы.

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Повышение полноты и адекватности генерируемых альтернатив с использованием представленного метода предполагается за счет двух основных причин. Во-первых, эксперт за счет использования существующих методик [5, 11, 12] может сгенерировать большее количество альтернатив, а с использованием инструментальных средств осуществить быструю проверку их реализуемости и эффективности. Во-вторых, привлечение множества экспертов позволяет повысить общее количество генерируемых альтернатив. В целом внедрение такой системы приводит к повышению уровня проработанности вопросов модернизации ИТ-инфраструктуры предприятия.

В рамках совершенствования процессов административного управления ИТ-инфраструктурой предприятия прототип метода генерации альтернатив и обеспечивающей системы по его реализации на основе РЭМС-сетей внедрен в деятельность ИТ-подразделения вуза. Система поддержки экспертизы включает в свой состав следующие компоненты:

- система электронного документооборота на основе Novell GroupWise, использованная для обмена заданиями и результатами экспертиз;

- система видео/аудио конференц-связи VideoPort, для групповой постановки задачи экспертизы;

- набор офисных программ для подготовки результатов экспертизы и документирования работы экспертных групп.

Виртуальная система информационного обеспечения базируется на web-средствах доступа к электронным библиотекам ИТ-подразделения и вуза, а также через web-browser ко внешним информационным ресурсам. Виртуальная система гибридного моделирования базируется на основе распределенной среды моделирования типа РГИК [13], предоставляющей многопользовательский доступ через web-интерфейс к разнородным серверам и средам моделирования (LabVIEW, Mathcad, MatLab, AnyLogic, GPSS, выполняемые имитационные и полунатурные модели компонентов ИТ-инфраструктуры).

Размер множества привлекаемых экспертов составил около 50 человек по четырем основным направлениям деятельности ИТ-подразделения (сетевая инфраструктура, терминальные устройства, программные средства, информационные и аналитические системы). Для работы экспертов и обеспечения их взаимодействия разработан набор соответствующих методик.

В качестве первоочередных задач для их решения на основе РЭМС-сетей рассматривались сложные задачи подготовки предложений по модернизации ИТ-инфраструктуры. Интенсивность задач такого класса составляет около 1 задачи в неделю. Основные отмечаемые недостатки – малая альтернативность предложений, необходимость привлечения высококвалифицированного(ых) эксперта(ов) на длительное время.

Результаты внедрения нового метода в практику административного управления ИТ-подразделения показали, что за счет внедрения распределенного экспертного опроса повышается количество альтернатив, предлагаемых для принятия решения руководителю проекта. При этом произошло некоторое увеличение временных затрат ресурсов. Однако повышение общего качества генерируемых альтернатив и большая полнота покрытия области допустимых решений позволяют сделать вывод об общем повышении эффективности мероприятий модернизации в целом.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В результате исследования разработан метод экспертной генерации альтернатив развития ИТ-инфраструктуры предприятия в условиях неопределенности. Предложенный метод базируется на основе метода группового экспертного опроса и использования системы обеспечения экспертизы, основным компонентом которой является единая гибридная модель ИТ-инфраструктуры. В качестве частных методик экспертизы используются известные методики генерации альтернатив, применяемые в процессе проектирования сложных человеко-машинных систем. Внедрение метода в практику ИТ-подразделения показало повышение количества и полноты генерации альтернатив при одновременном увеличении затрат времени. Целевой эффект при этом превысил расходы на дополнительные затраты ресурсов. Анализ результатов внедрения метода показал необходимость дальнейшего совершенствования архитектуры системы обеспечения экспертизы и ее компонентов с целью повышения эффективности анализа частных альтернатив (оперативности и адекватности) и снижения непродуктивных затрат экспертов на выполнение рутинных функций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев И.Б. Методы и алгоритмы определения архитектуры и функционально-организационного содержания распределенных геоинформационных систем: автореферат к.т.н. 05.13.01. – Москва, 2008.
2. Найханова Л.В., Дамбаева С.В. Методы и алгоритмы принятия решений в управлении учебным процессом в условиях неопределенности: монография. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. – 164 с.: ил.

3. Гриф М.Г., Гениатулина Е.В. Методы формирования множества альтернатив процесса функционирования человеко-машинных систем на основе аналогий // Сборник научных трудов НГТУ, 2008. – № 1(51). – С. 35-40.
4. Плаксин М.А. Применение средств ТРИЗ для поиска путей увеличения емкости кэш-памяти при работе с базами данных // Вестник Пермского университета. Серия «Математика. Механика. Информатика». – 2009. – № 7. – С. 100-109.
5. Зайков А.В. Метод структурного проектирования человеко-машинных систем // Сборник научных трудов НГТУ. – 2006. – № 3(45). – С. 25-30.
6. Топорков В.В. Генерация архитектурных решений вычислительных систем на основе масштабирования операций // Автоматика и вычислительная техника, 2001. – № 6. – С. 42-51.
7. Шайдулин Р.Ф., Харитонов В.А. Интеллектуальные технологии повышения эффективности информационных систем // Научный журнал КубГАУ. – 2010. – № 60(06). – 32 с.
8. Grau G., Franch X. A Goal-Oriented Approach for the Generation and Evaluation of Alternative Architectures // Software Architecture In Software Architecture. – Vol. 4758. – 2007. – P. 139-155.
9. Grau G.C. An i*-based Reengineering Framework for Requirements Engineering // Doctoral Theses, 2008. – Catalunya. – 279 p.
10. Христенко Д.В., Лебедеко Е.В., Воробьев А.А. Сеть распределенных экспертно-моделирующих систем и методика оценки ее качества // Известия ОрелГТУ. – № 4. – Серия 2. – 2007. – С. 207-214.
11. Тимофеев А.В., Димитриченко Д.П. Модели и методы многокритериальной оптимизации альтернатив // Труды СПИИРАН. – Вып. 7. – СПб.: Наука, 2008. – С. 182-194.
12. Гриф М.Г., Цой Е.Б. Реализация метода последовательного анализа вариантов при оптимизации сложных систем по нечетким и вероятностным показателям // Сиб. ж. индустр. матем. – 2001. – Т. 4. – № 2(8). – С. 123-141.
13. Гришаков В.Г., Лебедеко Е.В. Моделирование организации распределенного гибкого комплекса подразделения головного администрирования АСУП // Информационные системы и технологии (Известия ОрелГТУ). – № 4/54(567). – 2009. – С. 49-54.

Христенко Дмитрий Викторович
 Академия ФСО России, г. Орел
 Кандидат технических наук, нач. отдела автоматизации
 Тел.: 8 (4862) 54-97-00
 E-mail: dvch@academ.msk.rsnet.ru

D.V. HRISTENKO (*Candidate of Engineering Sciences*)
Academy of Federal Agency of protection of the Russian Federation, Orel

THE METHOD OF THE ENTERPRISE IT-INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT ALTERNATIVE GENERATION

The method of the enterprise IT-infrastructure development alternative generation are suggested in the article. The system requirements for IT-infrastructure quality are defined, resources limits are partially formalized and initialize. Generation method based on involving many experts, united in the networks of dispersed expert-modelling systems, and using integrated hybrid IT-infrastructure model for primary analysis of alternative validity.

