

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК
ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

СЕРИЯ:
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В СТРОИТЕЛЬНЫХ, СОЦИАЛЬНЫХ
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Выпуск №1 (1)

Апрель, 2013

- ♦ **СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
И ТЕОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ**
- ♦ **ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**
- ♦ **ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ
И СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ**
- ♦ **АЛГОРИТМЫ, ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ
И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА**

ВОРОНЕЖ



НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

ВЫХОДИТ ДВА РАЗА В ГОД

**СЕРИЯ: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ,
СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

Территория распространения - Российская Федерация

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ НАУЧНОГО ВЕСТНИКА:

Ю.М. Борисов, д-р техн. наук, проф.

О.Б. Рудаков, д-р хим. наук, проф.

И.С. Суровцев, д-р техн. наук, проф.

Д.К. Проскурин, канд. физ.-мат. наук, доц.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ СЕРИИ:

Главный редактор - Д.К. Проскурин, канд. физ.-мат. наук, доц.

Зам. главного редактора - Д.В. Сысоев, канд. техн. наук, доц.

Ответственный секретарь - О.В. Курипта, канд. техн. наук

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

Авдеев В.П., д-р техн. наук, проф.

Акамсина Н.В., канд. техн. наук

Алгазинов Э.К., д-р техн. наук, проф.

Баркалов С.А., д-р техн. наук, проф.

Белоусов В.Е., канд. техн. наук, доц.

Гасилов В.В., д-р экон. наук, проф.

Голиков В.К., канд. техн. наук, доц.

Головинский П.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

Князева Т.Н., д-р техн. наук, проф.

Сербулов Ю.С., д-р техн. наук, проф.

Статьи, поступившие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

Материалы публикуются в авторской редакции.

© Воронежский ГАСУ, 2013

Подписано в печать 11.04.2013 Усл.печ.л.16,9 Тираж: 200 экз. Заказ № 190 Бумага писчая

Адрес редакции: 394006, г.Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84
тел:(473) 276-39-72

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии издательства учебной литературы и учебно-методических пособий
Воронежского государственного архитектурно-строительного университета
394006, г.Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84



Представляем «Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах» 6

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Голиков В.К., Черницын А.В. Анализ динамической модели функционирования дискретной системы, представленной сетью Петри 7	Golikov V.K., Chernitsyn A.V. Analysis of dynamic model of functioning the discrete system presented by the Petri network 7
Коробова Л.А., Матусов К.Н., Гордиенко О.А., Кутявин И.С. Системный анализ производства закладочных работ 12	Korobova L.A., Matusov K.N., Gordienko O.A., Kutyavin I.S. The system analysis production filling operations 12
Сербулов Ю.С., Глухов Д.А. К вопросу моделирования ресурсного конфликта производственно-экономических систем в рыночных условиях 16	Serbulov Y.S., Glukhov D.A. The question of modeling resource conflicts Industrial and economic systems in market conditions 16
Коровина О.В. Механизмы комплексного оценивания качества образовательного процесса высшего учебного заведения 20	Korovina O.V. Mechanisms of complex estimation of quality educational process of the higher educational institution 20
Сербулов Ю.С., Федюнин М.Л. Разработка методики исследования организационной структуры современной педагогической системы ... 23	Serbulov Y.S., Fedyunin M.L. Development of the technique of research of the organizational structures of modern pedagogical system 23
Шипилова Е.А., Хвостов А.А., Панов С.Ю. Анализ применения ультразвуковых колебаний для интенсификации процессов очистки пылевых выбросов строительных производств 27	Shipilova E.A., Khvostov A.A., Panov S.Y. The analysis of application of ultrasonic fluctuations for an intensification of processes of cleaning of dust emissions of construction productions 27
Акамсина Н.В. Методы моделирования ресурсного взаимодействия на этапе функционирования производственно-экономических систем 31	Akamsina N.V. Methods of modeling of resource interaction on the phase of industrial-economic systems 31
Голиков В. К. Модель взаимодействия производственно-экономической системы с внешней средой 33	Golikov V.K. Model of interaction of productive and economic system with environment 33
Вахтин А.А. Программа проектирования водопропускных труб для автомобильных и железных дорог 37	Vakhtin A.A. Program of design of water throughput pipes for automobile and railroads ... 37
Сысоев Д.В. Условия формирования конфликта в приведенных системах 41	Sysoev D.V. Conditions of formation of the conflict in the given systems 41
Хицкова Ю.В. Системный подход к исследованию механизма регулирования рынка труда 49	Khitckova Yu.V. A systems approach to the study of the mechanism of regulation of the labour market 49

Коробова Л.А., Матусов К.Н., Гордиенко О.А., Кутявин И.С. Операторный метод системного анализа производственного процесса	53	Korobova L.A., Matusov, K.N., Gordienko O.A., Kutayavin I.S. Operater method of the system analysis of the production process	53
Хвостов А.А., Тихомиров С.Г., Хаустов И.А., Никитченко А.А. Структура математической модели связи степени кристалличности и акустических свойств полимерных материалов ...	57	Khvostov A.A., Tihomirov S.G., Khaustov I.A., Nikitchenko A.A. Mathematical model structure of the correlation between crystallinity and acoustic properties of polymeric materials ..	57

ПРОБЛЕМНО – ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Князева Т.Н., Любимова М.А. Методы обработки компьютерных томограмм	60	Knyazeva T.N., Lubimova M.A. Methods of processing of computer tomograms	60
Курипта О.В., Паршина Е.В. Концептуальное обоснование разработки и использования интегрированной информационной системы управления строительством	63	Kuripta O.V., Parshina E.V. Conceptual justification of development and use of the integrated information management system by construction	63
Ошивалов А.В., Земцов А.В., Вахтин А.С. Разработка государственной информационной системы «Система гарантированного информационного обмена органов государственной власти и органов местного самоуправления Воронежской области»	67	Oshivalov A.V., Zemtsov A.V., Vakhtin A.S. Development of the government information system "Assured information exchange system of the state government and bodies of local self-government in Voronezh region"	67
Сазонова С.А. Особенности формирования математической модели потокораспределения для системы теплоснабжения	73	Sazonova S.A. Particularities of the shaping mathematical model of flow distribution for system of the heat supply	73
Сазонова С.А. Численная реализация математической модели потокораспределения для системы теплоснабжения	76	Sazonova S.A. Numerical realization for mathematical model of flow distribution for system of the heat supply	76
Золотарев Е. В. Создание некоммерческого веб – приложения с использованием гибких методологий разработки	80	Zolotarev E. V. Creation of non-commercial web-application using agile development methodologies	80
Золотарев Е. В., Князева Т.Н. Нормализация данных на основе алгоритма нечеткого сравнения строк	84	Zolotarev E. V., Knyazeva T.N. Data normalization using fuzzy string comparison algorithm	84
Проскурин Д.К., Колыхалова Е.В. Методические основы моделирования темпоральных информационных структур	87	Proskurin D.K., Kolykhalova E.V. Methodological foundations of temporal information structures modeling	87

ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ И СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Сербулов Ю.С., Сысоев Д.В., Курипта О.В. Математическая модель выбора стратегии стоимости поставки товара на основе теоретико-игрового подхода	91	Serbulov Y.S., Sysoev D.V., Kuripta O.V. Mathematical model of a choice of strategy of cost of delivery of goods on the basis of game-theoretic approach	91
Богачева Е.В., Гладских Н.А. Методика, математическое моделирование и расчет диагностических оценок эффективности использования мексидола при тяжелых черепно-мозговых травмах на догоспитальном и раннем госпитальном этапах	95	Bogacheva E.V., Gladskih N.A. Efficiency of use meksidol at rendering of medical aid by the victim with tchmt on pre-hospital and early hospital stages	95
Курипта О.В. Принятие решения в управлении потенциалом трудовых ресурсов организации	99	Kuripta O.V. Decision-making in management of the potential of manpower of the organization	99

Сысоев Д.В., Курипта О.В. Моделирование иерархических систем в процессах принятия решения	103	Sysoev D.V., Kuripta O.V. Modeling of hierarchical systems in decision-making processes	103
Курипта О.В., Сысоев Д.В., Паршина Е.В. Структура информационной системы выбора и формирования оптимальной цены на товар на основе теоретико-игрового подхода	106	Kuripta O.V., Sysoev D.V., Parshina E.V. Structure of information system of a choice and formation of the optimum price of goods on the basis of game-theoretic approach	106
Курипта О.В. Логико – лингвистические модели поддержки принятия управленческих решений в задачах оценки потенциала трудовых ресурсов ...	109	Kuripta O.V. Logic – linguistic models of support of adoption of administrative decisions in problems of an assessment of potential of manpower	109

АЛГОРИТМЫ, ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Воронина И.Е., Ковтун Н.Н. Приложение для ANDROID для поддержания физической активности	114	Voronina I.E., Kovtun N.N. ANDROID application to support physical activity	114
Ермаков А.П. Применение информационных технологий для улучшения метрологических характеристик датчиков на основе нитевидных кристаллов	117	Ermakov A.P. Application of information technologies for improvement of metrological characteristics sensors on the basis of whiskers	117
Ермаков С.А., Ермаков А.П. Использование теории нечеткой логики для оценки риска потери информации	122	Ermakov S.A., Ermakov A.P. Use of the theory of indistinct logic for the assessment of risk of loss of information	122
Битюков В.К., Тихомиров С.Г., Хаустов И.А., Хвостов А.А., Попов А.П. Методика расчета фракционного состава растворов полимера на основе интерполирования интегральной функции молекулярно-массового распределения ...	124	Bitiukov V.K., Tihomirov S.G., Khaustov I.A., Khvostov A.A., Popov A.P. The calculation methods of fractional composition of polymer solutions on the basis of interpolation integral function of the molecular-mass distribution	124
Корелина Т.В. Технология проектирования комплексной САПР проектной организации	127	Korelina T.V. Technology of design of complex CAD design organization	127
Жданов О.Н., Арапов В.С., Сысоев Д.В. Автоматизированное определение номерного знака автомобиля	130	Zhdanov O.N., Arapov V.S., Sysoev D.V. The automated definition registration plate of the car	130
Данько С.В., Шишкин А.А. Регулярные выражения как инструмент для создания шаблонов поиска и замены текста	133	Danko S.V., Shishkin A.A. Regular expressions as a tool for creating a search patterns and textreplacing	133



**Представляем «Научный вестник
Воронежского государственного
архитектурно-строительного
университета.**

**Серия: Информационные технологии
в строительных, социальных
и экономических системах»**

В апреле 2003г. в Воронежском ГАСУ была организована кафедра «Прикладная информатика и информационные системы».

С момента основания и по настоящее время ею руководит кандидат физико-математических наук, доцент ПРОСКУРИН ДМИТРИЙ КОНСТАНТИНОВИЧ.

В течение всего своего существования на кафедре сложился коллектив ученых, который на протяжении многих лет работает над новыми научными направлениями в области общей теории моделирования информационных систем, принятия и выбора решений, теории конфликта, создании информационных систем предметного назначения, таких как процессы планирования, проектирования, управления и моделирования.

К десятилетию кафедры, представляем издание, которое предназначено для публикаций результатов фундаментальных и прикладных исследований ученых и практиков, работающих в области информатизации любых сфер жизнедеятельности мирового сообщества.

К основным направлениям публикаций относим:

- информационные технологии любого назначения и программно-технические системы, которые их реализуют;
- методы математического моделирования, математические модели и алгоритмы, программные модули, новые

методы программирования в информационных системах;

- оригинальные решения в области применения средств вычислительной техники в научных исследованиях, в промышленности, образовании, социальной сфере;
- организация телекоммуникации и систем искусственного интеллекта, а также технологий поддержки принятия решений, организация систем защиты информации;
- микроэлектроника и ее технологии, технические средства информатизации, средства визуализации информации;
- информатизация и философия, правовые, этические и гуманитарные проблемы информатизации.

Планируем регулярно публиковать:

- результаты новейших достижений в области теории информационных систем и практического их использования в прикладных задачах;
- аналитические обзоры в области всех форм информатизации, программных средств, методов, моделей и алгоритмов, технического обеспечения;
- гипотезы, смелые и неожиданные идеи, дискуссионные и проблемные вопросы информатизации.

Главная цель сериального издания – пропаганда информатизации в науке и технике, образовании, строительной, социально-экономической сфере и других областях человеческой деятельности.

Приветствуем своих первых читателей, приглашаем авторов к активному сотрудничеству.

Редакционная коллегия



УДК 681.3:516.8

Центральный филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования

«Российская академия правосудия»

Канд. техн. наук, доцент, профессор В.К. Голиков

Воронежский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский государственный торгово-экономический университет»

студент магистратуры А.В. Черницын

Россия, г. Воронеж

E-mail: gwk-vrn@yandex.ru

Central branch of Federal public budgetary educational institution of higher education

"The Russian academy of justice"

Ph. D. in Engineering, associate professor, professor V. K. Golikov

Voronezh branch of Federal public budgetary educational institution of higher education "Russian state trade and economic university"

student of a magistracy A.V. Chernitsyn

Russia, Voronezh

E-mail: gwk-vrn@yandex.ru

В.К. Голиков, А.В. Черницын

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДИСКРЕТНОЙ СИСТЕМЫ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ СЕТЬЮ ПЕТРИ

Проводится анализ перемещения информационных и материальных потоков в дискретных системах на основе аппарата сетей Петри, определяются условия возникновения конфликтных ситуаций в имитационной модели.

Ключевые слова: асинхронный, дискретный, достижимость, имитация, информационный, конфликт, маркировка, материальный, метка, множество, модель, непримитивное событие, ограниченность, переход, поток, примитивное событие, сеть Петри, система, событие, функционирование, элемент.

V.K. Golikov, A.V. Chernitsyn

ANALYSIS OF DYNAMIC MODEL OF FUNCTIONING THE DISCRETE SYSTEM PRESENTED BY THE PETRI NETWORK

The analysis of movement of information and material streams in discrete systems on the basis of the device of networks of Petri is carried out, conditions of emergence of conflict situations in imitating model are defined.

Keywords: asynchronous, discrete, approachability, imitation, information, conflict, marking, material, tag, set, model, imprimitive event, limitation, transition, stream, primitive event, Petri's network, system, event, functioning, element.

Введение

Анализ дискретных систем (ДС) показывает [1, 3, 9], что в системах существуют определенные ограничения, связанные с дискретным характером функционирования. Например: ограниченность объема перемещаемого груза; ограниченные объемы складского оборудования; ограниченный объем

тары и т. д. Все это может быть отражено в сети Петри (СП), и характеризуется понятием ограниченности СП.

Сеть Петри, описывающая ДС [2, 4], содержит примитивные ($\Delta\tau_{nk}^i = 0$) и не примитивные ($\Delta\tau_{nk}^i \neq 0$) переходы. Для перехода t_{nk}^i , описывающего не примитивное событие и имеющего продолжительность выпол-

нения $\Delta\tau_{nk}^i \neq 0$, необходимо помимо модельного времени учитывать также время, $\Delta\tau_{nk}^i(\tau)$ оставшееся до окончания активного не примитивного события

$$\begin{aligned}\Delta\tau_{nk}^i(\tau) &= T_{nk}^i(\tau, \{\Delta\tau_{nk_1}^{i_1}\}, \{\Delta\tau_{nk_2}^{i_2}(\tau)\}), \\ i &= \overline{0, I}, i_1 = \overline{0, I}, i_2 = \overline{0, I}, n = \overline{0, N^i}, \\ k &= \overline{1, K_n^i}, k_1 = \overline{1, K_n^{i_1}}, k_2 = \overline{1, K_n^{i_2}},\end{aligned}\quad (1)$$

где T_{nk}^i – оператор определения времени, оставшегося до окончания не примитивного события, описываемого переходом t_{nk}^i .

Определение модельного времени τ определяется оператором Π_τ :

$$\tau = \Pi_\tau(\tau, \{\Delta\tau_k, \Delta\bar{\tau}_k(\tau)\}), k = \overline{1, K}, \quad (2)$$

где K – число переходов СП рассматриваемой ДС.

Для выполнения полученной сети необходимо задать начальные условия, которые определяются количеством и атрибутами меток в позициях сети Петри в начальный момент времени

$$\begin{aligned}\mu_0 &= \{\mu(p_{Inkj}^i, \tau = 0), \mu(p_{Onkl}^i, \tau = 0)\}, \\ A_0 &= \{A(p_{Inkj}^i, \tau = 0), A(p_{Onkl}^i, \tau = 0)\},\end{aligned}\quad (3)$$

$$M_0 = \{\mu_0, A_0\}. \quad (4)$$

Они задаются начальными условиями реализации функции – цели ДС. С учетом этого сеть Петри представляется в виде [2]

$$C = (C_0, \bigcup_{i=1}^I C^i, M_0, \tau). \quad (5)$$

$$\text{Позиция } p_{nk}^i \subset P \text{ сети } C = (C_0, \bigcup_{i=1}^I C^i,$$

$M_0, \tau)$ является s - ограниченной ($s = 1, 2, \dots$), если $\forall M_k = (M_k(p_{nk}^i)) \subset M(C): M_k(p_{nk}^i) \leq s$, где $M(C)$ – множество всех достижимых от M_0 маркировок M_k . При $s = 1$ позиция сети называется безопасной. В случае, когда все позиции безопасны, сеть C - безопасна. Сеть C называется ограниченной, если все ее позиции ограниченные.

Для материальных потоков циркулирующих в ДС важным свойством является закон сохранения [5]. Сохраняющей называется сеть Петри, для которой по отношению к некоторому заданному вектору весов $(a_1, a_2, \dots, a_{|P|})$ (вес – количество дуг связывающих переход и позицию), где $a_i \in \mathbb{N}$, $\mathbb{N}$ – натуральное число, $i = \overline{1, |P|}$, выполняется условие

$$\forall_{M_k \in M(C)} \sum_i a_i M_{k+1}(p_i) = \sum_i a_i M_k(p_i).$$

Если $(a_1, a_2, \dots, a_{|P|}) = (1, 1, \dots, 1)$, то сеть является строго сохраняющей, и в ней выполняется условие $\forall t_j \in T: |O(t_j)| = |I(t_j)|$ [3].

Важным моментом при реализации имитационной модели является отсутствие блокировки СП [4], когда при достигнутой маркировке сети дальнейшее выполнение части сети или всей сети становится невозможным. Избежать подобной ситуации позволяет анализ СП на наличие тупиков. Множество переходов СП (или один какой-то переход), которые в некотором состоянии сети оказываются заблокированными (не могут более выполняться), называются тупиками. Переходы не обладающие этим свойством называются активными. Тупик имеет активность нулевого уровня. Переход

$t_{nk}^i \in T$ сети Петри $C = (C_0, \bigcup_{i=1}^I C^i, M_0, \tau)$ бу-

дет активным, если существует такая разметка сети $M_k \in M(C)$, при которой переход оказывается возбужденным. Активный переход называется переходом первого уровня активности. Переход t_{nk}^i обладает активностью уровня 2, если для $n \in \mathbb{N}$ в сети может существовать последовательность срабатываний переходов, в которой данный переход будет выполняться не менее n раз.

Теоретический анализ

Функционирование ДС характеризуется определенной последовательностью преобразования исходных материалов в конечный продукт, что выражается в имитацион-

ной модели в виде достижимости разметки сети Петри. Достижимой в СП $C = (C_0, \bigcup_{i=1}^I C^i, M_0, \tau)$

называется разметка $M_k \in M(C)$. $M(C)$ – множество достижимости СП [8]. Для ДС это означает, возможно, ли достичь определенной цели, в принципе, при заданных условиях и ограничениях, т. е. существует ли путь достижения цели. С другой стороны эта же ситуация определяется понятием живости

СП. Сеть $C = (C_0, \bigcup_{i=1}^I C^i, M_0, \tau)$ – живая, если

все ее переходы живые. Переход $t_{nk}^i \in T$ называется живым, если для любой исходной разметки $M_k \in M(C)$ в сети, достижима разметка $M \in M(C, M_k)$, при которой переход t_{nk}^i может сработать.

Большое значение при исследовании как самой ДС так и ее модели заключается в определении условий определяющих наличие конфликтной ситуации в имитационной модели, описывающей функционирование системы. Возникновение конфликта может быть вызвано двумя причинами:

- конфликт отражает существенные свойства системы и его моделирование должно задаваться правилами выполнения конфликтных переходов определяемых функционированием действующей системы;
- конфликт определяется СП, в этом случае необходимо проверить соответствие модели исследуемой системе, рассмотреть другие варианты модели.

Помимо перечисленных, можно определить и многие другие свойства сетей Петри. Например, можно проводить анализ сетей с помощью диаграмм достижимых маркировок, хотя построить и использовать такие диаграммы удастся далеко не во всех случаях.

Из проведенного анализа следует, что:

- сравнивая функционирование рассматриваемой ДС и свойства ее модели, представленной в виде сети Петри, можно оценить адекватность построенной модели исследуе-

мой ДС;

- на основе изучения свойств полученной модели, не прибегая к прямым имитационным экспериментам, при определенных условиях, можно качественно оценить поведение ДС;
- более полное и точное представление о функционировании ДС можно получить только при выполнении имитационных экспериментов.

Особенности реализации динамической модели. Рассмотрим выполнение сети Петри (или поведение моделируемой системы) как последовательность дискретных событий. Порядок выполнения событий является одним из возможных, допускаемых основной структурой. Это приводит к неопределенности в выполнении СП. Если в какой-то момент времени разрешено более одного перехода, то любой из нескольких возможных переходов может стать “следующим” запускаемым. Выбор запускаемого перехода осуществляется недетерминированным, случайным образом. По-видимому, эта особенность СП связана с отсутствием временной синхронизации событий.

В классической теории сетей Петри время не учитывается. Динамика такой сети заключается в выполнении разрешенных переходов и соответствующем изменении меток в позициях сети Петри. Для построения динамики имитационной модели функционирования ДС, учитывающей временной характер протекающих в ДС процессов, рассмотрим совместное выполнения СП и временных параметров изучаемой системы.

Общую модель динамики дискретной системы получим, если в модели предположить дискретность изменения времени, это связано с дискретными свойствами самой системы [7].

При реализации ИМ τ_m – модельное время, по которому организуется синхронизация событий [2- 4] в системе. С помощью модельного времени τ_m реализуется квази-параллельная работа подсистем и элементов ИМ. Приставка “квази” в данном случае отражает последовательный характер обслу-

живания выполнения активных переходов СП, одновременно возникающих в различных подсистемах СП.

Каждый переход t_{nk}^i определяется своим индивидуальным временем выполнения $\Delta t_{nk}^i(\tau_m)$. Корректировка временных координат $\Delta t_{nk}^i(\tau_m)$ нескольких переходов t_{nk}^i ИМ осуществляется с помощью модельного времени τ_m следующим образом. Если значения $\Delta t_{nk}^i(\tau_m)$ нескольких t_{nk}^i совпадают (это означает, что в реальной системе происходит одновременно несколько событий, а в ИМ выполняется одновременно несколько переходов), то последовательно обслуживаются t_{nk}^i , совпадающие по времени выполнения, т. е. имеющие одинаковые значения $\Delta t_{nk}^i(\tau_m)$. При этом модельное время τ_m не меняется до окончания выполнения всех совпавших по времени реализации переходов. Когда имитация одновременно выполняемых переходов t_{nk}^i завершена и выполнены соответствующие изменения $\Delta t_{nk}^i(\tau_m)$, производится корректировка модельного времени τ . Существуют два способа изменения τ_m : с помощью фиксированных и переменных интервалов изменения модельного времени. Часто их называют соответственно способами фиксированного шага и способом шагов до следующего события. На практике предпочтение способу фиксированного шага отдается в двух случаях. Во-первых, когда события (выполнение переходов t_{nk}^i) распределены равномерно на всем интервале моделирования и исследователь может подобрать интервал изменения временной координаты $\delta\tau(\tau_m)$, обеспечивающий минимальную погрешность имитации. Во-вторых, когда событий очень много и они появляются группами. Во всех остальных случаях способ задания шага до сле-

дующего события более предпочтителен. В нашем случае моделирования ДС, когда времени выполнения переходов t_{nk}^i распределены неравномерно и появляются они через значительные временные интервалы $\delta\tau(\tau_m)$, способ задания шага до следующего события экономичнее и точнее способа фиксированного изменения модельного времени τ_m .

Временная зависимость модели, представленной сетью Петри, означает, что в модель вводится определенный порядок следования событий, модель является детерминированной. Однако в этой модели могут учитываться случайные внешние и внутренние возмущения за счет позиций связывающих ее с внешней средой. Такое представление модели соответствует процессам, протекающим в ДС.

Влияние конфликтов на динамику модели, представленной в виде сети Петри. При моделировании систем с помощью сетей Петри приходится следить за тем, чтобы все потенциально возможные в сети последовательности событий соответствовали допустимым в рассматриваемых условиях процессам в системе, что особенно важно при наличии в модели большого числа параллельных процессов. В этом случае даже незначительные, на первый взгляд, неточности, допущенные при описании реально наблюдаемых (или же возможных) взаимодействий между компонентами системы, могут привести к появлению таких последовательностей событий, осуществление которых в модели необоснованно.

Действующие в системе процессы, в некоторых фазах их выполнения, требуют определенных ресурсов, количество которых, как правило ограничено. Моделирование механизмов управления ресурсами в сетях Петри связано с решением задач синхронизации событий. Синхронизация достигается за счет введения в сеть специальных фрагментов, с помощью которых для заданных состояний удается реализовать условия взаимного исключения, обеспечивающие возможность получения необходимых ре-

сурсов только каким – то одним из процессов, затребовавших ресурсы. Если условия взаимного исключения событий в определенных состояниях сети специальным образом не обеспечиваются, то на соответствующих переходах сети возникают конфликты, разрешаемые всякий раз случайным образом в пользу какого-то одного из переходов. В случае конфликта на переходах сети срабатывание одного из них приводит к снятию возбуждения с других переходов конфликтной группы. Таким образом, всякий раз будет выполняться только один какой – то случайно выбранный переход и будет реализована только одна, связанная с данным переходом последовательность событий, этот конфликт относится к так называемым конфликтам предусловий.

Два, или больше переходов находятся в конфликте предусловий если:

$$\bigcap_i I(t_i) \neq 0, (t_i \in T). \quad (6)$$

Для конфликта постусловий, условие возникновения определяется выражением:

$$\bigcap_i O(t_i) \neq 0, (t_i \in T). \quad (7)$$

Способ моделирования конфликта, применяемый в классических сетях Петри, не всегда отражает особенности реальных ДС и при анализе СП необходимо обращать особое внимание на моделирование конфликтных ситуаций, предусматривать определенные алгоритмы выполнения переходов исключающих или разрешающих эти конфликты. При моделировании ДС конфликты возникают из-за обращения к общим ресурсам элементов системы. Поэтому при моделировании необходимо рассмотреть четыре основных варианта.

1. Обслуживание поступивших требований выполняется в порядке очередности их поступления, первым пришел - первым обслужен.

2. Обслуживание по приоритетам. Для каждого элемента системы задается приоритет, и первым обслуживается требование с наивысшим приоритетом. При выполнении нескольких требований с одинаковыми при-

оритетами обслуживание ведется в порядке очередности их поступления.

3. Обслуживание осуществляется случайным образом. Вероятность обслуживания, любой из имеющихся заявок одинакова.

4. Обслуживание с участием лица принимающего решение (ЛПР). В этом случае, если выбран такой режим выполнения заявок, ЛПР принимает решение об очередности выполнения заявок (чаще всего это возникает при выполнении ремонта оборудования).

При системном подходе необходимо определить основные составляющие уравнения вход – состояние – выход, которые определяются позициями сети Петри [1].

Заключение

Проведенный анализ показывает, что функционирование ДС с учетом происходящих в ней асинхронных, параллельных событий может быть представлено в виде имитационной модели на основе аппарата теории сетей Петри.

Библиографический список

1. Голиков В.К. Сети Петри в ситуационном управлении и имитационном моделировании дискретных технологических систем / В.К. Голиков, К.Н. Матусов, В.В. Сысоев. Под общ. ред. В.В. Сысоева – М.: ИПРЖР, 2002. – 227 с.
2. Перовская Е.И. Автоматизация гибких дискретных систем / Перовская Е.И., Фетисов В.А. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1989. – 160с.
3. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем.: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 263 с.
4. Сысоев В.В. Структурные и алгоритмические модели автоматизированного проектирования производства изделий электронной техники. – Воронеж: ВТИ, 1993. – 207 с.
5. Котов В.Е. Сети Петри, – М.: Наука, 1984. – 158 с.
6. Подвальный С.Л. Имитационное управление технологическими объектами с гибкой структурой. / Подвальный С.Л., Бур-

ковский В.Л. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1988. – 168 с.

7. Аврамчук Е.Ф. Технология системного моделирования / Е.Ф. Аврамчук, А.А. Вавилов, С.В. Емельянов и др.; Под общ. Ред. С.В. Емельянова – М.: Машиностроение; - Берлин: Техник, 1988. – 520 с.

8. Максимей И.В. Имитационное моделирование на ЭВМ. - М.: Радио и связь, 1988. - 232 с.

9. Имитационное моделирование производственных систем / Под ред. А. А. Вавилова. - М.: Машиностроение; - Берлин: Ферлаг Техник, 1983. – 416 с.

УДК 622.273.2:65.01.011.56

Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра «Информационные технологии моделирования и управления»

*Канд. техн. наук, доцент Л.А. Коробова
Канд. техн. наук, доцент К.Н. Матусов
Нач. бюро ПО, ассистент О.А. Гордиенко
Ведущий программист, ассистент И.С. Кутявин*

*Россия, г.Воронеж, тел.: 255-25-50
E-mail: kutjv2004@mail.ru*

Voronezh state university of engineering technologies, «Information Technologies of Modelling and Management» chair

*Ph. D. in Engineering, associate professor L.A.Korobova
Ph. D. in Engineering, associate professor K.N.Matusov
Chief of bureau of the software, assistant O.A.Gordiyenko
Leading programmer, assistant I.S.Kutyavin*

*Russia, Voronezh, ph.: 255-25-50
E-mail: kutjv2004@mail.ru*

Л.А. Коробова, К.Н. Матусов, О.А. Гордиенко, И.С. Кутявин

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА ЗАКЛАДОЧНЫХ РАБОТ

Выявлены зависимости между параметрами состояния закладочного массива и процессами приготовления закладочных смесей, определены цели управления, предложена структура интегрированной организационно-технологической системы производства закладочных работ, положенная в основу автоматизации управления производством закладочных работ.

Ключевые слова: производство, закладочные работы, закладочная смесь, система, организация, технология, управление, цель, интеграция, структура.

L.A. Korobova, K.N. Matusov, O.A. Gordienko, I.S. Kutyavin

THE SYSTEM ANALYSIS PRODUCTION FILLING OPERATIONS

The revealed dependencies between parameter of the condition filling operations array and process of the preparation filling operations mixtures, is determined purposes of management, is offered structure integrated organizing-technological system production filling operations prescribed in base of the automations of management production filling operations.

Keywords: production, stowage works, stowage mix, system, organization, technology, management, purpose, integration, structure.