Keywords: *IT-infrastructure; alternative; development; method; decision-making.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Alekseev I.B. Metody' i algoritmy' opredeleniya arxitektury' i funkcional'no-organizovannogo sodержaniya raspredelyonny'x geoinformacionny'x sistem: avtoreferat k.t.n. 05.13.01. – Moskva, 2008.
2. Najxanova L.V., Dambaeva S.V. Metody' i algoritmy' prinyatiya reshenij v upravlenii uchebny'm processom v usloviyax neopredelyonnosti: monografiya. – Ulan-Ude': Izd-vo VSGTU, 2004. – 164 s.: il.
3. Grif M.G., Geniatulina E.V. Metody' formirovaniya mnozhestva al'ternativ processa funkcionirovaniya cheloveko-mashinny'x sistem na osnove analogij // Sbornik nauchny'x trudov NGTU, 2008. – № 1(51). – С. 35-40.

4. Plaksin M.A. Primenenie sredstv TRIZ dlya poiska putej uvelicheniya yomkosti ke'sh-pamyati pri rabote s bazami dannyy'x // Vestnik Permskogo universiteta. Seriya «Matematika. Mexanika. Informatika». – 2009. – № 7. – S. 100-109.
5. zajkov A.V. Metod strukturnogo proektirovaniya cheloveko-mashinny'x sistem // Sbornik nauchny'x trudov NGTU. – 2006. – № 3(45). – S. 25-30.
6. Toporkov V.V. Generaciya arxitekturny'x reshenij vy'chislitel'ny'x sistem na osnove masshtabirovaniya operacij // Avtomatika i vy'chislitel'naya texnika, 2001. – № 6. – S. 42-51.
7. Shajdulin R.F., Xaritonov V.A. Intellektual'ny'e tehnologii povy'sheniya e'ffektivnosti informacionny'x sistem // Nauchny'j zhurnal KubGAU. – 2010. – № 60(06). – 32 s.
8. Grau G., Franch X. A Goal-Oriented Approach for the Generation and Evaluation of Alternative Architectures // Software Architecture In Software Architecture. – Vol. 4758. – 2007. – P. 139-155.
9. Grau G.C. An i*-based Reengineering Framework for Requirements Engineering // Doctoral Theses, 2008. – Catalunya. – 279 p.
10. Kristenko D.V., Lebedenko E.V., Vorob'yov A.A. Set' raspredelyonny'x e'kspertno-modeliruyushhix sistem i metodika ocenki eyo kachestva // Izvestiya OryolGTU. – № 4. – Seriya 2. – 2007. – S. 207-214.
11. Timofeev A.V., Dimitrichenko D.P. Modeli i metody' mnogokriterial'noj optimizacii al'ternativ // Trudy' SPIIRAN. – Vy'p. 7. – SPb.: Nauka, 2008. – S. 182-194.
12. Grif M.G., Czoj E.B. Realizaciya metoda posledovatel'nogo analiza variantov pri optimizacii slozhny'x sistem po nechuyotkim i veroyatnostny'm pokazatelyam // Sib. zh. industr. matem. – 2001. – T. 4. – № 2(8). – S. 123-141.
13. Grishakov V.G., Lebedenko E.V. Modelirovanie organizacii raspredelyonnogo gibkogo kompleksa podrazdeleniya golovnoho administrirovaniya ASUP // Informacionny'e sistemy' i tehnologii (Izvestiya OryolGTU) – № 4/54(567). – 2009. – S. 49-54.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

УДК 08.00.05

Р.В. ЧУЖИНОВ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ
ИНФОРМАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

Информационная безопасность как неотъемлемая составная часть экономической безопасности организаций на данный момент является наиболее актуальным вопросом в нашей стране. В связи с изданием последних законов в этой области многие организации столкнулись с проблемой защиты данных в соответствии с нормами. В данной статье описывается поэтапное решение поставленной задачи.

Ключевые слова: экономическая безопасность; информационные потоки данных; информационная защита; конфиденциальная информация; персональные данные.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Как известно, экономическая безопасность для предприятия – это состояние стабильного функционирования и наиболее эффективного использования ресурсов. Достижение такого состояния характеризуется совокупностью качественных и количественных показателей. Отсюда следует, что экономическая безопасность сама по себе является комплексом, в котором все его составные части функционируют неотъемлемо друг от друга. Каждая из этих составных частей имеет свое направление деятельности и свои функции, существенно отличающиеся друг от друга в своем содержании (рис. 1).

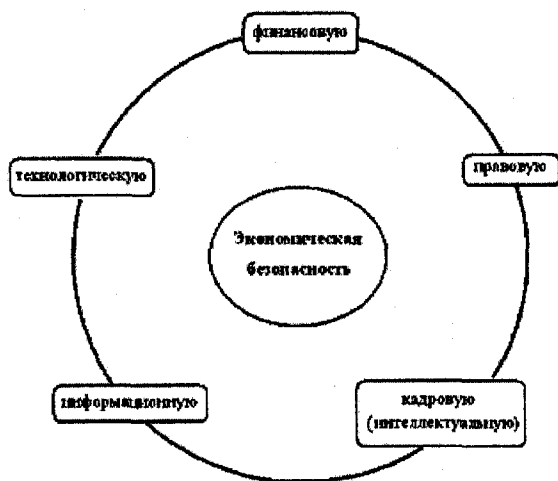


Рисунок 1. Экономическая безопасность организации.

Все эти компоненты играют огромную роль, поскольку по большому счету взаимодополняют друг друга, не смотря на то, что работают по разным направлениям и отличаются своей спецификой.

1) Финансы – капитал предприятия, заемные финансовые ресурсы; позволяют приобретать и поддерживать остальные корпоративные ресурсы, изначально отсутствующие у предприятия.

2) Кадры – это менеджеры предприятия, штат инженерного персонала, производственных рабочих и служащих; их знания, опыт и навыки являются основным звеном.

3) Информация – это ресурс, касающийся всех сторон деятельности

предприятия. В настоящее время является наиболее ценным и дорогостоящим из всех ресурсов предприятия. Это все персональные данные о сотрудниках предприятия, партнеров и деловых сделках; в зависимости от области деятельности компания также может владеть персональными данными клиентов. Сюда же входит информация об изменении ситуации, касающейся каких-либо аспектов данного бизнеса, доступ к информации со стороны партнеров и аутсорсинговых партнеров; своевременное получение информации об изменении на рынке позволяет предприятию адекватно реагировать и принимать необходимые меры.

4) Технология – на основе имеющихся финансовых, информационных и кадровых возможностей предприятие приобретает необходимое оборудование.

5) Правовая – во-первых, под понятием правовая составляющая понимается контроль соблюдения на предприятии действующего законодательства, но также включает в себя права

на использование патентов, лицензии и квоты на использование природных ресурсов, экспортные квоты, права на пользование землей. Использование этого ресурса позволяет предприятию прибегнуть к передовым технологическим разработкам, не проводя собственных дорогостоящих научных исследований, а также получать доступ к таким возможностям развития бизнеса, которые не являются общедоступными.

На данный момент большое внимание уделяется именно информационным ресурсам, поскольку потеря информации в организации играет большую роль, что может привести в худшем случае к банкротству. Правительство Российской Федерации за последние годы издало несколько законов, касающихся вопросов информационной безопасности на предприятиях, наиболее обсуждаемым из которых стал закон о защите персональных данных. Под понятием «персональные данные» понимаются такие данные о человеке, как фамилия, имя, отчество, дата и место рождения, адрес, семейное, социальное и имущественное положение, образование, профессия, информация о доходах и многое другое. В соответствии с законом все организации должны соблюдать ряд норм в процессе обработки информационных потоков в организации.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ПОТОКОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ ДАННЫХ

Система защиты персональных данных нужна фактически любой организации. В случае нарушения положений закона о защите персональных данных компания может быть привлечена к судебному разбирательству (вплоть до приостановления действий компании, аннулирования соответствующих лицензий), а виновные лица – к гражданской, уголовной, административной или дисциплинарной ответственности. Согласно закону, информационные системы персональных данных должны быть приведены в соответствии с требованиями законодательства не позднее 1 января 2010 года. В связи с высокой сложностью выполнения поставленной цели срок был продлен до 1 июля 2011 в соответствии с Федеральным законом от 23 декабря 2010 № 359-ФЗ.

Еще одну угрозу персональным данным представляет доступ к информации со стороны партнеров и аутсорсинговых партнеров. Хотя в России культура аутсорсинга сравнительно слабо развита, только две трети (64,3%) отечественных компаний имеют монопольный доступ к персональным данным, 24,7% организаций делятся информацией с дочерними и материнскими структурами, оставшиеся 11% несут риски утечки информации через партнеров. В данных условиях построение защищенных информационных систем персональных данных является актуальной и злободневной задачей.

Несоблюдение или нарушение требований по защите персональных данных может привести к следующим последствиям:

1. судебные иски со стороны сотрудников, партнеров и клиентов;
2. принудительное приостановление или прекращение обработки персональных данных (блокировка всей текущей деятельности компании);
3. приостановление действия или аннулирование лицензии по основным видам деятельности компании;
4. привлечение оператора персональных данных к административной или иной ответственности.

Данный вопрос достаточно остро встал перед организациями, предприятиями, а также перед простыми гражданами, принимая государственные масштабы. В Соединенных Штатах уже давно существует масса государственных законов, касающихся хранения, передачи, а так же использования информации, относящейся к категории «конфиденциальной». Правительство Российской Федерации в последнее время довольно тщательно начало заниматься этой проблемой, в связи с чем было выпущено немало федеральных законов и положений.

Как уже было сказано ранее, в соответствии с законами к организации предъявляется ряд требований во время обработки информационных потоков. Поскольку весь процесс

обработки информации можно разбить на три составных процесса (получение, хранение, передача), то необходимо выделить все нормы обеспечения безопасности на каждом из этих процессов (табл. 1).

Таблица 1 – Обработка информационных потоков

Получение	Хранение	Передача
Контроль и надзор за выполнением требований, установленных Российской Федерацией, осуществляются федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в области обеспечения безопасности, и федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в области противодействия техническим разведкам и технической защиты информации, в пределах их полномочий и без права ознакомления с персональными данными, обрабатываемыми в информационных системах персональных данных.	Организация при обработке персональных данных обязана принимать необходимые организационные и технические меры, в том числе, использовать шифровальные (криптографические) средства для защиты персональных данных от неправомерного или случайного доступа к ним, уничтожения, изменения, блокирования, копирования, распространения персональных данных, а также от иных неправомерных действий.	Предотвращение несанкционированного доступа к информации и (или) передачи ее лицам, не имеющим права на доступ к информации.
	Правительство Российской Федерации устанавливает требования к обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных, требования к материальным носителям биометрических персональных данных и технологиям хранения таких данных вне информационных систем персональных данных.	Случаи и условия обязательного распространения информации или предоставления информации, в том числе, предоставление обязательных экземпляров документов, устанавливаются федеральными законами.
Использование и хранение биометрических персональных данных вне информационных систем персональных данных могут осуществляться только на таких материальных носителях информации и с применением такой технологии ее хранения, которые обеспечивают защиту этих данных от неправомерного или случайного доступа к ним, уничтожения, изменения, блокирования, копирования, распространения.		
Обеспечение защиты информации от неправомерного доступа, уничтожения, модифицирования, блокирования, копирования, предоставления, распространения, а также от иных неправомерных действий в отношении такой информации.		
Случаи и условия обязательного распространения информации или предоставления информации, в том числе, предоставление обязательных экземпляров документов, устанавливаются федеральными законами.	Организация обязана сообщить в уполномоченный орган по защите прав субъектов персональных данных по его запросу информацию, необходимую для осуществления деятельности указанного органа в течение семи рабочих дней с даты получения такого запроса.	Информация, распространяемая без использования средств массовой информации, должна включать в себя достоверные сведения о ее обладателе или об ином лице, распространяющем информацию, в форме и в объеме, которые достаточны для идентификации такого лица.
	Постоянный контроль обеспечения высокого уровня защищенности информации	Соблюдение конфиденциальности информации ограниченного доступа.
	Своевременное обнаружение фактов несанкционированного доступа к информации.	Предоставление информации осуществляется в порядке, который устанавливается соглашением лиц, участвующих в обмене информацией.
	Предупреждение возможности неблагоприятных последствий нарушения порядка доступа к информации.	

Предоставление информации осуществляется в порядке, который устанавливается соглашением лиц, участвующих в обмене информацией.	Недопущение воздействия на технические средства обработки информации, в результате которого нарушается их функционирование.	Реализация права на доступ к информации.
При использовании для распространения информации средств, позволяющих определять получателей информации, обеспечить получателю возможность отказа от такой информации.	Возможность незамедлительного восстановления информации, модифицированной или уничтоженной вследствие несанкционированного доступа к ней.	

ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЗАЩИТЫ ПОТОКОВ ДАННЫХ

Ранее было показано, на каком этапе и каким нормам защиты должен соответствовать информационный поток данных. Теперь необходимо выяснить, какими средствами можно достичь выполнения этих норм. Для удобства работы будем использовать четырехуровневую систему защиты. Четырехуровневая система защиты – это так называемый симбиоз различных направлений экономической безопасности организации. На практике нередко для достижения стабильности используются подобные симбиозы (рис. 2).

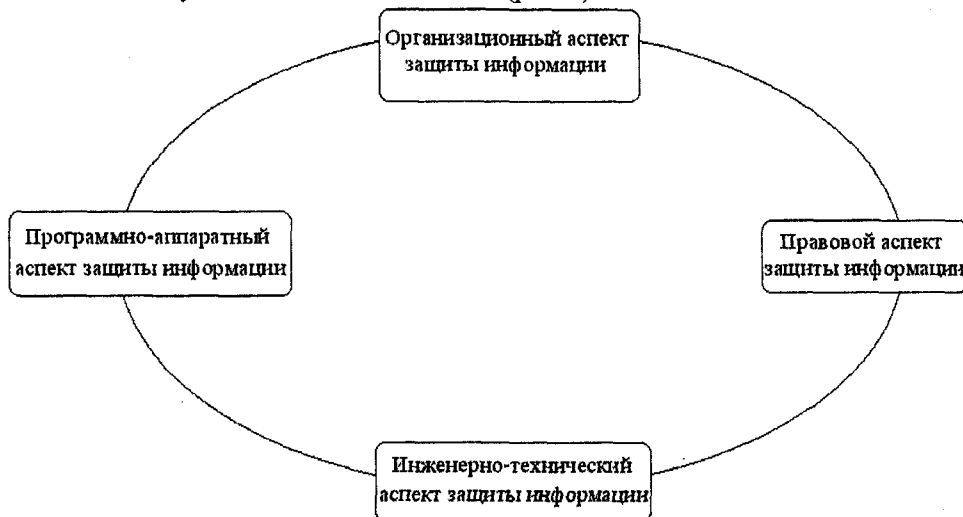


Рисунок 2 – Четырехуровневая система защиты

И-1 «Организационный аспект защиты информации» является организационным началом, так называемым «ядром» в общей системе защиты. От полноты и качества решения руководством предприятия и должностными лицами организационных задач зависит эффективность функционирования системы защиты информации в целом. Роль и место организационной защиты информации в общей системе мер, направленных на защиту конфиденциальной информации предприятия, определяются исключительной важностью принятия руководством своевременных и верных управленческих решений с учетом имеющихся в его распоряжении сил, средств, методов и способов защиты.