Технология закладочных работ при разработке рудных месторождений принципиально не отличается от технологий монолитного бетона, применяемой при строительстве зданий и сооружений с транспортировкой бетонной смеси по трубопроводам [1]. Твердеющая смесь при закладочных работах приготавливается из цемента (вяжущий компонент), хвостов производства

(инертный заполнитель) и воды (растворитель). Технология приготовления твердеющей смеси включает следующие основные операции [2]: подачу заполнителя в бункеры; дозировку заполнителя; прием цемента в силоса; дозировку цемента и воды; перемешивание компонентов в смесителе; перемешивание смеси в взвихрателе; транспортировку смеси к месту закладки (в закладочную камеру); закладку смеси в выработанное пространство (камеру) рудного тела. Принципиальная схема закладочного ком-

© Коробова Л.А., Матусов К.Н., Гордиенко О.А., Кутявин И.С., 2013

плекса [2] для предварительного системного анализа представлена элементами технологического оборудования и связями по материальным потокам (рис.1).

Системный анализ технологического объекта проводится для определения технологических целей функционирования, выделения и формирования организационно - технологической структуры производства и определения технологических целей в ней. Основные положения методики системного представления и анализа компонентов технологического комплекса будем основывать на некоторых смысловых понятиях системного анализа. Базовым понятием системного анализа любого технологического комплекса определим понятие организационно-

технологической системы (ОТС) [3,4]. Технологический процесс может быть при исследовании подвергнут декомпозиции на составляющие его элементы. Такими элементами могут быть технологические операции (ТО), технологические циклы (ТЦ) и технологические комплексы [ТК]. При этом каждый из выделенных элементов может исследоваться автономно и предназначаться для достижения определенной технологической цели функционирования. Причем, в общем стратегическом плане создания технологического комплекса предполагается, что при достижении технологических целей будет обеспечиваться достижение и общей стратегической технологической цели всего комплекса.

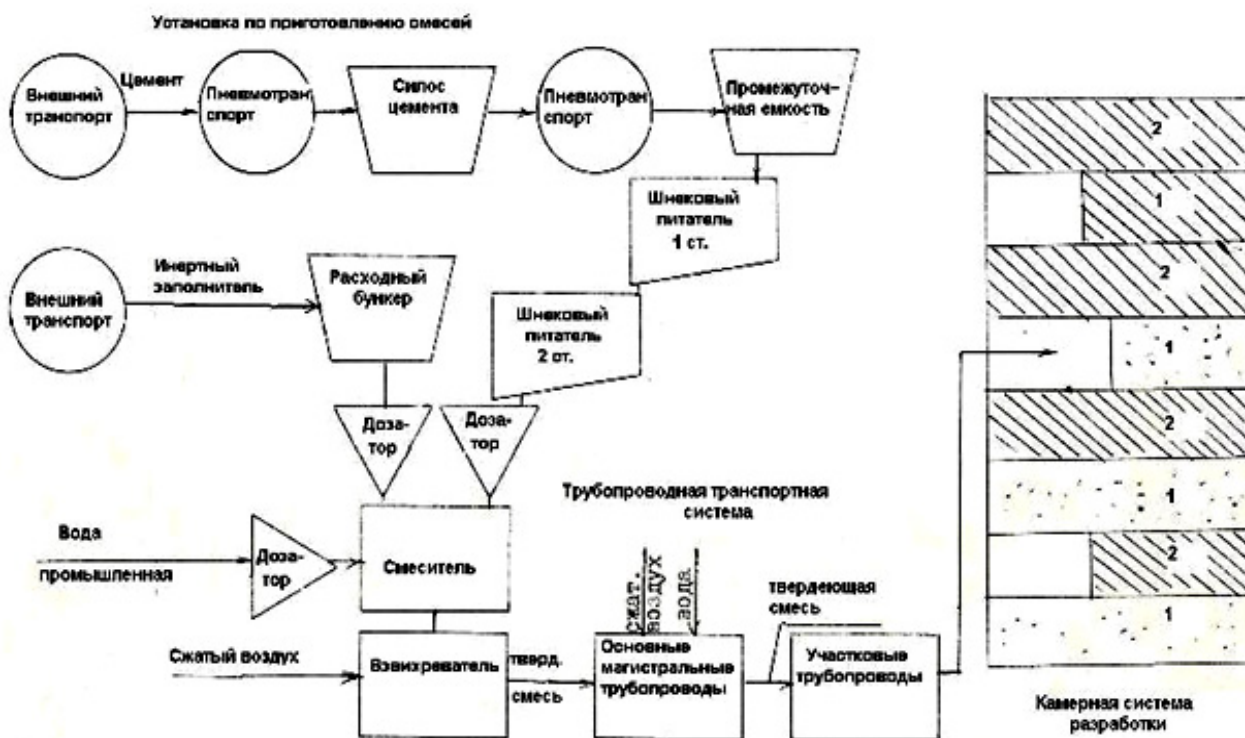


Рис.1. Принципиальная технологическая схема производства закладочных работ

В то же время, практика производства показала, что это не всегда так. В сложных технологических комплексах всегда возникают диспропорции, обусловленные динамической несовместимостью отдельных операций, нечетким определением технологических целей, неверной постановкой задач и т.д. В связи с чем, в реально действующем

технологическом комплексе возникают задачи оперативной координации целей, что вызвано изменением параметров состояния технологических операций и внешними возмущениями. Следовательно, на первом этапе системного анализа технологического комплекса ставится задача выявления технологических целей его функционирования, оп-

ределяется состав «соучастников» (ТО, ТЦ и ТК), обеспечивающих достижение этих целей. Получаемое при этом структурное и функциональное образование ТО, ТЦ и ТК относят к классу организационно - технологических систем (ОТС) [5]. **ОТС - это технологическая совокупность ТО, ТЦ, ТК и систем управления (СУ), отражающая структуру и взаимодействие составляющих ее элементов и обеспечивающая достижение заданных технологических целей функционирования оптимальными или приемлемыми способами организации структуры и управления.**

Сформируем технологические цели, цели управления и организационно-технологическую структуру интегрированного производства закладочных работ. Множество технологических операций и их упорядочение в соответствии с организационно - технологическими аспектами производства закладочных работ отражено на рис.1. Из анализа функционирования закладочного комплекса по [2] следует, что глобальная технологическая цель функционирования может быть сформулирована однозначно: - **обеспечение полного извлечения полезного ископаемого с минимальными потерями, разубоживанием и безопасной технологией очистных работ.**

Глобальная технологическая цель может быть достигнута, если закладочный массив отвечает требованиям прочности и однородности [2]. Следует отметить не нашедший отражение в [2] такой показатель, как скорость созревания массива и пути регулирования или интенсификации физико-химических процессов созревания. Если время созревания массива превысит определенный норматив, то это также может привести к срыву графика добычи руды. Таким образом, можно сформулировать главную цель управления: - **обеспечить созревание закладочного массива, отвечающего требованиям прочности и однородности, в заданный срок.**

Оценим условия и факторы, обеспечивающие достижение глобальной технологи-

ческой цели. Так, однородность закладочного массива может определяться двумя факторами: однородностью закладочной смеси и режимом закладочных работ, обеспечивающим минимальное количество пустот и равномерность закладки. Прочность закладочного массива зависит от однородности закладочной смеси, а также от состава инертного и активного заполнителей. Время созревания зависит от состава инертного и активного заполнителей, влажности закладочной смеси и особенностей рудного пласта. Нарушение непрерывности режима закладки приводит к расслоению закладочного массива, что влечет снижение прочности и однородности. Однородность закладочной смеси зависит от качественного выполнения операций дозирования компонентов, смешения и взвешивания. Непрерывность режима закладочных работ может быть нарушена аварийными состояниями трубопроводного транспорта и т.д.

Сказанное позволяет построить предварительную логическую цепочку причинно-следственных связей технологических факторов, влияющих на достижение глобальной технологической цели (рис.2). Анализ причинно - следственных связей позволяет предварительно сформулировать следующие организационно-технологические цели управления процессом закладки в производстве закладочных работ. Из [2] следует первая организационно-технологическая цель управления процессом закладки: - **обеспечить подачу закладочной смеси заданного качества в камеру выработки с максимальной полнотой ее заполнения и без расслоений.** Эта цель может быть достигнута, если твердеющая смесь отвечает требованиям текучести и подача смеси обеспечивается без существенных перерывов в работе.

Очевидно, что требование текучести обеспечивается соблюдением заданного состава твердеющей смеси, а непрерывность подачи обеспечивается бесперебойной работой трубопроводного транспорта и смеси-тельной установки. Если эти факторы определены и стабилизированы, то второй целью

управления в процессе закладки можно считать: - **обеспечить заданную скорость подачи твердеющей смеси и регулирование равномерного ее распределения в пространстве выработки.**

Регулирование равномерного распределения твердеющей смеси в пространстве выработки является внутренней целью и, одновременно, технологической задачей эксплуатационного персонала процесса закладки. Тогда можно утверждать, что скорость подачи твердеющей смеси будет определяться составом закладочной смеси и параметрами трубопроводного транспорта.

Отсюда следует третья организационно-технологическая цель управления: - **обеспечить требуемую скорость подачи закладочной смеси в соответствии с ее составом и топологией транспортной системы.**

Эта организационно-технологическая цель управления может быть достигнута, если известны параметры твердеющей смеси и топология (длина, диаметры, статические давления и т.д.) трубопроводной системы. Тогда четвертая организационно-технологическая цель управления заключа-

ется: - **обеспечить расчет, настройку и регулирование технологических параметров трубопроводного транспорта, отвечающих параметрам твердеющей смеси и ограничениям по скорости подачи.**

Заметим, что во всех отмеченных организационно-технологических целях управления наиболее важным является получение твердеющей смеси заданного качества и непрерывность ее подачи в камеру заполнения. Отсюда, можно сформулировать пятую организационно-технологическую цель управления: - **обеспечить приготовление твердеющей смеси заданного качества в заданные сроки и с заданной производительностью.**

В то же время в производстве закладочных работ могут возникать различные возмущающие воздействия. В связи с этим, шестая организационно-технологическая цель управления может быть сформулирована следующим образом: - **обеспечить заданное качество твердеющей смеси с адаптацией к изменению состава сырьевых компонентов, к изменению требований к составу смеси и объему производства.**



Рис. 2. Причинно - следственные связи технологических факторов

В связи с системообразующими свойствами и целями можно предложить организационно-технологическую структуру интег-

рированного производства закладочных работ из четырех организационно – технологических подсистем интеграции (ИП): - "Мик-

сер" - композиция ТО по получению твердеющей смеси заданного качества; - "Транспорт"- композиция ТО по транспортировке твердеющей смеси; - "Закладка" - композиция ТО по закладке смеси в камере выработки; - «Созревание» - композиция ТО по обеспечению дозревания закладочного массива.

В заключении отметим, что разработка технологических подсистем интеграции закладочных работ представляет собой сложный и трудоемкий процесс. Необходимо выполнить цикл научно-исследовательских и экспериментальных работ для выявления зависимостей между параметрами состояния закладочного массива и процессами приготовления закладочных смесей, решить вопросы выбора методов и периодов управления, разработать математическую модель производства с целью автоматизации управления производством закладочных работ и т.д.

Библиографический список

1. Евдокимов Н.И., Мацкевич А.В.,

Сытник В.С. Технология монолитного бетона и железобетона. - Москва.: Высшая школа, 1980.-335 с.,ил.

2. Технологическая инструкция по производству закладочных работ на рудниках комбината "Ачполиметалл" -Ленинград: ВНИМИ, 1984, -26с., ил.

3. Морев В.Н. Организационно-технологические АСУ. -Ленинград.: Машиностроение, 1983. -144с., ил.

4. Мухамадиев Б.М. Кутявин И.С., Смирнов К.К. Системные принципы создания АСУ технологическим комплексом производства электролитического алюминия. Деп. рукопись. № 18(348) Та-Д85,-Душанбе: Таджик НИИТИ, 1985.-51с., ил.

5. Матусов К.Н.,Гордиенко О.А., Коробова Л.А. Автоматизированная система организационно-технологического управления «Анодный блок». Материалы Всероссийской научной школы. Информационно – телекоммуникационные системы и управление, - Воронеж: ИПЦ «Научная книга» - 2011.- 504 с.

УДК 51

*Воронежская государственная лесотехническая академия
Кафедра вычислительной техники и информационных систем
Д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ Ю.С. Сербулов*

*Кафедра автоматизации производственных процессов
Канд. техн. наук, доцент Д.А. Глухов*

*Россия, г.Воронеж, тел.: (473) 253-70-50
E-mail: gluhovda@yandex.ru*

*Voronezh State Academy of Forestry, chair of computer facilities
and information systems
D. Sc. in Engineering, Prof., honored worker of the higher school of
the Russian Federation Y.S. Serbulov*

*Chair of automation of productions
Ph. D. in Engineering, associate professor D.A. Glukhov*

*Russia, Voronezh, ph.: (473) 253-70-50
E-mail: gluhovda@yandex.ru*

Ю.С. Сербулов, Д.А. Глухов

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕСУРСНОГО КОНФЛИКТА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

В статье представлена математическая модель ресурсного взаимодействия конкурирующих производственно-экономических систем, позволяющая реализовать рыночную ситуацию и предполагающая их деление на три группы.

Ключевые слова: математическая модель, конкуренция, взаимодействие, рыночные отношения, ресурсный конфликт.

Y.S. Serbulov, D.A. Glukhov

THE QUESTION OF MODELING RESOURCE CONFLICTS INDUSTRIAL AND ECONOMIC SYSTEMS IN MARKET CONDITIONS

The paper presents a mathematical model of resource interaction of competing industrial and economic systems, which allows to create a market situation and suggesting their division into three groups.

Keywords: mathematical model, competition, cooperation, market relations, resource conflict.

Конкуренция представляет борьбу за достижение целевого превосходства в предметной области одной из конфликтующих ПЭС и в реальности проявляется в форме конфликта, носящего характер «единства», «сотрудничества», «нейтралитета» или «соперничества» [1,2,3]. От результатов его решения зависит процесс развития, жизнедеятельности и гибели (поглощения) любой системы. В процессе повседневной деятельности ПЭС конфликт не исчезает, а динамически переходит с одной формы в другую.

Целью исследования является построение математической модели ресурсного взаимодействия (РВ) конкурирующих систем, позволяющую реализовать рыночную ситуацию.

В настоящее время установлено, что чаще всего причиной возникновения конкуренции является общий ресурс [4], поэтому конкуренция может возникать даже на ранних этапах взаимодействия и приводить к появлению на рынке качественно нового пула конкурирующих за новый ресурс систем. В зависимости от состава в данном сегменте рынка ПЭС рыночная ситуация может принимать различные формы, для описания которой, например, можно использовать одну из дифференциальных моделей, встречающихся в теории эпидемий [5].

Предположим, что на рынке функционируют ПЭС общего числа N , которые условно можно разделить на три группы. Первую из них образуют ПЭС, которые при РВ содействуют друг другу. Их количество в момент времени t , обозначим $X(t)$. Вторую группу представляют ПЭС, которые при РВ нейтральны к другим ПЭС. Число таких систем обозначим $Y(t)$. И, наконец, третью группу составляют ПЭС, которые относительно других ПЭС проводят антагонистическую политику. Число таких ПЭС $Z(t)$. Предполагается, что число ПЭС каждой из

групп можно представить как непрерывную функцию времени (хотя на самом деле $X(t)$, $Y(t)$, $Z(t)$ – целые числа в любой момент времени) можно записать:

$$X(t) + Y(t) + Z(t) = N. \quad (1)$$

Далее процесс РВ должен протекать в зависимости от численности ПЭС группы $Z(t)$. Если предположить, что число таких ПЭС превосходит некоторое число Z^* , то окажется, что они способны отрицательно влиять на ПЭС из группы $Y(t)$, проводящих нейтральную независимую политику. При этом скорость изменения численности таких ПЭС не может не зависеть от общего числа нейтральных $Y(t)$. В первом приближении эту независимость можно считать линейной:

$$\frac{dY}{dt} = -\alpha Y.$$

Здесь α – коэффициент пропорциональности, характеризующий отрицательную динамику РВ ПЭС и определяющий долю ПЭС, разочаровывающихся в выбранном направлении РВ.