И-2 «Правовой аспект защиты информации» относится к юридическим аспектам вопроса.

И-3 «Программно-аппаратный аспект защиты информации» включает в себя соответствующее программно-аппаратное обеспечение.

И-4 «Инженерно-технический аспект защиты информации» – это аспект, к которому относятся меры предосторожности организации, такие, как сигнализация, охрана, видеонаблюдение.

Далее приводится таблица 2, основанная на четырехуровневой системе защиты, где отмечено выполнение поставленных норм.

Таблица 2 – Выполнение факторов на четырехуровневой системе защиты

Факторы	И-1	И-2	И-3	И-4
1. Организация при обработке персональных данных обязана принимать необходимые организационные и технические меры, в том числе использовать шифровальные (криптографические) средства, для защиты персональных данных от неправомерного или случайного доступа к ним, уничтожения, изменения, блокирования, копирования, распространения персональных данных, а также от иных неправомерных действий	+		+	+
2. Правительство Российской Федерации устанавливает требования к обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных, требования к материальным носителям биометрических персональных данных и технологиям хранения таких данных вне информационных систем персональных данных.	+	+	+	+
3. Контроль и надзор за выполнением требований, установленных Правительством Российской Федерации, осуществляются федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в области обеспечения безопасности, и федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в области противодействия техническим разведкам и технической защиты информации, в пределах их полномочий и без права ознакомления с персональными данными, обрабатываемыми в информационных системах персональных данных.	+	+	+	+
4. Использование и хранение биометрических персональных данных вне информационных систем персональных данных могут осуществляться только на таких материальных носителях информации и с применением такой технологии ее хранения, которые обеспечивают защиту этих данных от неправомерного или случайного доступа к ним, уничтожения, изменения, блокирования, копирования, распространения.				+
5. Организация обязана сообщить в уполномоченный орган по защите прав субъектов персональных данных по его запросу информацию, необходимую для осуществления деятельности указанного органа, в течение семи рабочих дней с даты получения такого запроса.		+		
6. Обеспечение защиты информации от неправомерного доступа, уничтожения, модифицирования, блокирования, копирования, предоставления, распространения, а также от иных неправомерных действий в отношении такой информации			+	+
7. Соблюдение конфиденциальности информации ограниченного доступа	+	+		
8. Реализацию права на доступ к информации		+	+	+
9. Предотвращение несанкционированного доступа к информации и (или) передачи ее лицам, не имеющим права на доступ к информации			+	+
10. Своевременное обнаружение фактов несанкционированного доступа к информации			+	+
11. Предупреждение возможности неблагоприятных последствий нарушения порядка доступа к информации			+	
12. Недопущение воздействия на технические средства обработки информации, в результате которого нарушается их функционирование				+
13. Возможность незамедлительного восстановления информации, модифицированной или уничтоженной вследствие несанкционированного доступа к ней	+		+	
14. Постоянный контроль за обеспечением уровня защищенности информации	+		+	+
15. Информация, распространяемая без использования средств массовой				

информации, должна включать в себя достоверные сведения о ее обладателе или об ином лице, распространяющем информацию, в форме и в объеме, которые достаточны для идентификации такого лица		+		
16. При использовании для распространения информации средств, позволяющих определять получателей информации, в том числе почтовых отправлений и электронных сообщений, лицо, распространяющее информацию, обязано обеспечить получателю информации возможность отказа от такой информации		+	+	
17. Предоставление информации осуществляется в порядке, который устанавливается соглашением лиц, участвующих в обмене информацией		+		
18. Случаи и условия обязательного распространения информации или предоставления информации, в том числе предоставление обязательных экземпляров документов, устанавливаются федеральными законами		+		

Как видно из таблицы 2, для выполнения всех необходимых норм, с которыми столкнулось на данный момент большинство организаций, можно использовать данную четырехуровневую систему, каждый аспект которой выполняет свою часть работы:

- Организационный аспект защиты информации призван посредством выбора конкретных сил и средств реализовать на практике спланированные меры по защите информации.
- Инженерно-технический аспект защиты информации в данном случае выступает как совокупность специальных технических средств и мероприятий по их использованию в целях защиты информации.
- Программно-аппаратный аспект защиты информации можно разбить на 5 групп:
 1. Системы идентификации и аутентификации пользователей.
 2. Системы шифрования дисковых данных.
 3. Системы шифрования данных, передаваемых по сетям.
 4. Системы аутентификации электронных данных.
 5. Средства управления криптографическими ключами.

Конечно, важную роль играет и правовой аспект защиты информации, ведь при организации защиты информации важно правильно ориентироваться во всем блоке действующей законодательной базы в этой области. Проблемы, связанные с правильной трактовкой и применением законодательства Российской Федерации в этой области, периодически возникают в практической работе, а также в ходе контроля эффективности принимаемых мер защиты. В частности, такие вопросы возникают применительно к трактовке «конфиденциальная информация».

РАЗГРАНИЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ ПО УРОВНЮ ЗАЩИТЫ

После того, как выбраны все формы защиты в соответствии с предъявляемыми нормами, приступаем к следующему этапу – разграничению обрабатываемой информации по уровню конфиденциальности.

При работе с информацией главную роль играет ее использование и перемещение в соответствии со всеми внутренними процессами организации, в том числе, ее получение, передача, хранение и т.д. На данный момент основной задачей любого предприятия является контроль всего документооборота, в частности ее защита.

Для рассмотрения защищенного документооборота необходимо первым делом разграничить весь поток данных по типам информации с целью определения уровня защиты, то есть потеря каких типов информации может привести к наибольшему ущербу:

1. Информация особой важности.
2. Важная информация.
3. Ограниченная.
4. Персональная.
5. Для внутреннего пользования (ДСП).

6. Информация общего доступа.

Исходя из данной градации типов информации можно определить входящие в их состав типы документов. Так как решаемые вопросы не опираются на какое-то конкретное предприятие, можно выделить основные процессы, присущие большинству организаций, например, это могут быть финансовые аспекты, взаимоотношение с деловыми партнерами и государственными организациями, клиенты данного предприятия или внутренние процессы.

Основываясь на этих данных, можно выделить основные виды документации, имеющейся на предприятии:

- нормативно-методические;
- руководящие;
- распределительные;
- финансово-бухгалтерские;
- организационные;
- информационно-справочные;
- кадровые.

Из полученных данных можно построить таблицу типов информации по уровню их важности (табл. 3).

Таблица 3 – Типы информации

№	Типы информации	Тип документов
1	Информация особой важности	Руководящие, финансово-бухгалтерские документы, (инновационные проекты, планы и стратегии развития бизнеса в новых отраслях)
2	Важная информация	Распределительные
3	Ограниченная	Организационные, нормативно-методические (приказы, указы, распоряжения)
4	Персональная	Персональные данные
5	Для внутреннего пользования	Кадровые
6	Информация общего доступа	Информационно-справочные

Как правило, к первому уровню относится документация, потеря или разглашение которой несет за собой тяжелый урон предприятию, вплоть до банкротства. Ко второму уровню относится документация, несущая за собой тяжелый урон, такой, как финансовые потери, скомпрометированная репутация, для восстановления которых требуется длительное время. К третьему уровню относится та информация, которая является так называемой внутренней руководящей, потеря данной информации не несет за собой тяжелых последствий, но может нанести вред, находясь в руках конкурентов. К четвертому уровню относятся персональные данные страхователей и сотрудников, защищенные в соответствии с законодательством. К пятому уровню относится информация, предназначенная для внутреннего пользования сотрудников (правила и нормы поведения, устав и т.д.). К шестому уровню относится информация, предназначенная для распространения и предоставления всем желающим. Далее надо определить уровень защиты данных. Для этого необходимо обозначить классы защиты (рис. 3).

Контроль элементов системы: состояние элементов системы; работоспособность элементов системы; правильность функционирования элементов системы; состояние параметров внешней среды.

Регистрация сведений: регистрирование всех фактов, возникших в процессе функционирования.

Уничтожение информации: своевременное уничтожение элементов информации, которые больше не нужны для функционирования.

Сигнализация: создание функционально-самостоятельной системы защиты; регулярное управление ее функционированием.

Реагирование: реагирование на проявление дестабилизации факторов.

Планирование защиты: выработка долгосрочной, среднесрочной и текущей программ действий.

Оперативно-диспетчерское управление защитой информации: организованное реагирование на непредвиденные ситуации, возникшие в процессе функционирования управляемых объектов или процессов.

Календарно-плановое руководство защитой: регулярный сбор информации; изменение условий защиты; анализ информации; корректировка планов.

Обеспечение повседневной деятельности отдела по защите информации: планирование; организация и оценка текущей деятельности; сбор, накопление и обработка информации; принятие текущих решений.

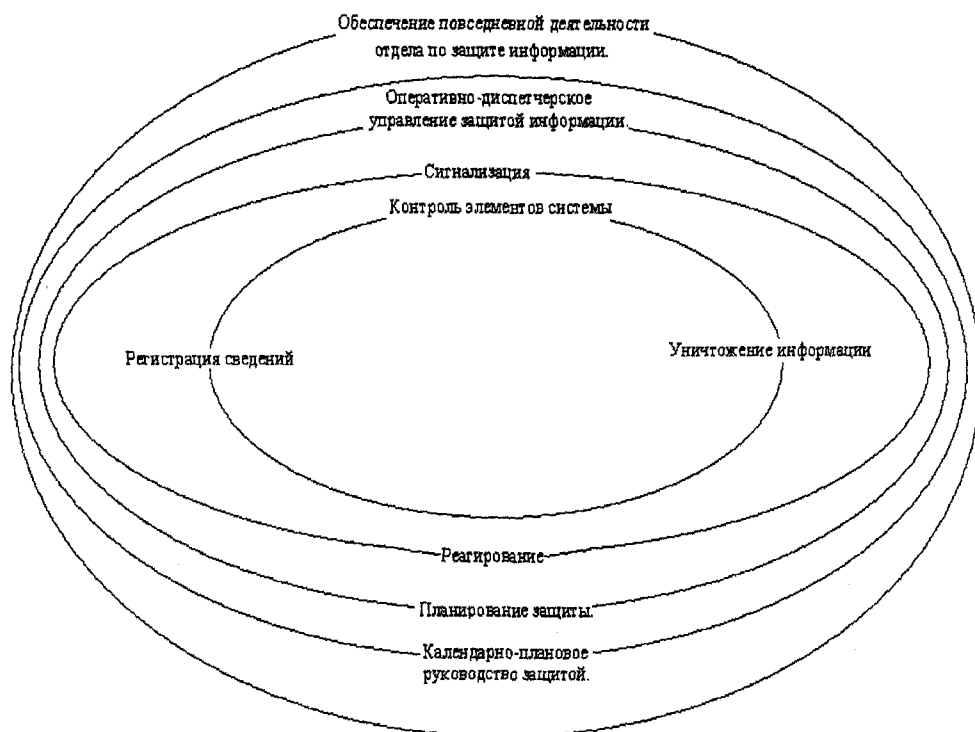


Рисунок 3 – Классификация защиты

Таким образом, выделены основные процессы предприятия и показаны основные виды информации, участвующие в данных процессах. Далее происходит простая расстановка приоритетов по важности обрабатываемой информации в соответствии со степенью ее защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интернет-журнал «С news издание о новых технологиях». – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cnews.ru>.
2. Приказ ФСБ России № 66 от 09 февраля 2005 года.
3. Приложение к Приказу Федерального агентства правительственной связи и информации при Президенте Российской Федерации № 152 от 13 июня 2001 года.
4. Указ Президента Российской Федерации № 334 от 3 апреля 1995 года.
5. Федеральный закон № 1-ФЗ от 10 января 2002 года «Об электронно-цифровой подписи».
6. Федеральный закон № 152-ФЗ от 27 июля 2006 года «О персональных данных».
7. Федеральный закон № 149-ФЗ от 27 июля 2006 года «Об информации, информационных технологиях и защите информации».

8. Федеральный закон № 359-ФЗ от 23 декабря 2010 года «О внесении изменения в статью 25 Федерального закона «О персональных данных».

Чужинов Роман Вячеславович

Южно-сахалинский институт экономики, права и информатики, г. Южно-Сахалинск

Аспирант кафедры «Компьютерные технологии и системы»

Тел.: 8 914 763 01 33

E-mail: Mag333@list.ru

R.V. CHUZHINOV (*The post-graduate student of department «Computer technologies and systems»
The South Sakhalin institute of economy, the right and computer science*)

ECONOMIC SECURITY FROM THE POINT OF VIEW OF INFORMATION PROTECTION

Information security as an inherent component of Economic Security of organizations is the most actual point in our country nowadays. Regarding to the promulgation of the last laws in this field most of organizations met the problem of data protection according to the standart. This article contains the staged solution of this problem.

Keywords: *economic security; information flows of data; protection; confidential information; personal data.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Internet-zhurnal «S news izdanie o novy'x texnologiyax». – [E'lektronny'j resurs]. – URL: <http://www.cnews.ru>.
2. Prikaz FSB Rossii № 66 ot 09 fevralya 2005 goda.
3. Prilozhenie k Prikazu Federal'nogo agentstva pravitel'svennoj svyazi i informacii pri prezidente Rossijskoj Federacii № 152 ot 13 iyunya 2001 goda.
4. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii № 334 ot 3 aprelya 1995 goda.
5. Federal'ny'j zakon № 1-FZ ot 10 yanvarya 2002 goda «Ob e'lektronno-cifrovoj podpisi».
6. Federal'ny'j zakon № 152-FZ oy 27 iyulya 2006 goda «O personal'ny'x danny'x».
7. Federal'ny'j zakon № 149-FZ ot 27 iyulya 2006 goda «Ob informacii, informacionny'x texnologiyax i zashhite informacii».
8. Federal'ny'j zakon № 359-FZ ot 23 dekabrya 2010 goda «O vnesenii izmeneniya v stat'yu 25 Federal'nogo zakona «O personal'ny'x danny'x».

УДК 681.3.06

Л.Е. ШЕРГИН

СОГЛАСОВАНИЕ СТРУКТУР МЫШЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА-ПРОЕКТИРОВЩИКА С СОЗДАВАЕМЫМИ ИМ ПРОЦЕССАМИ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ

В данной статье автор освещает проблему систематизации мыслительных, аналитических и управленческих суждений, согласуя их с выстраиваемыми процессами автоматического и автоматизированного программного управления узлами и объектами в целом. Обсуждаемые вопросы рассматриваются в русле развития образно-логического мышления.

Ключевые слова: промышленный контроллер; процесс; ситуация; образное мышление; притча.

При создании систем автоматизированного проектирования программ управления объектом, а также при разработке структур самих программ управления, встает задача согласования представления проектируемых программ управления с мышлением самого человека-проектировщика. Причем под программами управления понимаются как программы самого управления, так и описатели работы отображения и обработки различных пультов и клавиатур, т.е. комплексов человеко-машинного диалога. Эти вопросы нами рассматриваются как для компьютерных комплексов, так и компактных устройств на базе микропроцессоров. Хотя большие комплексы включают в себя и то и другое. Представим некоторые реализованные наработки в этом направлении. Отметим, что большую роль в последующих рассуждениях играют анализируемые образные ряды нашего сознания.