Если каждая ПЭС из группы $Y(t)$, перешедшая в группу $Z(t)$, сама становится носителем антагонизма, то скорость изменения числа ПЭС отрицательно настроенной друг к другу части ПЭС представляет собой разность:

$$\frac{dZ}{dt} = \alpha Y - \beta Z. \quad (2)$$

Здесь β – коэффициент пропорциональности, характеризующий положительную динамику РВ и определяемый как доля ПЭС, при РВ содействующих друг другу. В процессе РВ число содействующих ПЭС из частей $Y(t)$ и $Z(t)$ волеются в группу $X(t)$ и общая скорость изменения этой части ПЭС в процессе РВ на рынке будет равна:

$$\frac{dX}{dt} = \beta Z. \quad (3)$$

Рассмотрим два предельных случая. В первом из них $Z(t) \leq Z^*$. При этом отрицательная динамика РВ на рынке слабо выражена и нейтральные ПЭС могут пребывать как бы в стационарном состоянии. В этом случае зависимость числа ПЭС каждой из групп от времени определяется уравнениями:

$$\frac{dY}{dt} = 0; \quad \frac{dZ}{dt} = -\beta Z; \quad \frac{dX}{dt} = \beta Z. \quad (4)$$

В случае же, когда число ПЭС $Z(t) \geq Z^*$, то есть ресурсное взаимодействие протекает в условиях сильно выраженной

отрицательной динамики.

Зависимость числа ПЭС каждой из частей от времени определяется уравнениями:

$$\frac{dY}{dt} = -\alpha Y; \quad \frac{dZ}{dt} = \alpha Y - \beta Z; \quad \frac{dX}{dt} = \beta Z. \quad (5)$$

Для однозначности решений соответствующих уравнений необходимо задание начальных условий. Пусть до начала ресурсного взаимодействия (в момент времени t_0) $X(t_0) = X_0$, а $Z(t_0) = Z_0$. Кроме того, для простоты расчетов считаем, что $\alpha = \beta$. Тогда в первом случае ($Z(t) \leq Z^*$) очевидно, что:

$$Y(t) = N - Z_0 - X_0; \quad Z(t) = Z_0 e^{-\alpha t}; \quad X(t) = N - Y(t) - Z(t) = X_0 + Z_0(1 - e^{-\alpha t}). \quad (6)$$

Рассматриваемый случай соответствует рыночной ситуации когда довольно большая группа ПЭС, проводящих антагонистическую политику по отношению друг к другу. На рис.1 графически представлено изменение числа ПЭС каждой из трех групп с течением времени.

Для случая $Z(t) \geq Z^*$ должен существовать интервал $0 \leq t \leq T$ времени, в течении

которого справедливо неравенство, так как по смыслу задачи Z – непрерывная функция во времени.

Из уравнений (5) следует:

$$Y(t) = Y_0 e^{-\alpha t}; \quad (7)$$

$$\frac{dZ}{dt} + \alpha Z = \alpha Y_0 e^{-\alpha t}. \quad (8)$$

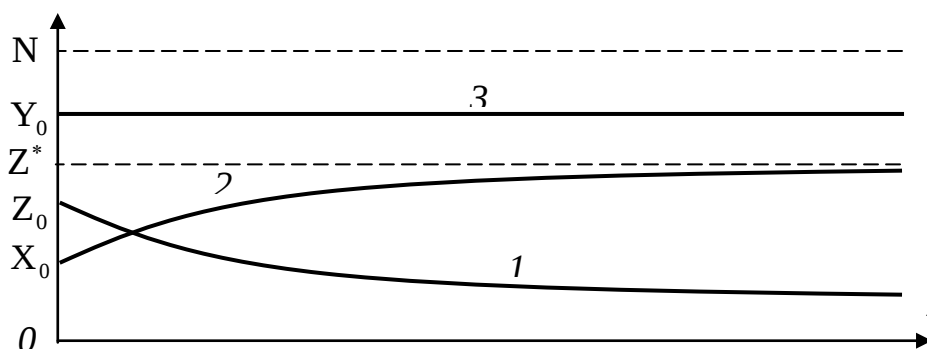


Рис. 1. Временная зависимость числа ПЭС каждой из трех групп в процессе РВ; 1, 2, 3 – $X(t)$, $Z(t)$ и $Y(t)$ соответственно

Для всех $0 \leq t \leq T$. Если теперь умножить обе части на $e^{\alpha t}$, то получим

$$\frac{d}{dt} (Z e^{\alpha t}) = \alpha Y_0,$$

откуда

$$Z e^{\alpha t} = \alpha Y_0 t + C, \quad (9)$$

что соответствует множеству всех решений (8)

$$Z(t) = C\ell^{-\alpha t} + \alpha Y_0 t \ell^{-\alpha t}. \quad (10)$$

Далее, используя начальные условия $t=0$, получаем, что $C = Z_0$, а уравнение (10) примет вид

$$Z(t) = (Z_0 + \alpha Y_0 t) \ell^{-\alpha t}. \quad (11)$$

Последнее уравнение (5) с учетом (10) будет иметь вид

$$\frac{dX}{dt} = (\alpha Z_0 + \alpha^2 Y_0 t) \ell^{-\alpha t},$$

а его решение

$$X(t) = N - (Z_0 + Y_0(1 + \alpha t)) \ell^{-\alpha t}. \quad (12)$$

На рис. 2 схематически показано, как с течением времени меняется число ПЭС каждой из рассматриваемых групп в процессе РВ.

Исследуя на экстремум функцию (11), найдем момент времени $t_{\max}$, который соответствует максимальному значению числа ПЭС, составляющих группу $Z(t)$:

$$\frac{dZ}{dt} = (\alpha Y_0 - \alpha Z_0 - \alpha^2 Y_0 t) \ell^{-\alpha t} = 0,$$

откуда

$$t_{\max} = \frac{1}{\alpha} \left(1 - \frac{Z_0}{Y_0} \right). \quad (13)$$

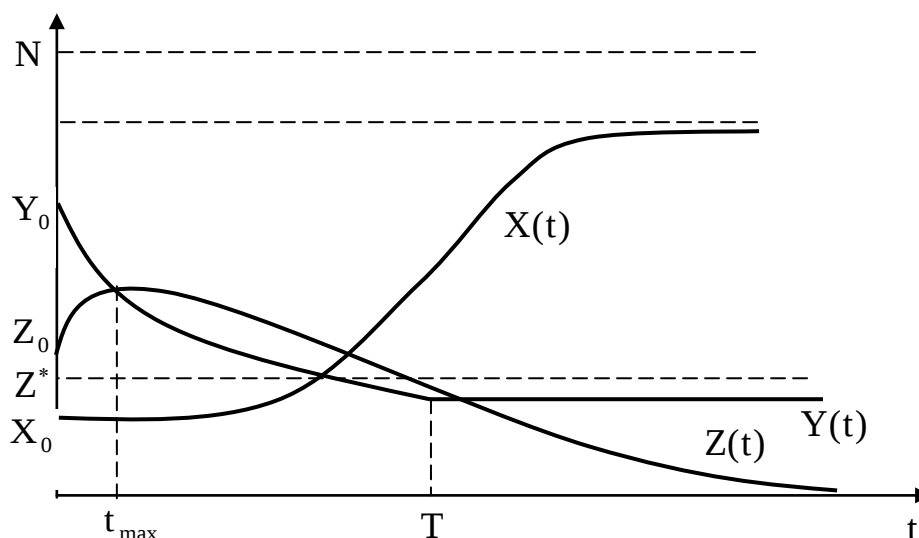


Рис. 2. Изменение числа ПЭС в процессе РВ

Если теперь подставить (13) в (11), то получим:

$$Z_{\max} = Y_0 \ell^{\left(\frac{Z_0}{Y_0} - 1 \right)}. \quad (14)$$

Следует заметить, что число ПЭС полученное в (14), равно числу нейтральных ПЭС в этот момент времени, полученное из (8), поэтому:

$$Z(t_{\max}) = Y(t_{\max}).$$

Дальнейшие исследования свяжем с нахождением величины времени T . Это важно, поскольку именно в этот момент времени в результате изменения рыночной ситуации

прекращается отрицательное влияние ПЭС из части группы Z на часть ПЭС из $Y(t)$.

Если вернуться к уравнению (11), то при $t=T$ его правая часть принимает значение Z^* :

$$Z^* = (Z_0 + \alpha Y_0 T) \ell^{-\alpha T}, \quad (15)$$

а при этом $Y(T) = Y_0 \ell^{-\alpha T} = Y^* = \lim_{t \rightarrow \infty} Y(t)$ —

есть число ПЭС, которые в результате изменения рыночной ситуации перешли в разряд содействующих между собой ПЭС. Под $t \rightarrow \infty$ следует понимать достаточно удаленный момент времени. Тогда из последне-

го выражения легко получить искомый момент времени:

$$T = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{Y_0}{Y^*}. \quad (16)$$

Таким образом, если можно указать явное значение Y^* , то и можно использовать условие (16) для предсказания времени прекращения антагонистической политики группы Z.

Библиографический список

1. Сысоев В.В. Конфликт, сотрудничество, независимость. – М.: Московская академия экономики и права, 1999. – 151 с.
2. Сербулов Ю.С. Модели анализа конкурентного ресурсного взаимодействия производственно-экономических систем : монография / Ю.С. Сербулов, Д.В. Сысоев,

Е.В. Чернышова. – Воронеж: Научная книга, 2011. – 141 с.

3. Аржакова Н.В. Управление динамикой рынка : системный подход / Н.В. Аржакова, В.И. Новосельцев, С.А. Редкозубов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. – 192 с.

4. Сербулов Ю.С. Теоретическое представление взаимодействия систем в условиях ресурсного конфликта / Ю.С. Сербулов, Д.В. Сысоев, Н.В. Сысоева // Системы управления и информационные технологии. Науч.-техн. ж. – Москва-Воронеж: Научная книга. – 2007. – №2 (28). – С. 45-48.

5. Murray J.D. Some simple mathematical models in ecology // Math. Spectrum. -1983-1984. –v16, № 2. –p. 48-54.

УДК 519.876.2

Воронежская государственная лесотехническая академия,
кафедра вычислительной техники и информационных систем

Старший преподаватель О.В. Коровина

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-950-766-37-37
E-mail: kor_ole@mail.ru

Voronezh State Academy of Forestry, chair of computer facilities
and information systems

Senior teacher O.V. Korovina

Russia, Voronezh, ph.: 8-950-766-37-37
E-mail: kor_ole@mail.ru

О.В. Коровина

МЕХАНИЗМЫ КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

В статье рассматривается применение методов комплексного оценивания к задачам обеспечения качества образовательного процесса высшего учебного заведения с использованием механизма матрицы свертки.

Ключевые слова: комплексное оценивание, оценка качества, качественный показатель, важность показателя, матрица свертки.

O.V. Korovina

MECHANISMS OF COMPLEX ESTIMATION OF QUALITY EDUCATIONAL PROCESS OF THE HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

The article discusses the use of integrated assessment tasks to ensure the quality of the educational process the higher education institution to use the mechanism of the convolution matrix.

Keywords: complex estimation, quality assessment, quality indicator, importance of an indicator, matrix.

Введение

Для выработки эффективных управ-

ляющих воздействий, необходимо обладать достаточной информацией о поведении управляемых объектов, в частности, – относительно результатов их деятельности.

В сложных системах, деятельность которых описывается многими критериями целесообразно использовать механизмы комплексного оценивания, которые позволяют осуществлять свертку показателей, то есть агрегировать информацию о результатах деятельности отдельных активных элементов.

Теоретический анализ

При исследовании механизмов комплексного оценивания решается задача синтеза процедуры агрегирования информации, которая адекватно отражала бы содержательные аспекты взаимодействия участников системы и позволяла органу управления принимать решения на основании агрегированной информации.

Для решения задач комплексного оценивания сложных социально-экономических объектов широко используется подход, основанный на формировании дерева целей. Основная идея этого подхода заключается в том, что каждая вершина дерева целей деагрегируется ровно на две подвершины. Это позволяет проводить агрегирование каждой пары вершин в последующую вершину (верхнего уровня) с помощью логических матриц свертки.

Решение таких задач основано на методологии формирования комплексной оценки путем реализации стандартных формальных и экспертных процедур.

Методика

При формировании комплексной оценки качества образовательного процесса методом матриц свертки необходимо выполнить следующие этапы:

1. Установить направления оценивания объекта, например показатели аккредитации и лицензирования высшего учебного заведения.

2. Разбить направления оценки образовательной системы на две подгруппы. Такое разбиение можно сделать для направлений, по которым состояния объекта могут быть

определены на основе объективных данных, то есть существуют показатели, которые могут быть просто рассчитаны, измерены или получены с помощью конкретных формальных процедур. Оценка объекта по другим направлениям будет осуществлена экспертным путем.

3. Сформировать балльную шкалу оценок. Для всех направлений формируется единая пятибалльная шкала.

4. Определить локальные оценки направлений. Если вуз по i -му направлению оценивают p_i экспертов, $i=q+1, q+2, \dots, n$, то локальные оценки в рамках этих направлений получаются путем применения стандартных процедур свертки экспертных оценок.

Если s_{ij} – экспертная оценка по i -му направлению, полученная от j -го эксперта, то локальные оценки O_i по этим направлениям формируются на основе следующей процедуры

$$O_i = \frac{1}{p_i} \sum_{j=1}^{p_i} s_{ij} \quad (1)$$

5. Определить множество качественных показателей, то есть Q_i , $i=1, \dots, q$.

6. Определить шкалу пересчета значений качественных показателей в локальные балльные оценки. Для этих показателей формируются отдельные шкалы. Для j -го показателя, $j=1, \dots, Q_i$ i -го направления, $i=1, 2, \dots, q$ – экспертно, либо на основании расчетов определяется наилучшее $\Pi_{ij}^{\text{л}}$ и наихудшее $\Pi_{ij}^{\text{х}}$ значения показателя. Затем эти значения отмечаются на числовой оси. После этого отрезок разбивается на m отрезков, причем, границы этих отрезков также определяются экспертно. Достаточно часто встречающийся способ разбиения – это разбиение на равные отрезки.

7. Определить важность значения каждого показателя, что соответствует важности промежуточной балльной оценки этого показателя. Важность промежуточной балльной

оценки показателя определяется экспертным путем. Устанавливается минимальное значение важности d и максимальное значение D . Если важность оценок показателей i -го направления оценивают p_i экспертов, $i=1, \dots, q$, σ_{ij}^k - значение важности j -го показателя $j=1, \dots, Q_i$, поставленное k -м экспертом, $\sigma_{ij}^k \in [d; D]$, то важность промежуточной балльной оценки v_{ij} j -го показателя по i -му направлению может быть определена как

$$v_{ij} = \frac{1}{p_i} \sum_{k=1}^{p_i} \sigma_{ij}^k \quad (2)$$

8. Измерить или рассчитать значения количественных показателей, которые характеризуют вуз в рамках каждого направления.

9. Пересчитать значения количественных показателей в промежуточные балльные оценки. Для этого на соответствующей шкале находится значение того или иного показателя, и определяется промежуточная балльная оценка, которой это значение соответствует.

Положение на шкале расчетного значения показателя Π_{ij}^P , определяет промежуточную балльную оценку b_{ij} этого показателя.

10. Определить локальные оценки объекта по направлениям, характеризующихся качественными показателями. Используя важности значений показателей или важности промежуточных балльных оценок, рассчитать локальные оценки направлений можно на основе следующей процедуры

$$O_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^{Q_i} v_{ij}} \sum_{j=1}^{Q_i} v_{ij} b_{ij} \quad (3)$$

11. Определить пары направлений, локальные оценки по которым будут сворачиваться в обобщенную оценку. Эти пары направлений определяются экспертами, таким образом, получают сначала обобщенные оценки, а затем комплексную оценку качества

образовательного процесса. Для определения обобщенной оценки трех и более направлений экспертно определяется порядок свертки пар. Можно использовать параллельный, последовательный метод свертки.