О МНОГОСИТУАЦИОННЫХ ПРОЦЕССАХ

Для анализа взяты системы управления, выстроенные, как множество программных процессов, где каждый (многоситуационный) процесс управляет отдельным узлом объекта управления или управляет состояниями и взаимодействиями группы соподчиненных ему процессов. Под ситуацией процесса (другие названия – состояние, шаг, этап, вершина графа...) понимается программа, исполняемая (при ее активности в процессе) с требуемой периодичностью, обрабатывающая входные сигналы и данные, параметры и задания и формирующая выходные воздействия в текущем конкретном физическом состоянии соответствующего узла объекта (или соподчиненных процессов) и, при необходимости, назначающая новую активную ситуацию процесса. Повторим, в каждом процессе, в каждый момент времени, активна (исполняема) одна ситуация процесса.

После анализа реализованных проектов, были выделены следующие семь смысловых групп ситуаций (состояний, звеньев) отдельного процесса управления. Названия частей-звеньев разбиения обоснуем чуть позже. Понимание подобных структур (групп ситуаций) позволяет систематизировать управление, избежать потери обработки редких возможных состояний объекта и увеличить надежность управления, обеспечить новую методику тестирования управления.

Знание в какой группе ситуаций находится активная ситуация процесса дает возможность системно определять одно из семи возможных состояний процесса. Например, при цифровой нумерации ситуации процесса – старшая цифра может соответствовать одному из семи состояний процесса, т.е. идентифицировать состояние процесса для внешних программ и при отладке.

В данной статье описаны положения, являющиеся авторским развитием языка программирования электроавтоматики FOCON.

Представим предлагаемую структуру групп ситуаций (состояний) отдельного процесса.

1. Имя. Предисловие.

Метки, входные ситуации приема заданий и целей процесса. Ситуации анализа допустимости и достоверности полученных входных заданий.

2. *Явление*

Ситуации анализа сути задания - проблемы.

3. *Прозрение*

Ситуации выбора предпочтительного метода решения задачи. Здесь символ - признак типа выбранного метода.

4. *Творение*

Ситуации реализации управления по выбранному методу решения.

5. *Послесловие*

Ситуации отработки нормального завершения процесса.

6. *Параллели*

Ситуации завершения и отработки неполноценного исполнения процесса, при наличии отклонения достигаемых параметров.

7. *Иное*

Ситуации завершения и отработки состояния аварийного завершения процесса.

ПОГОВОРИМ ОБ ОБРАЗНО-ЛОГИЧЕСКОМ МЫШЛЕНИИ

Посмотрим, как взаимоувязываются образы нашего подсознания. Вспомним, когда нам необходимо в полноте и гармонии эффективно выстроить новый или проанализировать имеющийся объект нашего мышления, мы именно сначала воспроизводим связанные или ассоциируемые с ним ключевые образы. Т.е. не включаем сразу логику, а накапливаем исходную базу рассуждений. В результате, в идеале, например, выстраивается следующий образный ряд -- прошлое, желаемое, порождающее и сопровождающее, суть-настоящее произошедшее, чувственное и преображающее, будущее, похожее, параллельное, заново критически обобщающее. В качестве отправной точки для анализа образных построений мышления человека, нами были проанализированы яркие воспоминания из детства и классические притчи - как аккумуляторы (параболы) сгустки информации и человеческого опыта.

В последующем, при анализе частей и компоновки авторских текстов, описывающих неординарные явления памяти -- были выделены ряды однотипностей и явных закономерностей. В результате, мы остановились на основных семи звеньях (согласовав их с образными рядами) и назвали их следующим образом:

1. *Имя+Предисловие*, 2. *Явление*, 3. *Прозрение*, 4. *Творение*, 5. *Послесловие*, 6. *Параллели*, 7. *Иное*.

В целом конструкция получила условное название -- Образ-притча. Кроме самих частей-звеньев Образа-притчи были обнаружены такие моменты, как наличие знаков-меток в *Предисловии*, символов и ярких чувств в *Прозрении*, изречений в *Творении* и др. особенности. Плюс ко всему выстроилась система вложений, когда сами звенья Образа-притчи могут описываться другими Образами-притчами.

(Рукопись книги автора «ВРЕМЯ ТВОРЕНИЯ» представлена на сайте www.vladim.ir)

ИЗ КЛАССИЧЕСКИХ ПРИТЧ

Для подтверждения приведем текст одной из классических притч. Прямо скажем, не все притчи прямо укладываются в нашу схему. Мы вписали в следующую притчу только наши названия звеньев, ничего не меняя в тексте и ничего не переставляя местами. Вот что получилось.

Христианская притча.

1. *Имя*: Две сохи. *Предисловие*. В кузнице отремонтировали две сохи. Они выглядели одинаково. Одна из них осталась стоять в углу сарая. Ее жизнь была легче, чем жизнь другой сохи, которую крестьянин на следующее утро погрузил на телегу и привез на поле.

2. Явление

Там, на поле, она стала красивой и блестящей. Когда обе сохи вновь встретились в сарае, они с удивлением посмотрели друг на друга. Соха, которую не употребляли в дело, была покрыта ржавчиной.

3. Прозрение

С завистью она смотрела на блестящую подругу и спросила: «Как ты стала такой?»

4. Творение

И услышала в ответ: «То безделье тебя изувечило.» «...а я предстала такой красивой от труда!»

5. Послесловие

На следующий день обе сохи ждали, какую из них сегодня возьмут в поле.

6. Параллели

Было дождливо, и ржавая соха осталась дома.

7. Иное

Параллели притч и иное – очень часто встречаются в нашей жизни...

Дополнительно структурируем наши рассуждения по рассматриваемой схеме. Опишем углубленно, назовем и нумеруем семь звеньев Образа-притчи:

1. Имя+Предисловие

Здесь знак будущего и предыстория, взгляд извне внутрь на обстоятельства явления. Имя – это знак-метка притчи в сознании и посыл в желаемое будущее. Это Образ судьбы и сама судьба.

В *Предисловии* – предвестие, поле обстоятельств, основное образное введение в тему, присказка, завязка, затронутые интересы, пожелания, истоки образности, простоты и откровенности изложения темы. Здесь главное место исходного освоения образного ряда пространства притчи. Это место оценки полноты и объема выбранных обстоятельств происхождения самого явления притчи и ее проблем-противоречий (это точка исходных образных развилок развития логики притчи).

Поле обстоятельств – это развернутый образный ряд понятий и представлений, т.е. всего того, что перед построениями нам еще раз предстоит подтвердить, принять или вообще отвергнуть, развить, понять, видоизменить, ограничить, но обязательно расширить и четко обозначить!

2. Явление

Чудное событие, интрига – это сказание о явлении, породившем притчу и ее развитие. Это суть конфликта, преодолеваемое и его противоречия в жизни, Это повод пристально отнестись: к точности определения истоков сути *Проблемы* притчи (новая точка развилки), к выделению точек соприкосновения конфликтов притчи. *Проблема* – это находящаяся в самом корне причина, сейчас еще не достижимого, недоступного, неразрешенного вопроса.

3. Прозрение

Глаз (око-взор, фокус образа) – здесь Символ-эмблема взошедшей идеи, исходящие *Чувства* притчи! Это момент истины, очищения, третий глаз, время интуиции, настроя. Здесь место сосредоточения, где ряды осознанных образов и найденные точки столкновения конфликтующих частей *Проблемы* притчи мы, по необходимости, разводим, согласовываем, разъединяем, взаимодополняем, уравниваем, остужаем, переориентируем, состыковываем, настраиваем, упреждаем, разносим. Здесь – ключевое звено, развилка хода мыслей. Здесь выверяется отправная точка опоры, роста, притяжения, надежды и развития.

4. Творение

Проект, выводы–построения, модель нашего опыта, мораль–поучение – это путь к построению решений и сути притчи – результат накопленного опыта. Здесь формируются выстроенные действия (модели, методы), созданные на базе найденного решения. Здесь же подсказка того, что может быть при инверсии хода событий. «Метафора» – это здесь же еще – изречение сути достигнутого, иносказание морали (поговорка, шутка, кредо, метафора–поучение) на базе *Имени-знака* притчи, связывающая с символами мира образов Вселенной. Это – наш рисунок мысли, образ запоминания и воспроизведения притчи в будущем, при необходимости.

5. *Послесловие*

Перспективы, прогнозы, последствия, взгляд изнутри наружу – взгляд изнутри событий и построений на внешние обстоятельства и будущее. Это попытка прогнозирования, оценка последствий, вектор развития. Это любые события – произошедшие в развитие притчи. Это подтверждающее или отвергающее наш опыт.

6. *Параллели*

Похожее, однотипное, аналоги – шанс сравнить наши итоговые (или внутри ключевой-частей) построения с имеющимися жизненными, природными и др. аналогами: по действию, поведению, обстоятельствам, построению, применению... Результат – может видоизменить саму притчу, изменить наше отношение к другим образам.

Смысловые параллели – это ассоциации, варианты и новые реализации–применения и связи образов из разных пространств бытия – очень важная составляющая образного мышления. Параллели – фактор привлекательности притчи.

7. *Иное*

Отклонения, осмысления – сложный естественный (вместе с *Послесловием* и *Параллелями*) тест на состоятельность всей притчи, тест на согласуемость выстроенного с целью. Это критический взгляд и проверка *Символа* и *Чувств Прозрения*. Это осмысление полученных результатов и подтверждение (или нет!) достоверности, достаточности и правильности рассуждений. Это осознание парадоксов и сами парадоксы наших сомнений и ошибок... Это – новое время интуиции...

Версии, Приоритеты, Инверсия – дополнительные ключи (ключи развилки внутри ключей) образа–притчи, дающие выбор приоритетов внутри построений и позволяющие проверить действие инверсных путей развития образа.

Структура образа–притчи – это наращиваемая и развиваемая нами схема образов мышления – с возможностью внутренних повторений, возвратов и вложений.

Выстроенная нами схема–модель образа–притчи и формируемые формализуемые построения на ее базе – это цепь логических рассуждений и получение итоговых представлений, с конкретной практической (художественной, научной, технической) нацеленностью. Это еще один путь к познанию механизмов самоподобности мира и его описателей.

Образ, познаваемый как притча – по своим звеньям–ключам легко, связно и полно входит в подсознание, в его бессловесные формы. Подсознание, по сформировавшимся ключам–меткам, быстрее и чаще включает образы–притчи в эффективную работу, при анализе, поиске и построениях, в том числе во время нашего отдыха и сна.

Представим звенья образа–притчи в кратко форме.

1. *Имя (знак)+Предисловие*

Поле обстоятельства. Взгляд извне. Кто, где, почему, зачем, к чему стремится?

2. *Явление*

Проблема, чудо–событие, интрига, конфликт. Решаемое, критическое, чьи интересы?

3. *Прозрение (Символ)*

Глаз, просветление-Идея, Фокус, Чувства! Где точка опоры, роста, развития мысли?

4. Творение+«Метафора»

Практика и ее опыт +«Поговорка-шутка». Суть поучительного, решение. Где, в чем?!

5.Послесловие

Прогнозирование. Взгляд изнутри наружу. Что далее, последствия, перспективы?

6.Параллели

Похожее, однотипное, аналоги. С чем это сравнимо и где еще применимо?

7.Иное

Парадоксы наших сомнений и ошибок. Где возможны просчеты? Где спорное?

Лекции и доклады – построение и разбор по структуре Образа-притчи

Как еще одно часто используемое нами практическое приложение, представим схему представления знаний, со структурой адаптированной для их последующего разбора и анализа.

1.Имя (знак)

Даем название, посыл и цель лекции (предвосхищение выводов). Миссия.

Предисловие

Пытаемся представить прообразы рассматриваемого, варианты, поле обстоятельств, образный ряд и терминологию обсуждаемого.

2.Явление

Формулируем (из практики) решаемые нами проблемы-задачи, выделяем критическое, создаем интригу разговора, вводим разговор в непредвиденные ситуации.

3.Прозрение

Называем главное, ключевое, ярко выраженное (место для диалога). Представляем символ чувств - называем (в критическом ключе) за счет чего найдено решение.

4.Творение

Строим решения, делаем первые выводы; ...по смыслу: сеять разумное и доброе, вечное.

И здесь же «Метафора»-иносказание - можно отвлечься, рассказываем для разрядки, с юмором случаи из практики. Механизмы - рассказываем зачем, где, как в практике применяется, используется.

5.Послесловие

Выстраиваем приоритеты и варианты последствий; взаимоувязываем лекции между собой, решаем непредвиденное на примерах излагаемого.

6.Параллели

Определяем однотипные, похожие решения, а затем снова возвращаемся к основной теме, проверяем впечатления и находчивость слушателей.

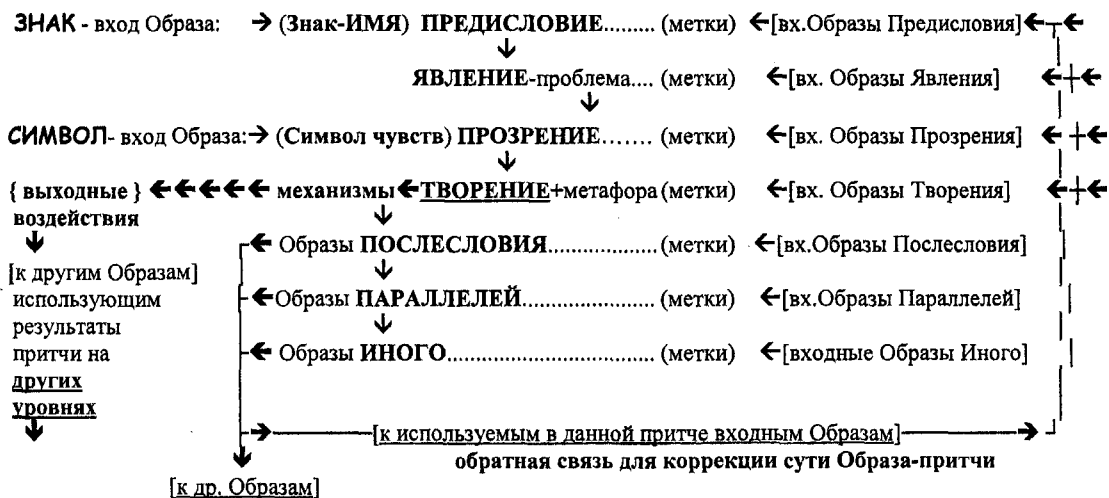
7.Иное

Рассказываем примеры неправильного применения и возможные логические ошибки. Проверяем, как все было понято, и повторяем выводы и ключевое, даем примеры настойчивости, сознательности.