12. Сформировать матрицы свертки. При помощи матриц сверток формируются обобщенные оценки. Матрица свертки – это таблица, номер строки которой соответствует локальной балльной оценке по одному направлению, а номер столбца – локальной оценке по другому направлению. На пересечении этих строки и столбца как раз и находится обобщенная оценка. Для каждой пары сворачиваемых оценок выбирается своя матрица свертки.

13. Определить комплексную оценку качества образовательного процесса вуза.

Достоинством данного подхода также является то, что в методику могут быть включены параметры, не имеющие количественного измерения.

Такие критерии могут быть заданы в виде баллов или бинарными соотношениями (например, высокий – 2, средний – 1, низкий – 0), что очень удобно в отношении социальных показателей, которые не всегда можно измерить числами.

Представленный метод может использоваться при определении сводных показателей качества образовательного процесса и для оценки социально-экономического развития вуза, что является неотъемлемой частью процесса аккредитации образовательного учреждения.

Библиографический список

1. Бурков В.Н., Кондратьев В.Д., Щепкин А.В. Механизмы повышения безопасности дорожного движения – М.: УРСС, 2011. – 180 с.
2. Вешнева И.В. Математические модели в системе управления качеством высшего образования с использованием методов нечеткой логики: Монография. – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2010

УДК 519.72

Воронежская государственная лесотехническая академия
Кафедра вычислительной техники и информационных систем
Д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей
школы РФ Ю.С. Сербулов

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина», заместитель начальника
4 научно-исследовательского отдела научно-
исследовательского центра, канд. техн. наук М.Л. Федюнин

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-906-675-78-59
E-mail: Nobodi1@yandex.ru

Voronezh State Academy of Forestry, chair of computer facilities
and information systems
D. Sc. in Engineering, Prof., honored worker of the higher school of
the Russian Federation Y.S. Serbulov

Military educational scientific center of Military and air forces
"Military and air academy of a name of professor N.E.Zhukovsky
and Yu.A.Gagarin", deputy chief 4 research departments
Ph. D. in Engineering M.L. Fedyunin

Russia, Voronezh, ph.: 8-906-675-78-59
E-mail: Nobodi1@yandex.ru

Ю.С. Сербулов, М.Л. Федюнин

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В статье рассматривается задача разработки методики исследования организационной структуры современной педагогической системы, где в качестве средств обучения выступают информационно-коммуникационные технологии.

Ключевые слова: методика, организационная структура, технология.

Y.S. Serbulov, M.L. Fedyunin

DEVELOPMENT OF THE TECHNIQUE OF RESEARCH OF THE ORGANIZATIONAL STRUCTURES OF MODERN PEDAGOGICAL SYSTEM

In article the problem of development of a technique of research of organizational structure of modern pedagogical system where information and communication technologies act as tutorials is considered.

Keywords: technique, organizational structure, technology.

Реформирование высшей школы, переориентация образования на личностное, компетентностное развитие требуют разработки таких технологий обучения, которые позволят будущим специалистам не только овладеть специальностью, но и раскрыть, реализовать свой творческий потенциал. В связи с этим для учебных заведений становится актуальной проблема организации адаптивного управления педагогическим процессом, уровня его руководства и планирования, форм и методов обучения, восприятия педагогических воздействий, адаптации преподавателей и обучающихся к процессу обучения. Педагогические системы (ПС) относятся к классу сложных социальных систем.

Однако при наличии большого количества исследований и рекомендаций по управлению педагогическим процессом, их

внедрение в практику учебных заведений на сегодняшний момент еще не носит системного характера. Не нашли должного отражения в исследованиях и требуют дополнительного изучения вопросы поиска рациональных организационных структур ПС для реализации дуального управления (преподаватель - обучающийся), адаптации управления профессиональной подготовкой лиц с пониженной восприимчивостью к обучению, создания условий для их развития.

Возникают проблемные вопросы системного моделирования по разработке моделей и алгоритмов структуризации отношений и правил принятия решения на множестве информации, полученной в результате мониторинга ПС, а также развитие сценариев педагогического взаимодействия активных элементов ПС, позволяющее повысить эффективность управления, определить стратегию и тактику с точки зрения уменьшения расходов и увеличения уверенности в

надежности управляющих воздействий.

Комплекс связей, установленных в ПС, отражает ее организационную структуру. Для оценки качественных свойств организационной структуры ПС Рогозиным В.Д. [1] предложена методика, основанная на расчете коэффициента потерь связей (Q). Коэффициент представляет собой относительное изменение количества связанных элементов системы при разрыве связи и позволяет оценить важность этой связи для функционирования системы.

Использование этой методики позволило спроектировать модель оптимальной устойчивой организационной структуры системы, в которой разрыв любой установленной связи не приводит к ее разрушению.

Всего в системе, состоящей из пяти элементов, два из которых активные, может быть организовано более миллиона различных вариантов связей. Для отсева ненужных связей и определения оптимальной организационной структуры социальной системы, были введены оценочные критерии пригодности, устойчивости, целеустремленности и оптимальности системы [2].

Будем считать, что ЛПР может оценить все свойства каждой структуры ПС с помощью вектора критериев эффективности: $K = \{K_1, \dots, K_q, \dots, K_z\}$. Имеющееся у ЛПР описание i -той структуры ПС можно представить в виде вектора информационных гранул: $E_i = \{g_{i1}, \dots, g_{it}, \dots, g_{iv}\}$. Критерии эффективности могут иметь различную значимость и влияние на решение задачи. Возможны следующие способы определения множества условных объединений структур ПС:

- 1) равнозначности заданных критериев;
- 2) упорядоченности критериев по важности.

Сущность модернизации первого метода заключается в использовании для формирования объединения интервальных оценок ζ . Пусть каждому из критериев K_q , $q = \overline{1, z}$ можно на основании экспертной информации поставить в соответствие множество оценок H_{qi} для всех элементов структуры из N . Тогда, можно утверждать, что каждому

варианту N_i элементов структуры ПС соответствует оценка H_{qi} для каждого из введенных критериев K_q .

Алгоритм решения задачи состоит из этапов:

1) Для каждого критерия вычислить максимальную оценку: $H_{q \max} = \max H_{qi}$, $q = \overline{1, z}$, i по каждому критерию эффективно-сти.

2) Вычислить нормализованные оценки элементов структуры ПС по критериям: $H_{qi}^* = H_{qi} / H_{q \max}$.

3) Вычислить минимальную критериальную оценку для каждого элемента структуры ПС $H_{i \min}$, определяемую как: $H_{i \min} = \min H_{qi}^*$.

4) Формирование условных объединений на основе величины степени сходства ζ элементов структуры ПС: 4.1. Задается левая и правая граница степени сходства $\zeta_1, \zeta_2 \in [0, 1]$. Величины выбираются случайным образом с учетом $\zeta_1 < \zeta_2$; 4.2. Объединение S_y формируется из элементов структуры, для которых при заданной степени сходства выполняется условие: $\zeta_1 \leq H_{i \min} < \zeta_2$; 4.3. Изменяя значения левой ζ_1 и правой ζ_2 границ, можно получить множество условных объединений.

Сущность модернизации второго метода заключается в использовании уровня α для формирования объединений.

Тогда алгоритм решения задачи состоит из этапов:

1) Критерии K_q , $q = \overline{1, z}$, упорядочиваются по важности: $K_1, K_2, \dots$

2) ЛПР назначает случайным образом уровень $\alpha \in [0, 1]$, для которого определяется множество лучших элементов структуры ПС: 2.1. Определить нижнюю («н») и верхнюю («в») границу α -уровневых подмножеств для оценки элементов структуры ПС по рассматриваемому критерию. 2.2. Случайным образом выбираются два элемента структуры ПС. Для каждой пары элементов структуры ПС $N_i, N_{i+1} \in N$ вычислить показатели взаимного превышения критериальных оценок $\zeta_{H_{qi} H_{qi+1}} (H_{qi} > H_{qi+1})$ и $\zeta_{H_{qi+1} H_{qi}}$

$H_{qi} < H_{qi+1}$). 2.3. Вычислить показатель функции принадлежности $\mu_{pq i}$ i -того элемента структуры ПС к множеству лучших по q -критерию.

3) Если множество содержит не одну альтернативу с $\mu_{pq i} \geq \alpha$, то выбирается следующий критерий по важности и шаги п.2 повторяются.

4) Изменяя значение α , получаем множество объединений S .

Таким образом, множество элементов структуры ПС N может быть представлено как множество объединений: $N = \{ S_y \}$, $y = \overline{1, u}$. Возникает задача определения оптимального объединения элементов структуры ПС.

Вектор критериев эффективности содержит две группы показателей: 1) знания - характеризуют структуру ПС с точки зрения ее эффективности для усвоения знаний, умений и навыков (ЗУН); 2) надежность - оценивают структуру ПС на предмет гарантированного усвоения ЗУН. Надежность выступает, как показатель качества структуры. Это объясняется тем, что если ПС не будет обладать требуемой структурной надежностью ее элементов, то все остальные показатели их качества теряют свое практическое значение.

Таким образом, каждая структура ПС характеризуется усвоением условной единицы ЗУН K^3 и надежностью K^{Nad} , которые можно рассматривать с точки зрения общего понятия полезности. Возникает задача построения функции полезности. Пусть $V: \{ N \} \rightarrow [0, 1]$ - функция полезности. Необходимо определить аналитический вид функции полезности с точностью до произвольного монотонного преобразования. Критерии K^3 и K^{Nad} назовем взаимно независимыми по полезности, если K^3 не зависит по полезности от K^{Nad} и наоборот, что полностью согласуется с определением независимости по полезности критериев. Обозначим: $V(H_{K^3}, H_{KNad})$ - функция полезности, где N - множества оценок по критериям K^3 и K^{Nad} . Метод декомпозиции предполагает для по-

строения функции полезности задание двух значений оценок $H_{K^3}^0$, $H_{K^3}^1$ и H_{KNad}^0 , H_{KNad}^1 по критериям K^3 и K^{Nad} . Используя метод Борисова А.Н., предлагается построить функцию полезности i -той структуры ПС при независимости по полезности критериев K^3 и K^{Nad} .

Все перечисленные величины ЛПР определяет на основании исходной информации описания и данных, представляемых экспертом. Таким образом, можно найти значение функции полезности для каждой структуры множества элементов N .

В качестве одного из критериев, характеризующего свойства i -ой структуры, может использоваться значение полезности $V_i(K^3, K^{Nad})$.

Возникает задача определения того объединения из множества N , структур элементов ПС которое будет обладать максимальным показателем полезности с точки зрения ЛПР.

Каждое объединение S_y представляет собой множество, состоящее из элементов N_i , объединенных по определенному признаку:

$$S_y = \bigcup_i \frac{N_i}{V_i(K^3, K^{Nad})}. \quad (1)$$

Функция полезности объединения имеет вид:

$$V_{S_y} = \bigcup_i V_i(K^3, K^{Nad}), N_i \in S_y. \quad (2)$$

Тогда V_{S_y} есть среднее для всех ее элементов:

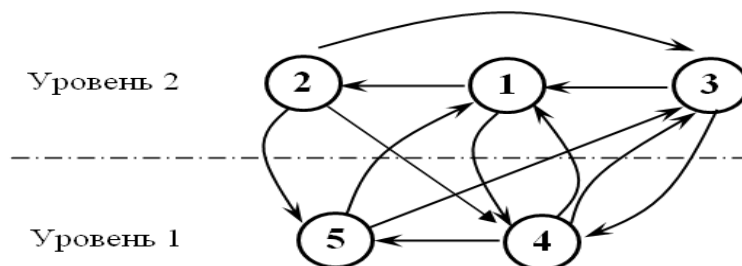
$$V_{S_y} = \frac{\sum_{i \in S_y} V_i(K^3, K^{Nad})}{|S_y|}, S_y \in N, \quad (3)$$

где $|S_y|$ - мощность объединения S_y .

В качестве критерия оптимизации предлагается принять максимум функции полезности объединения:

$$\max V_{S_y} \text{ для } S_y \in N, \text{ где: } i \in S_y, \quad (4)$$

который позволяет сузить множество элементов структур N и получить множество оптимальных структур $S_{\text{опт}}$: $S_{\text{опт}} = N / \max V_{S_y}$. (5).



1 – Субъект управления (преподаватель); 2 – Цель деятельности субъекта (системы);
3 – Средства обучения; 4 – Объект управления (обучающийся); 5 – Цель деятельности объекта.

Рис. 1. Ориентированный граф связей организационной структуры современной педагогической системы.

Для решения поставленной задачи определения оптимального объединения элементов структур ПС предлагается следующий алгоритм: 1) Определение критериев, характеризующих свойства структур, например, усвоение условной единицы ЗУН K^3 и надежность K^{Nad} ; 2) Построение функции полезности; 3) Определение значения функции полезности для всех сформированных объединений S_y множества N (3); 4) Определение оптимального объединения структур (5) на основании критерия оптимизации (4).

Возможен вариант, когда отдельные структуры, входящие в состав оптимального объединения, могут иметь «низкую» полезность, но, как ее элемент окажется вполне подходящими для их использования ЛПР для обеспечения управления качеством ПС.

При исследовании вариантов организационных структур с учетом введенного критерия оптимизации в системе из пяти элементов было установлено восемнадцать связей, десять из которых предусмотрены системой Рогозина В. Д. При дальнейшем поиске организационной структуры ПС, где в качестве средств обучения выступают информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), в которой объект управления становится субъектом управления путем введения дополнительных связей и увеличения устойчивости системы возможно при установлении связи $4 \rightarrow 3$. Дополненная связью $4 \rightarrow 3$ организационная структура современной ПС представлена на рис. 1.

Отношение $4 \rightarrow 3$ может быть интерпретировано: обучающемуся предоставляются возможности самостоятельного использования средств обучения для достижения им собственных целей; преподавателю предоставляются возможности формирования управляющих воздействий на обучающегося согласно с целями обучающегося. Сравнение полученных состояний новой организационной системы с трансформациями базовой структуры показывает значительное расширение диапазона значений R и A , при которых система обеспечивает благоприятные условия для реализации управления процессом обучения [2].

Таким образом, разработана методика исследования организационной структуры современной ПС, где в качестве средств обучения выступают ИКТ, позволяющая разработать адаптивную педагогическую технологию тактико-специальной подготовки.

Библиографический список

1. Рогозин В.Д. Организационный метод повышения качества подготовки специалистов в условиях дуального управления (на основе понятия "разрыв"). / Дис. канд. техн. наук: 05.13.10. – Воронеж: ВГПУ, 1997.
2. Федюнин М.Л. Модели и алгоритмы поддержки принятия решения в задаче адаптивного управления качеством педагогической системы. / Дис. канд. техн. наук: 05.13.10. – Москва: РосНОУ, 2012.

УДК 544.733.4:519.87

Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра «Информационных и управляющих систем»

Д-р техн. наук, доцент А.А. Хвостов

Канд. техн. наук, доцент Е.А. Шипилова

кафедра «Машин и аппаратов химических производств»

Д-р техн. наук, профессор, С.Ю. Панов

Россия, г. Воронеж, тел.: 8-952-951-81-47

E-mail: elen_ship@list.ru

Voronezh state university of engineering technologies, «Information and managing directors of systems» chair

D. Sc. in Engineering, associate professor A.A. Khvostov

Ph. D. in Engineering, associate professor E.A. Shipilova

Chair "Units and devices of chemical productions"

D. Sc. in Engineering, Prof. S.Y. Panov

Russia, Voronezh, ph.: 8-952-951-81-47

E-mail: elen_ship@list.ru

Е.А. Шипилова, А.А. Хвостов, С.Ю. Панов

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ПЫЛЕВЫХ ВЫБРОСОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Рассмотрены проблемы загрязнения окружающей среды промышленными предприятиями, оборудование, используемое для очистки. Выделена роль применения ультразвуковых колебаний для повышения эффективности улавливания аэрозольных частиц. На основе известных зависимостей и результатов экспериментальных исследований рассчитаны значения характеристической частоты ультразвукового воздействия.