Напомним, что описываемые схемы допускают повторения, возвраты и вложения. Мы тем самым показываем, как естественное – естественно увязывается со структурой Образов-притч. Произведенное структурирование по схеме звеньев Образа-притчи позволяет по единой схеме, на новом уровне (пусть в первом приближении) – анализировать, сопоставлять, выстраивать, отображать и представлять, развивать, взаимоувязывать и взаимодополнять процессы и образные ряды из сфер культуры, науки и техники. Это

позволяет согласовывать структуры мышления с практическими решениями. А значит – будет возрастать эффективность, надежность, полнота, преемственность и наглядность: практических построений, проектов, управленческих и поведенческих решений, обучающих процессов и т.д.

Ниже представлена схема звеньев образного мышления на основе Образа-притчи.



УЧИМСЯ МЫСЛИТЬ

Пример написания художественной притчи по реальным событиям

Притча-быль: *Гуляющий заголовок.*

1. Предисловие

Весна в ВУЗах – это творческая пора различных конференций и написания статей для очередных сборников и журналов. Так лет пять тому назад была написана и текущая статья. Вскоре на стенде кафедры появился список представленных докладов-статей и их авторов. Завкафедрой фигурировал в ряде из них.

2. Явление

У нашей статьи оставался один автор, но вот незадача – в заголовке прошли изменения. Вместо слов «мышление человека-проектировщика», фигурировало незатейливое – «микропроцессор». Это существенно меняло смысл статьи именно для тех, кто читает только заголовки. Заведующий не скрывал, что замену произвел он сам и аргументировал сие необходимостью и требованием некоей выдержанности тем докладов в русле кафедры, как это тут понимают. Кто бы спорил, содержание статьи ведь не изменилось.

3. Прозрение

Автор только улыбнулся и, как человек, не зависящий от общих кафедральных дел, он, прекрасно понимая – кто кого, где и почему, не хотел дразнить таким названием и в том изъясняться. Зато, какой сюжет для будущих притч. Яркое чувство удовлетворения и радости от того, что люди так раскрываются, реагируя на новое, наполняло и приподнимало. О произошедшем все вокруг и без того уже знали и тоже улыбались, подмигивали. Как всегда – приключения раскрашивают и насыщают нашу жизнь, давая пищу для новых идей!

4. Творение

Любой сюжет, рассмотренный с анализом даже по самой простой, но развиваемой схеме – познается глубже и раскрывается шире – вызывая новые построения и внешние реакции. «Чем ценнее идеи – тем непредсказуемей возникающие новые обстоятельства!»

5. Послесловие

На конференции докладу по статье предшествовали слова заведующего: «а сейчас «такой-то» поделится с нами своими изысканиями в области креативности». Причем последнее слово больше звучало как однозвучное от «кретинизма». Все улыбнулись. Совместителей кафедры

в последующем больше интересовало, с чем это едят и как на этом заработать.

6. Параллели

Вспомнилось, как в далекой юности, на заводе, где у автора начиналась трудовая деятельность, начальник отдела кадров большого завода, при свидетелях, скомкал перед проходной мое заявление об увольнении и выкинул его в уличную урну. Казалось, что на следующий день та же судьба постигнет и повторное заявление. Но не пытайтесь предвосхитить события! На следующий день на вчерашнем (аккуратно выглаженном) заявлении стояли все необходимые визы и оно было приобщено к личному делу... Чувства тех и сегодняшних дней были похожими.

7. Иное

Прошло время, все желающие с практической пользой перестроили свои лекции и поисковые рассуждения в соответствии с предлагаемой и варьируемой структурой. Что, естественно, не требовало никаких согласований. Ничего иного по структуре пока что предложено не было. Сам автор (уже даже подсознательно!) эффективно развил и выстроил ряд методик и текстов по той же структуре.

Но одно чувство не покидает – слишком всё ладно и просто – а так не бывает – следующий слой обобщений и построений не за горами!

ВЫВОДЫ

1. Согласование структур мышления человека-проектировщика с создаваемыми им программами управления объектами и системами – позволяет создавать более надежные и более прогнозируемые системы.

2. Структурирование отдельных процессов управления позволяет создавать из них более высокоорганизованные, прозрачно тестируемые программные комплексы. .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шалыто А.А. Автоматное проектирование программ. Алгоритмизация и программирование задач логического управления // Известия Академии наук. Теория и системы управления. – № 6. – Ноябрь-Декабрь 2000. – С. 63-81

Шергин Леонид Евгеньевич
«БизнесСофтСервис», г. Владимир
Кандидат технических наук, эксперт
Тел.: 8 (919) 016 99 39
E-mail: leonid@shergin.com

L.E. SHERGIN (*Candidate of Engineering Sciences, expert*)
«BizhesSoftServis», Vladimir

COORDINATION BETWEEN THINKING PATTERNS OF A DESIGNER INDIVIDUAL AND AN OBJECT MANAGEMENT PROCESSES CREATED BY HIM

In this article the author addresses the problem of systematization of cogitative, analytical and management assertions while correlating those with the being upbuilded processes of automatic and automated program control of units and objects as a whole. The issues under discussion are being reviewed within the framework of development of an imaginative-logical thinking.

Keywords: industrial controller; process; situation; imaginative thinking; para.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Shaly'to A.A. Avtomatnoye proektirovaniye programm. Algoritmizaciya I programirovaniye zadach logicheskogo upravleniya // Izvestiya Akademii nauk. Teoriya I sistem'yu upravleniya. –№ 6. – Noyabr'-dekabr` 2000. – S. 63-81

ТРЕБОВАНИЯ

к оформлению статьи для опубликования в журнале
«Информационные системы и технологии»

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется страницами текста на листах формата А4 и содержит от 4 до 9 страниц; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию.

В одном сборнике может быть опубликована только одна статья одного автора, включая соавторство.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах, списки литературы будут находиться в свободном доступе на сайте соответствующего журнала и на сайте Российской научной электронной библиотеки – РУНЭБ (Российский индекс научного цитирования).

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Научная статья, предоставляемая в журналы, должна иметь следующие **обязательные** элементы:

- постановка проблемы или задачи в общем виде;
- анализ достижений и публикаций, в которых предлагается решение данной проблемы или задачи, на которые опирается автор, выделение научной новизны;
- исследовательская часть;
- обоснование полученных результатов;
- выводы по данному исследованию и перспективы дальнейшего развития данного направления;
- библиография.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

• Статья должна быть набрана шрифтом Times New Roman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ – 1,25 см, правое поле – 2 см, левое поле – 2 см, поля внизу и сверху – 2 см.

• **Обязательные элементы:**

- УДК
- заглавие (на русском и английском языках)
- аннотация (на русском и английском языках)
- ключевые слова (на русском и английском языках)
- список литературы, на которую автор ссылается в тексте статьи.

ТАБЛИЦЫ, РИСУНКИ, ФОРМУЛЫ

• Все таблицы, рисунки и основные формулы, приведенные в тексте статьи, должны быть пронумерованы.

• **Формулы** следует набирать в редакторе формул Microsoft Equation 3.0 с размерами: обычный шрифт – 12 pt, крупный индекс – 10 pt, мелкий индекс – 8 pt. **Формулы, внедренные как изображение, не допускаются!** Русские и греческие буквы, а также обозначения тригонометрических функций набираются прямым шрифтом, латинские буквы – *курсивом*.

• **Рисунки** и другие иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые. Рисунки, число которых должно быть логически оправданным, представляются в виде отдельных файлов в формате *.eps (Encapsulated PostScript) или TIF размером не менее 300 dpi.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

• В конце статьи приводятся набранные 10 pt сведения об авторах в такой последовательности: фамилия, имя, отчество (полужирный шрифт); учреждение или организация, ученая степень, ученое звание, должность, адрес, телефон, электронная почта (обычный шрифт). Сведения об авторах предоставляются отдельным файлом и обязательно дублируются на английском языке.