Ключевые слова: коагуляция аэрозоля, ультразвуковое воздействие, очистка пылевых промышленных выбросов, оборудование для очистки.

E.A.Shipilova, A.A.Khvostov, S.Y. Panov

THE ANALYSIS OF APPLICATION OF ULTRASONIC FLUCTUATIONS FOR AN INTENSIFICATION OF PROCESSES OF CLEANING OF DUST EMISSIONS OF CONSTRUCTION PRODUCTIONS

Problems of environmental pollution by the industrial enterprises, the equipment used for cleaning are considered. The role of application of ultrasonic fluctuations for increase of efficiency of catching of aerosol particles is allocated. On the basis of known dependences and results of pilot studies values of characteristic frequency of ultrasonic influence are calculated.

Keywords: aerosol coagulation, ultrasonic influence, cleaning of dust industrial emissions, equipment for cleaning.

ВВЕДЕНИЕ

Современная деятельность промышленных предприятий приводит к значительному загрязнению окружающей среды, что является одной из важнейших экологических проблем. Концентрация вредных веществ в промышленных выбросах часто невелика, но из-за их больших объемов валовые количества вредных веществ, поступающих в атмосферу, значительны.

Пыль оказывает вредное действие на органы дыхания, зрения кожу, а при проникновении в организм человека – также на пищеварительный тракт. Особенно сильное травмирующее воздействие оказывают частицы твердого материала, к которым отно-

сятся цемент, отходы керамического производства, угольная пыль. Также атмосферные загрязнения могут способствовать возникновению различных заболеваний.

Во многих технологических процессах, в частности в керамическом производстве, ряд веществ и материалов переходит в аэрозольное состояние и выбрасывается в атмосферу вместе отходящими газами. Такие потери продукта на производстве составляют до 15 % от массы готового продукта. Применение пылеулавливающего оборудования позволит сохранить значительное количество ценных продуктов.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Для решения проблем, связанных с выделением разнообразных аэрозолей во многих отраслях промышленности, используют

широкий класс газоочистного оборудования, однако оно не позволяет обеспечить необходимую степень очистки. Поэтому на сегодняшний день одной из основных задач, является решение проблемы по очистке промышленных выбросов от дисперсных примесей, поступающих в атмосферу.

Проведенный анализ пылеулавливающего оборудования показал, что немаловажной проблемой пылеулавливающей техники является повышение экономичности процесса очистки, так как современные системы очистки газов от пыли представляют собой относительно сложные сооружения, состоящие из комплекса собственно газоочистных и вспомогательных аппаратов (вентиляторы, электродвигатели, насосы) различных типов. Для установки необходимого вспомогательного оборудования требуются дополнительные площади, что приводит к увеличению материальных затрат на организацию монтажа оборудования и его эксплуатацию.

Наиболее остро проблемы пылеулавливающего оборудования проявляются при решении задач очистки промышленных газов от твердых примесей с малым размером частиц. Обеспечить высокую степень очистки отходящих газов от частиц микронного размера при помощи используемых на сегодняшний день средств пылеулавливания достаточно сложно и энергоемко.

Увеличить степень очистки промышленных газов от вредных веществ возможно двумя путями: совершенствованием традиционных аппаратов пылеулавливания или поиском новых направлений в области усовершенствования техники пылеулавливания за счет использования новых видов энергии, способствующих повышению эффективности очистки. При этом наиболее рациональным способом увеличения степени очистки от вредных выбросов является второй путь. Возможным вариантом использования нового вида энергии для повышения степени очистки может служить применение энергии акустических колебаний ультразвуковой частоты высокой интенсивности.

Ультразвук представляет собой волно-

образно распространяющееся колебательное движение частиц среды и характеризуется рядом отличительных особенностей по сравнению с колебаниями слышимого диапазона. При распространении в газах ультразвук порождает уникальные явления, многие из которых нашли практическое применение в различных областях науки и техники.

Проведенные исследования по воздействию на аэрозольные системы ультразвуковых колебаний позволили установить, что они интенсифицируют процесс коагуляции и упрощают очистку газов [1, 2]. Процесс коагуляции частиц происходит следующим образом: частицы сближаются; одни частицы осаждаются на другие, то есть происходит образование агрегатов, упрочнение образовавшихся агрегатов, и осаждение агрегатов.

Коагуляция ультразвуковыми колебаниями обладает следующими преимуществами: позволяет осаждать высокодисперсные аэрозоли, улавливание которых обычными аппаратами сопряжено со значительными трудностями, а иногда невозможно; применимость к агрессивным газам; возможность работы при высоких температурах и давлениях; компактность аппаратуры, возможность установки в аспирационную шахту.

Таким образом, применение ультразвуковых колебаний высокой интенсивности для улавливания дисперсных примесей позволит значительно повысить эффективность очистки, а в ряде случаев обеспечит возможность практически полного обеспыливания.

Скорость коагуляции, т.е. эффективность процесса очистки промышленных газов от дисперсных примесей с помощью наложения ультразвуковых колебаний высокой интенсивности определяются: интенсивностью колебаний; временем экспозиции; частотой; исходной концентрацией.

В настоящее время не существует единой теории ультразвуковой (УЗ) коагуляции аэрозолей. Работы по исследованию закономерностей процесса коагуляции аэрозолей и выявлению оптимальных условий протекания процесса легли в основу создания промышленных установок для газоочистки [1].

В работе [3] предложены выражения для кинетики коагуляции в зависимости от основных параметров УЗ-воздействия, свойств аэрозоля и среды: частоты и амплитуды звуковых колебаний, концентрации и дисперсного состава исходного аэрозоля, вязкости и температуры среды, физико-химических параметров материала частиц.

Авторами работы были предложены зависимости для расчета вероятности столкновений частиц аэрозоля с диаметрами D и D_1 в условиях ультразвукового воздействия

$$K(D, D_1) = \frac{k_b n_0}{v} (D^3 + D_1^3) \left(1 + k_a U_0^2 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 \tau^2}} \right)^2 \right), \quad (3)$$

$$\omega_{\min} = \frac{1}{\tau} \left[\frac{1}{1 - \frac{o \sqrt{k_b n_0 D_0^3}}{U_0 \sqrt{k_a}}} - 1 \right], \quad (4)$$

$$\omega_{\max} = \frac{1}{\tau} \left[\frac{1}{o(1)} - 1 \right]. \quad (5)$$

где U_0 – скорость движения частиц (которая определяется амплитудой звуковых колебаний); n_0 – начальная концентрация аэрозоля; $k_{обт}$ – коэффициенту обтекания; v – кинематический коэффициент вязкости среды; ω – частота акустического воздействия;

$\tau = \frac{\rho_{\text{ч}} D^2}{18\eta}$ – время релаксации частицы, η –

динамический коэффициент вязкости среды.

Важным параметром аэрозоля, характеризующим эффективность его коагуляции, является характеристическая частота, определяемая, как [1]:

$$F_0 = \frac{3\mu}{2\pi\rho R^2}, \quad (6)$$

где μ – коэффициент динамической вязкости дисперсионной среды; ρ – плотность частиц фазы; R – радиус частицы.

Следовательно, высокая частота излучения позволяет коагулировать частицы

K , количества столкновения частиц N , коэффициента увлечения $k_{увл}$ частиц аэрозоля (1) – (3). А также определены предельно низкие (неэффективные) $\omega_{\min}$ и оптимальные частоты $\omega_{\max}$ ультразвукового воздействия (4), (5).

$$N \approx \frac{U_0^2 n_0 k_{обт}^2}{v} (D^3 + D_1^3), \quad (1)$$

$$k_{увл} = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 \tau^2}}, \quad (2)$$

меньшего диаметра, а для осаждения крупных частиц лучше всего применять низкие частоты. Если распределение частиц аэрозоля полидисперсное, то необходимо использовать ультразвуковое воздействие в широком диапазоне частот.

При исследовании процесса воздействия ультразвуковых колебаний на аэрозоль возникает вопрос о влиянии времени озвучивания на степень разрушения и осаждения аэрозолей.

В работе [4] и последующих исследованиях установлено, что для осаждения аэрозолей достаточно 4–5 с; увеличение времени озвучивания более 30 с не усиливает эффект коагуляции.

Важным параметром, влияющим на степень и скорость ультразвуковой коагуляции, является начальная концентрация аэрозоля. Ультразвуковая коагуляция малоэффективна для аэрозолей с малой счетной концентрацией, так как вследствие большого среднего расстояния между частицами мала вероятность их сближения на расстояние, на котором начнут действовать гидродинамические силы.

Также следует отметить зависимость эффективности коагуляции аэрозольных частиц от скорости движения газового потока. В работе [4] определено, что эффективность ультразвуковой коагуляции падает с ростом скорости воздушных потоков. Однако, несмотря на уменьшение эффективности ульт-

развуковой коагуляции при увеличении скорости воздушных потоков, применение ультразвуковых колебаний позволяет существенно интенсифицировать процесс очистки газового потока. При высоких скоростях воздушных потоков ультразвуковую коагуляцию можно использовать как самостоятельный способ очистки газовых выбросов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На Воронежском керамическом заводе проводились исследования [5] физико-химических свойств пылегазовых потоков и частиц керамических пигментов. Использование микроскопического анализа позволило не только оценить дисперсность пыли, но и определить качественные характеристики (форму частиц, степень диспергирования).

Анализ результатов показал, что частицы пыли керамических пигментов по форме аналогичны осколкам с острыми гранями. Такая структура частиц характерна для продуктов измельчения механическими методами. Частицы не монолитны, весьма склонны к образованию агрегатов пигменты ВК-41, ВК-60, ВК-95. Следовательно, для предварительной очистки газового потока можно использовать ультразвуковую коагуляцию.

По приведенным выше формулам определим эффективность коагуляции для частиц различных керамических пигментов, то есть рассчитаем характеристические частоты для аэрозолей соответствующих пигментов. Результаты расчетов приведены в таблице.

Характеристическая частота ультразвуковой коагуляции для различных керамических пигментов при $\mu = 17,3 \cdot 10^{-6}$ Па·с

Пигмент	Радиус частиц, 10^6 м	Плотность частиц, кг/м ³	Характеристическая частота, кГц
ВК-2	5	4400	0,075
ВК-24	6	4600	0,05
ВК-41	4	4500	0,115
ВК-51	3	4700	0,195
ВК-95	2,5	4500	0,29
ВК-112	0,5	4200	7,87
Шихта пигмента ВК-2	3	2600	0,35

Таким образом, на процесс коагуляции влияют как характеристики аэрозоля (начальная концентрация, скорость потока, диаметр частиц), так и акустические условия (частота и интенсивность звука, время озвучивания).

В настоящее время акустическая коагуляция находит все более широкое применение, ибо позволяет осаждать высокодисперсные аэрозоли, улавливание которых обычными аппаратами сопряжено со значительными трудностями, а иногда вообще невозможно. Развитие технологии сдерживается практически полным отсутствием оборудования для создания ультразвуковых колебаний высокой интенсивности в газовых средах.

Применение ультразвукового воздействия на аэрозоли может стать эффективным способом повышения эффективности работы газоочистного оборудования, поскольку позволяет в разы увеличивать размеры аэро-

зольных частиц, что напрямую влияет на степень их улавливания. Хорошую степень очистки дает применение ультразвуковой коагуляции в качестве предварительной или первой ступени обработки газовых потоков с последующим улавливанием дисперсной фазы в инерционных или других пылеуловителях.

Библиографический список

1. Хмелев, В.Н. Ультразвуковая коагуляция аэрозолей: монография / В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов, К.В. Шалунова, С.Н. Цыганок, Р.В. Барсуков, А.Н. Сливин; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 241 с.
2. Хмелев, В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203с.

3. О.Б. Кудряшова, А.А. Антонникова
Физико-математическая модель эволюции
двухфазных аэрозолей при ультразвуковом
воздействии / Вестник томского государст-
венного университета 2012 Математика и
механика № 4(20) с. 94 – 106.

4. Исследование акустической коагуля-
ции аэрозоля, переносимого потоком воздуха

/ В.Н. Хмелёв, А.В. Шалунов, К.В. Шалуно-
ва, Р.Н. Голых Ползуновский вестник № 4-1
2011 с. 211 – 216.

5. Сербулов Ю.С., Шипилова Е.А., Зо-
тов А.П. Математическое моделирование
процесса фильтрования высокодисперсных
аэрозолей зернистыми слоями – Воронеж:
Научная книга, 2010.– 156 с.

УДК 519.272

Воронежский государственный архитектурно-
строительный университет, кафедра «Прикладной
информатики и информационных систем»
Канд. техн. наук Н.В. Акамсина

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-905-644-56-80
E-mail: nvs2003@yandex.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
chair "Applied informatics and information systems"
Ph. D. in Engineering N.V. Akamsina

Russia, Voronezh, ph.: 8-905-644-56-80
E-mail: nvs2003@yandex.ru

Н.В. Акамсина

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕСУРСНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ЭТАПЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В процессе моделирования взаимодействия производственно-экономических систем осуществляется синтез системы и анализ функционирования, которые представляют собой два различных, но взаимосвязанных процесса. В данной статье рассматриваются методы именно на этапе функционирования производственно-экономических систем.

Ключевые слова: производственно-экономическая система; ресурсное взаимодействие; расписание функционирования системы; имитационное моделирование.

N.V. Akamsina

METHODS OF MODELING OF RESOURCE INTERACTION ON THE PHASE OF INDUSTRIAL-ECONOMIC SYSTEMS

In the process of modeling the interaction of production and economic systems is the synthesis of the system and analysis of the operation, which represent two different but interrelated processes. In this article we examine the methods used at the stage of functioning of industrial-economic systems.

Keywords: industrial-economic system, resource interaction; schedule of the functioning of the system; simulation.

В процессе моделирования взаимодей-
ствия производственно-экономических сис-
тем (ПЭС) исследователю, как правило, по-
мимо параметрического синтеза системы
(или непосредственного назначения ресурсов
на каждый ее элемент), приходится осущест-
влять и анализ функционирования системы,
что связывается с необходимостью осущест-
вления данным объектом заданной техноло-
гии получения готовой продукции, которая
всегда реализуется во времени. Однако син-
тез системы и анализ ее функционирования

представляет собой два различных, хотя и
взаимосвязанных, процесса. Указанные осо-
бенности реализации ресурсного взаимодей-
ствия ПЭС одновременно с этим определяют
и круг присущих данной задаче проблем, ко-
торые должны решаться комплексно в рам-
ках единой оптимизационной модели.

Рассмотрим специфику и методы моде-
лирования на этапе функционирования про-
изводственно-экономических систем.

Решение задач, связанных с анализом
функционирования исследуемой системы, в
рамках реализации оптимизационных моде-
лей, как правило, затруднено, так как ис-

пользуемые при этом критерии и ограничения часто задаются весьма в произвольном виде: вербально, графиками, моделирующими алгоритмами и т.д., другими словами, задаются неаналитически [1]. Такие задачи обычно решаются с помощью методов имитационного моделирования. Такой вид задач есть самостоятельный этап общего ресурсного процесса, и включает в себя, помимо процедур имитационного моделирования, различные процедуры по оптимизации динамических характеристик ПЭС.

При моделировании ПЭС, динамика моделей этих систем описывается посредством последовательности происходящих в них событий. При этом различают типы моделей, описывающих динамику функционирования исследуемого объекта [2]. Первый тип моделей носит событийный характер, и ему соответствует такая схема моделирования, при которой на рассматриваемом временном отрезке отмечаются непосредственно только моменты начала и окончания событий. Согласно второму типу моделей, временной отрезок делится на определенные интервалы, каждый из которых подвергается рассмотрению независимо от того, происходят ли в нем изучаемые события или нет.

Выделяют следующие модели, на основе которых можно проводить имитацию функционирования объектов событийным или пошаговым способом это – агрегативные системы, автоматные модели, модели теории расписаний (как частный случай для стохастических систем – модели массового обслуживания), сети Петри и модели системной динамики. Все эти модели ориентированы на использование различных процедур, позволяющих реализовывать сложные задачи имитационного моделирования.

В зависимости от типа объектов (дискретный, непрерывный, дискретно-непрерывный), а также от целей процесса моделирования выбирают ту или иную модель, описывающую динамику функционирования этого объекта. Так для систем, описываемых дифференциальными уравнениями, наиболее удобными моделями имитации

являются модели системной динамики. Для процессов, характеризующихся большим многообразием предваряющих события условий, а также действием сложной и запутанной системы причин и следствий, наиболее предпочтительны модели, описываемые сетями Петри. В более простых случаях, когда условия наступления следующего события определяются только выполнением всех предшествующих ему событий в сети, можно воспользоваться моделями теории расписаний с элементами теории графов. В свою очередь агрегативные системы служат определенным обобщением таких хорошо известных схем, как автоматы и модели массового обслуживания. В агрегативном виде могут быть представлены сети Петри и практически любые численные методы решений дифференциальных уравнений [2].

Заметим, что во многих случаях оптимизация характеристик ПЭС заключается в составлении наилучшего расписания функционирования системы, т.е. совокупность времени начала и окончания выполнения всех операций системы. А исходными данными для этого служат: очередность выполнения всех операций (с учетом структурных связей между элементами системы) и их длительность. При этом оптимизируются обычно параметры, определяющие эффективность функционирования системы, – такие как: суммарная длительность выполнения всех операций; средний объем выполняемых работ; и т.п. [3]. Подобные задачи принадлежат к классу NP-полных задач. Из чего следует, что для задач большой размерности, как правило, не удастся применить точные алгоритмы их решения.

В этих задачах требования получения согласованных решений возникают в тех случаях, когда на функционирование системы налагаются жесткие ограничения, формируемые ЛПР, относящимся к различным подсистемам исследуемого объекта.

Подходы к решению подобных задач заключаются в постепенной расшивке «узких мест», что осуществляет посредством проведения переговоров между различными ЛПР; стимулирование тех ЛПР, которые представляют наиболее выгодные ресурсы и

т.д., с целью получения в итоге согласованного решения. Кроме этого ЛПР, как правило, приходится учитывать еще одно обстоятельство – структуру моделируемой системы. Особенно, если моделируемый объект характеризуется сложной сетевой структурой. Для таких систем вообще отсутствуют эффективные алгоритмы составления оптимальных расписаний функционирования объекта. Для ЛПР же при этом на первый план выдвигаются проблемы синхронизации выполнения тех технологических операций, продукция которых в дальнейшем будет подвержена совместной обработке изделий.

Резюмируя сказанное, отметим, что методы исследования характеристик на этапе функционирования ПЭС, как правило, основываются на совместном использовании оптимизационных и имитационных моделей.

При этом качество окончательного результата во многом определяется выбранной моделью имитационного моделирования, или другими словами подходит ли она для данного объекта, а именно, учитывает ли она структуру этого объекта.

Библиографический список

1. Лотов А.В. О предварительном распределении ресурсов между программами в программно-целевом подходе к планированию народного хозяйства / А.В. Лотов, С.В. Огневцев. – М.: ВЦ АН СССР, 1980. – 48 с.

2. Технология системного моделирования / Под. общ. ред. С.В. Емельянова. – М.: Машиностроение; Берлин: Техник, 1988. – 520 с.

3. Конвей Р.В. Теория расписаний / Р.В. Конвей, В.Л. Максвелл, Л.В. Миллер. – М.: Наука, 1975. – 360 с.

УДК 681.3:516.8

Центральный филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российская академия правосудия»
Канд. техн. наук, доцент, профессор В.К. Голиков

Россия, г.Воронеж
E-mail: gwk-vrn@yandex.ru

Central branch of Federal public budgetary educational institution of higher education "The Russian academy of justice"
Ph. D. in Engineering, associate professor, professor V. K.Golikov

Russia, Voronezh
E-mail: gwk-vrn@yandex.ru

В. К.Голиков

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ВНЕШНЕЙ СРЕДОЙ

Разработана модель взаимодействия производственно-экономической системы с внешней средой, включающая модели системных элементов и связей между ними.

Ключевые слова: взаимодействие, внешняя среда, множество, модель, производственно-экономическая система, ресурс, топология.

V.K.Golikov

MODEL OF INTERACTION OF PRODUCTIVE AND ECONOMIC SYSTEM WITH ENVIRONMENT

The model of interaction of productive and economic system with the environment, including models of system elements and communications between them is developed.

Keywords: interaction, environment, set, model, productive and economic system, resource, topology.

Введение

Необходимым условием функционирования любой системы, в том числе и про-

изводственно-экономической (ПЭС), является непрерывное регулирование потоков (материальных, финансовых, информационных и т.п.) на входе и выходе, т.е. каждая ПЭС представляет собой открытую по ресурсу

систему, внутренняя структура которой определяется качественными и количественными параметрами элементов системы и внешней среды. В свою очередь, будучи открытой по ресурсу каждая подсистема ПЭС отражает условия функционирования всей системы в целом.

Теоретический анализ.

Пусть на входе ПЭС, состоящей из M подсистем, т.е. $\text{ПЭС} = \{\text{ПЭС}_j\}$, $j = \overline{1, M}$, взаимодействует с N элементами множества поставщиков ресурса D^0 , т.е. $D^0 = \{d_i^0\}$, $i = \overline{1, N}$. Будем считать, что на выходе ТС имеется множество потребителей готовой продукции $D = \{d_r\}$, $r = \overline{1, P}$. Тогда каждая $\text{ПЭС}_j \subset D_j^0 \times D_j$, $j = \overline{1, M}$ со своими локальными целями W_j . Здесь $D_j^0 = D_{j1}^0 \times D_{j2}^0 \times \dots \times D_{jn}^0$ ($\times$ - символ декартового произведения) - входной объект ПЭС_j , $D_j = D_{j1} \times D_{j2} \times \dots \times D_{jr}$ - выходной объект ПЭС_j , причем $D_{jk}^0 = \{d_{jk}^0\}$, $k = \overline{1, N_j}$, $D_{jr} = \{d_{jr}\}$, $r = \overline{1, P_j}$ - множество реализаций соответственно входов и выходов ПЭС_j .

Предположим, что цели ПЭС , ПЭС_j измеримы. Тогда на множествах D^0, D_j^0 зададим вещественные функции распределения ресурсов [3] $\Theta(d^0) = \Theta(d^0, R(c, d^0))$ и $\Theta_j(d_j^0) = \Theta_j(d_j^0, R_j(c_j, d_j^0))$, определяющие механизм их распределения между ПЭС и ПЭС_j соответственно, при котором последние могут устойчиво функционировать.

Здесь R_j - глобальная реакция ПЭС_j , $R_j: (c_j \times D_j^0) \rightarrow D_j$, $(d_j, d_j^0) \in TC_j \Leftrightarrow (\exists c_j) [R_j(c_j, d_j^0) = d_j]$, $C_j = \{c_j\}$ - множество глобальных состояний ПЭС_j .

Теперь на основе принципов системного подхода [1] целесообразно выделить модели $M_{\text{ПЭС}}$ - ПЭС , M_{D^0} - множество поставщиков ресурсов на входе и M_D - множество потребителей готовой продукции на выходе ПЭС ; $M_{D^0 \text{ПЭС}}$ - связей D^0 и ПЭС и $M_{\text{ПЭС}}$ - связей ПЭС и D .

Совокупность этих моделей образует кортеж [2]

$$M_{\text{РВПЭС}} = \langle M_{D^0}, M_{D^0 \text{ПЭС}}, M_{\text{ПЭС}}, M_{\text{ПЭС}D}, M_D \rangle \quad (1)$$

взаимодействия ПЭС с внешней средой, который включает модели поставщиков ресурсов на входе и потребителей готовой продукции на выходе ПЭС , т.е. включает причины и следствия и, тем самым, является автономной относительно оставшейся части внешней среды.

Модель множества поставщиков ресурсов D^0 на входе ТС

$$M_{D^0} = \langle \{d_i^0\}, i = \overline{1, N} \rangle \quad (2)$$

образует на множестве моделей d_i^0 незави-

симых параметров (элементов d_i^0) множества D^0 и представляет собой нуль-граф G_{D^0} , т.е. множество вершин, на которых определены поставщики ресурсов d_i^0 и их свойства.

Модель связи множества поставщиков ресурсов D^0 со входом ТС $M_{D^0 \text{ПЭС}}$ устанавливает отношения между множеством $D^0 = \{d_i^0\}$ поставщиков ресурсов d_i^0 модели M_{D^0} и множеством $X = \{x_k\}$ переменных

(состояний) x_k на входе модели $M_{ПЭС}$, связанных единичными дугами с соответствующими $ПЭС_j$ на входе $ПЭС$, и представляет собой двудольный граф $G_{Д^0ПЭС}$.

Модель $M_{ПЭС}$ самой $ПЭС$, устанавливающая отношения на множестве $ПЭС_j$, может иметь различную степень детализации топологии и представлять собой связанный граф $G_{ТС} = (E, \Gamma)$, т.е. граф, в котором выполняется условие

$$E = \forall \Gamma(e_j), \quad (3)$$

где $E = \{e_j, j \in J\}$, $J = \overline{1, M}$, $M = |E|$ - множество вершин ($ПЭС_j$) графа $G_{ПЭС}$; Γ - задает со-

ответствие между парами вершин графа $G_{ПЭС}$; $\Gamma(e_j) = \{e_j\} \cup \Gamma(e_j) \cup \Gamma([e_j]) \cup \dots$ - транзитивное замыкание. Свойство связности графа $G_{ПЭС}$ является принципиальным и характеризует топологию $ПЭС$, $ПЭС_j$ независимо от их целей и функционального назначения, так как в связном графе всегда имеется путь из любой вершины $e_j \in E$ в любую другую.

На множестве вершин E графа $G_{ПЭС}$ можно выделить подмножество входных E_a , выходных E_b и промежуточных (внутренних) E_c вершин (подсистем $ПЭС$) [3]:

$$E_a = \{e_{ja}, ja \in J\}, E_b = \{e_{jb}, jb \in J\}, E_c = \{e_{jc}, jc \in J\}, \quad (4)$$

для которых

$$E_a = E_a \cup E_b \cup E_c; E_c = E \setminus (E_a \cup E_b). \quad (5)$$

Каждой вершине выхода $e_{jb} \in E_b$ связанного графа $G_{ПЭС}$ соответствует переменная y_b (состояние) выхода $ПЭС$. На входных вершинах $e_{ja} \in E_a$ вследствие связности графа $G_{ПЭС}$ всегда суммируются соответствующие внутренние V_i переменные (состояния) $ПЭС$ с независимыми входными переменными (состояниями), для выделения которых необходимо ввести дополнительные вершины e_a , связанные с вершинами e_{ja} единичными дугами. Тогда модель $M_{ПЭС}$ с максимальной топологической неопределенностью отражает только отношение входных x_k и выходных y_b переменных (состояний) $ПЭС$ и может быть определена в виде полного (вследствие связности графа $G_{ПЭС}$) двудольного графа $G_{ХУ}$, определенного на множестве состояний X и Y .

Модель $M_{ПЭСД}$ устанавливает отношения между множеством Y переменных (состояний) y_b модели $M_{ПЭС}$ на выходе

$ПЭС$ и множеством потребителей готовой продукции $D = \{d_r\}$ модели M_D и представляет собой двудольный граф $G_{ПЭСД}$.

Модель множества потребителей готовой продукции D на выходе $ТС$

$$M_D = \langle \{d_r\}, r = \overline{1, P} \rangle, \quad (6)$$

образует на множестве моделей d_r независимых параметров (элементов d_r) множества D и представляет собой нуль-граф G_D , т.е. множество вершин, на которых определены потребители готовой продукции d_r и их свойства.

Таким образом, в соответствии с моделью $M_{РВПЭС}$ взаимодействия $ПЭС$ с внешней средой имеем: множества поставщиков ресурсов $D^0 = \{d_i^0\}, i = \overline{1, N}$, на входе и потребителей готовой продукции $D = \{d_r\}, r = \overline{1, P}$, на выходе $ПЭС$; множества переменных (состояний) на входе $X_a = \{x_{ak}\}, k = \overline{1, K}$, промежуточных (внутренних) $V = \{v_l\}, l = \overline{1, L}$ и на выходе $ТС$

$Y_B = \{y_{bm}\}$, $m = \overline{1, T}$. Тогда матричное уравнение, определяющее состояние ПЭС, будет иметь вид

$$AV = B_{ПЭС} X_a, \quad (7)$$

где $A = \{a_{lj}\}$ - операторная матрица размера $(L \times M)$, определяющая топологию ПЭС; $a_{lj}=1$; $B_{ПЭС}$ - матрица коэффициентов размера $(L \times M)$, причем b_{lk} - коэффициенты, равные нулю и единице:

$$b_{lk} = \begin{cases} 1, & \text{вход } x_{ak} \text{ приложен к вершине } V_B; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Матричное уравнение взаимодействия ПЭС с внешней средой можно записать следующим образом:

$$X_a = B_{D^0 ПЭС} D^0; AV = B_{ПЭС} X_a; Y_B = NV. \quad (8)$$

Здесь $B_{D^0 ПЭС}$ - матрица связи ПЭС с множеством поставщиков ресурсов D^0 размера $(M \times N)$; N - матрица размера $(L \times T)$.

Множества D^0 , D и матрицы A , B , N соответствуют частным моделям

$$\begin{aligned} M_{D^0} &\Rightarrow D^0; M_D \Rightarrow D; M_{ПЭС} \Rightarrow A; \\ M_{D^0 ПЭС} &\Rightarrow B_{ПЭС}; M_{ПЭД} \Rightarrow N \end{aligned},$$

на совокупности которых образуется модель взаимодействия ПЭС с внешней средой $M_{РВПЭС}$. Последняя задает частные модели M_{D^0} , $M_{D^0 ПЭС}$, $M_{ПЭС}$, $M_{ПЭСД}$, M_D и соответствует уравнению с блочно-треугольной матрицей. Полученные модели, в силу инвариантности системных свойств, применимы для описания взаимодействия ПЭС с внешней средой на всех уровнях его организации.

Основным структурным элементом любой ПЭС является ее звено (подсистема),

осуществляющее преобразование в цепи причинно-следственных отношений этой системы ($D^0 \rightarrow ПЭС \rightarrow D$).

Звено ПЭС представляется в графе $G_{ПЭС}$ вершинами входа e_j , выхода e_i и ориентированной дугой (e_j, e_i) с операторами передачи K_{ij} , зависящими от множества параметров (количества и свойств элементов множества поставщиков ресурсов; топологической структуры ПЭС; ресурсной потребности ПЭС и ее подсистем; изменения состояния на рынке товаров или изменения стратегии поведения элементов множеств D^0 и D ; и многое другое).

Вывод.

Построение указанных моделей описания состояния производственно-экономической системы и моделей выбора на множестве этих состояний можно рассматривать как концептуальную модель взаимодействия ПЭС с внешней средой, позволяющую с единых позиций описать динамику материальных, финансовых, информационных и т.п. потоков ПЭС.

Библиографический список

1. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: Математические основы.- М.: Мир, 1978. – 311с.
2. Голиков В.К. Сети Петри в ситуационном управлении и имитационном моделировании дискретных технологических систем / В.К. Голиков, К.Н. Матусов, В.В. Сысоев. Под общ. ред. В.В. Сысоева – М.: ИПРЖР, 2002. – 227 с.
3. Сысоев В.В. Структурные и алгоритмические модели автоматизированного проектирования производства изделий электронной техники. – Воронеж: ВТИ, 1993. – 207 с.

УДК 004.415.25

Воронежский государственный университет, кафедра
«Программирования и информационных технологий»
Канд. физ.-мат. наук А.А. Вахтин

Россия, г. Воронеж, тел.: (473) 291-52-55
E-mail: alvahtin@gmail.com

Voronezh state university, chair "Programming and information
technologies"
Ph. Phys.-Mat. in Engineering A.A. Vakhtin

Russia, Voronezh, ph.: (473) 291-52-55
E-mail: alvahtin@gmail.com

А.А. Вахтин

ПРОГРАММА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Рассматриваются алгоритм укладки водопропускных железобетонных и гофрированных труб с минимизацией расхода материалов. Алгоритм был реализован как дополнительный модуль проектирования инженерных сооружений для программы проектирования автомобильных и железных дорог. Реализованные алгоритмы и рабочие чертежи разрабатывались в соответствии с типовыми альбомами соответствующих конструкций.

Ключевые слова: проектирование, сооружения, водопропускные, железобетонные, гофрированные трубы, вязкость, скорость, высота, паводок, геологические показатели.

А.А. Vakhtin

PROGRAM OF DESIGN OF WATER THROUGHPUT PIPES FOR AUTOMOBILE AND RAILROADS

There is algorithm layer concrete and corrugated culvert with minimizing the consumption of materials. This algorithm has been implemented as an additional module for civil engineering design program of roads and railways. Algorithms implemented in the program and working drawings are developed in accordance with the model corresponding designs albums.

Keywords: design, constructions, water throughput, ferroconcrete, corrugated pipes, viscosity, speed, height, high water, geological indicators.

Введение. При проектировании автомобильных и железных дорог в местах малого водостока (ручьи или овраги) целесообразно применять водопропускные сооружения. В некоторых случаях строительство мостов и путепроводов является неоправданно дорогим в сравнении с круглыми или прямоугольными железобетонными или гофрированными трубами [1-4]. При проектировании водопропускной трубы инженеры ориентируются на вязкость грунта, скорость движения водотока, высота подъема воды во время паводка, и другие геологические и экологические показатели.

В данной работе представлен алгоритм раскладки труб, состоящих из набора секций определенной длины, обеспечивающий минимизацию расхода материалов и затрат на строительство. Данный алгоритм реализован в программном приложении, которое формирует рабочие чертежи в формате dxf – для

последующей их обработки и ведомость объемов строительных материалов и работ в формате excel или word.

Алгоритм раскладки трубы. Водопропускные трубы укладываются под дорожным полотном по ходу движения водотока, который может быть под определенным углом к поперечной оси дороги. Зная ширину дорожного полотна Δ и угол наклона водотока α можно определить теоретическую длину трубы без оголовков (рис. 1):

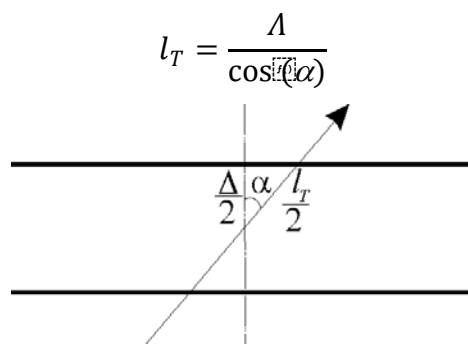


Рис. 1. Схема расчета теоретической длины трубы

Расчет практической длины трубы без оголовков осуществляется по следующей формуле:

$$l_{\Pi} = \sum_{i=1}^k n_i (\lambda_i + \delta) - \delta, \quad (1)$$

где $k > 0$ – количество спецификаций звеньев, $\lambda_i > 0$ – длина i -го звена, $n_i \geq 0$ – количество звеньев длиной λ_i в основании трубы, δ – толщина швов.

В большинстве случаев не возможно подобрать такой набор звеньев, чтобы их сумма длин и толщины швов между ними соответствовала длине l_T . Поэтому на практике допускается длина трубы без оголовков не более чем $l_T + \bar{l}$ и не менее чем $l_T - \bar{l}$, где $\bar{l}, \bar{l} > 0$ – параметры, заданные стандартами строительных нормативов таким образом, что для звеньев длиной $\lambda_i (i = \overline{1, k})$ и любой l_T существует $l_{\Pi} \in [l_T + \bar{l}; l_T - \bar{l}]$ [1], [2]. Если длина трубы меньше l_T , то под дорожное полотно частично попадают звенья оголовка, если больше – из дорожного откоса выступают звенья основания.

Основной задачей раскладки железобетонной трубы является поиск таких $n_i^* \geq 0 (i = \overline{1, k})$, что $l_{\Pi}^* = \sum_{i=1}^k n_i^* (\lambda_i + \delta) - \delta$, $l_T - \bar{l} \leq l_{\Pi}^* \leq l_T + \bar{l}$ и для всех $n_i \geq 0$ будет выполняться неравенство:

$$|l_T - l_{\Pi}^*| \leq |l_T - (\sum_{i=1}^k n_i (\lambda_i + \delta) - \delta)|.$$

Такую раскладку будем называть оптимальной раскладкой, а длину l_{Π}^* оптимальной длиной.

При $k = 1$ оптимальную раскладку основания трубы можно определить математически:

$$n^* = \text{Round} \left(\frac{l_T + \delta}{\lambda + \delta} \right), \quad (2)$$

где l_T – теоретическая длина трубы без оголовков, λ – длина звеньев, $\text{Round}(\cdot)$ – функция округления. Доказательство достоверности данной формулы вытекает из определения функции округления.

К сожалению, для $k > 1$ вычисление оптимальной раскладки математическим методом не найдено. Для поиска оптимальной раскладки для данного случая используется

алгоритм, основанный на методе полного перебора.

Для упрощения алгоритма в формуле (1) необходимо избавиться от ширины швов, добавив ее в длину звена и основания трубы: $\tilde{\lambda} = \lambda_i + \delta, \tilde{l} = l_T + \delta, \tilde{l}_{\Pi} = l_{\Pi} + \delta$. Таким образом, формулы (1) и (2) примут вид:

$$\tilde{l}_{\Pi} = \sum_{i=1}^k n_i \tilde{\lambda}_i \quad (3)$$

$$n^* = \text{Round} \left(\frac{\tilde{l}_T}{\tilde{\lambda}} \right) \quad (4)$$

В данном алгоритме предыдущим индексом для $i = 1$ будет индекс k , для остальных случаев – $(i - 1)$.

Алгоритм поиска оптимальной раскладки основания трубы состоит из следующих этапов:

1. Для всех $i = \overline{1, k}$ определяется допустимый диапазон n_i :

$$0 \leq n_i \leq N_i, \text{ где } N_i = \text{Round} \left(\frac{\tilde{l}_T}{\tilde{\lambda}_i} \right).$$

Данная формула вытекает из формулы (4). Очевидно, что $n_i = N_i$ при всех $n_j = 0 (j = \overline{1, k} \text{ и } j \neq i)$, т. е. будет осуществлена раскладка только звеньями λ_i , что соответствует $k = 1$.

2. Индекс k -го звена фиксируется как *Index*. Оптимальная практическая длина изначально устанавливается равной нулю ($\tilde{l}_{\Pi}^*$).

3. Устанавливается начальная раскладка: $n_i = 0 (1 \leq i \leq k; i \neq \text{Index})$ и $n_{\text{Index}} = N_{\text{Index}}$. По формуле (3) подсчитать практическую длину трубы l_{Π} . Если $|l_T - l_{\Pi}| < |l_T - l_{\Pi}^*|$, то зафиксировать l_{Π} как оптимальное l_{Π}^* и запомнить текущую раскладку $n_i^* = n_i$.

4. Если число звеньев для индекса *Index* равно нулю, то заменить *Index* на предыдущий и перейти в п. 3. Если *Index*=0 то остановить алгоритм, считая фиксированную оптимальную раскладку решением. Иначе уменьшить *Index* на единицу. По формуле (3) определить $\Delta l_{\Pi} = l_T - \sum_{i=1}^k n_i \tilde{\lambda}_i$. Зафиксируем предыдущий индекс как *Index* как l .

5. По формуле (4) определить число вхождений звеньев для индекса l в длину Δl_{Π}

и прибавить его к n_l . Если предыдущий индекс к l не равен $Index$, то запомнить его как l и повторить п. 5.

6. По формуле (3) подсчитать практическую длину трубы l_{Π} . Если $|l_T - l_{\Pi}| < |l_T - l_{\Pi}^*|$, то зафиксировать l_{Π} как оптимальное l_{Π}^* и запомнить текущую раскладку $n_i^* = n_i$.

7. Если число звеньев для индекса $Index$ равно нулю и $Index = 0$, или $|l_T - l_{\Pi}| < 0.01$ то остановить выполнение алгоритма. Иначе перейти к п. 4.

Для того чтобы получить оптимальную раскладку с меньшим количеством звеньев,

перед выполнением данного алгоритма рекомендуется длины звеньев $\lambda_i (i = \overline{1, k})$ упорядочить по возрастанию.

Остановка алгоритма по условию $|l_T - l_{\Pi}| < 0.01$ связано с тем, что длины звеньев $\lambda_i (i = \overline{1, k})$ и толщина швов δ задаются в метрах с точностью до сантиметра.

Программа проектирования водопропускных труб для автомобильных и железных дорог.

Данный алгоритм реализован в программе проектирования водопропускных сооружений для автомобильных и железных дорог Robur Toromatic (рис. 2) [5].

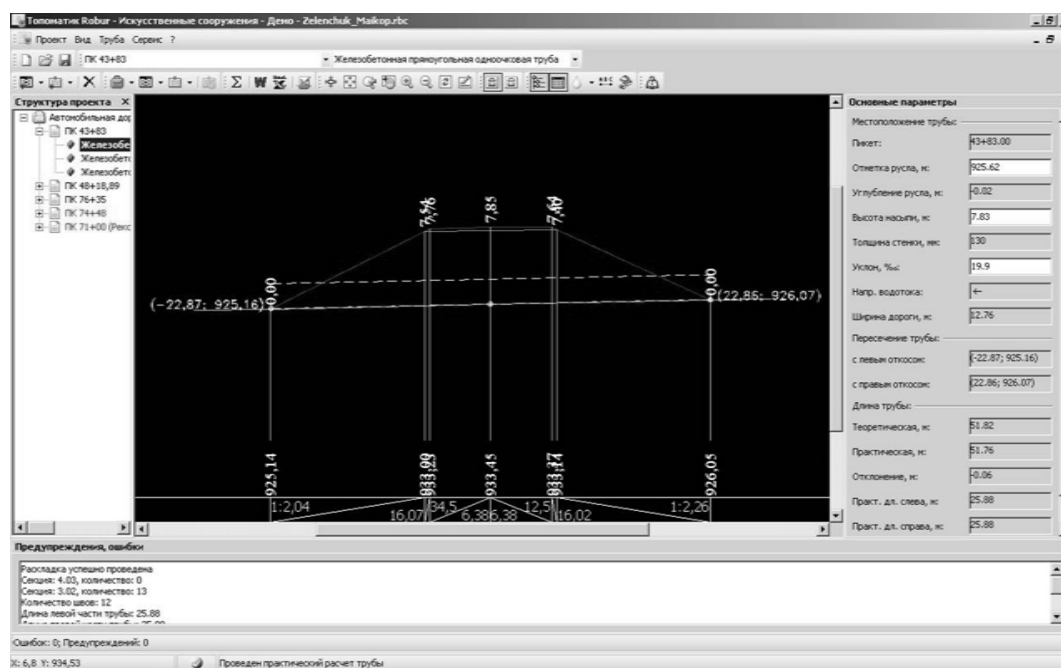


Рис. 2. Главное окно программы

В отличие от существующих аналогов, программа автоматически подбирает количество звеньев и деталей в соответствии с проектируемой длиной. Предусмотрена возможность выбирать какими звеньями будет реализована раскладка. Например, на рис. 3 приведено диалоговое окно выбора секций для раскладки круглой трубы с плоским опиранием [2], в скобках указаны длины звеньев, из которых состоят секции, между звеньями в секции имеется шов длиной 1 см. Для каждого типа трубы задается свой вариант раскладки.

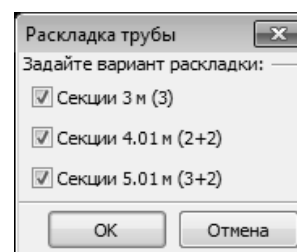


Рис. 3. Выбор длины секций для раскладки трубы с плоским опиранием

Вывод чертежей и таблиц предусмотрен и в формате dxf, для последующего редактирования в AutoCAD, и в окне программы для просмотра (рис. 4).

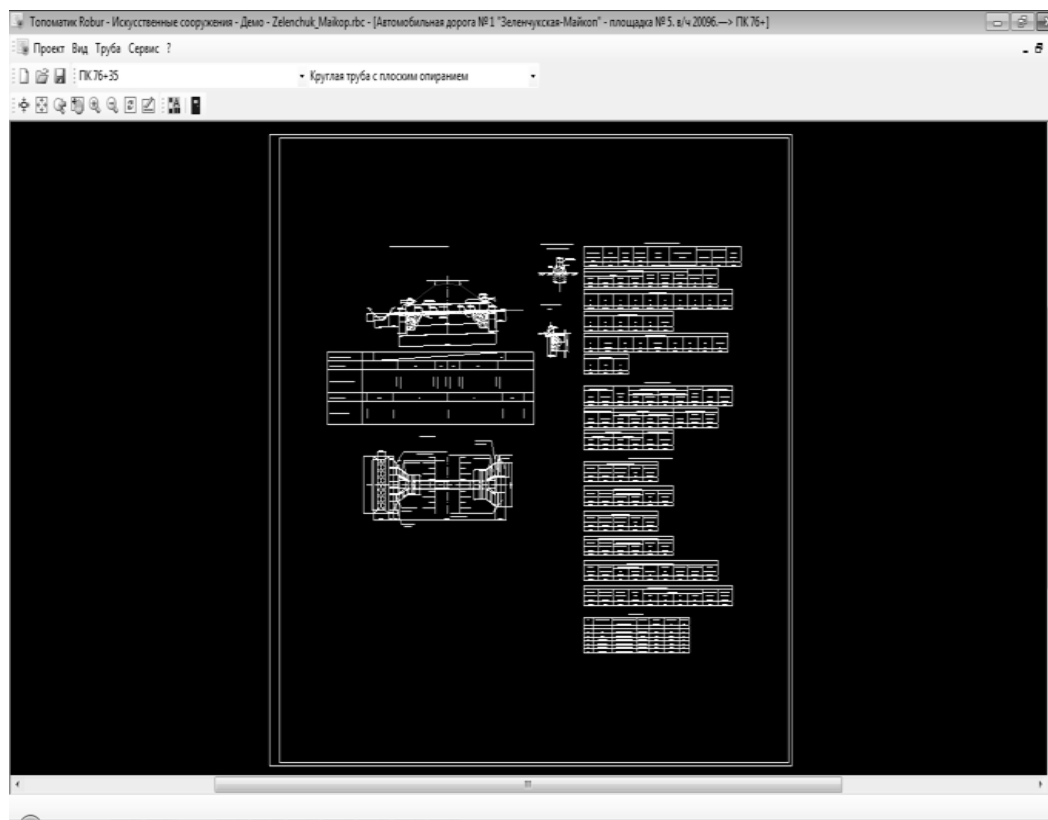


Рис. 5. Вывод чертежей в окне программы

Выводы. Данный программный продукт позволяет сократить расчетное время проектировщиков автомобильных и железных дорог. Рассчитать наиболее точно объемы строительных работ и материалов. Полученные программой чертежи можно редактировать в программе AutoCAD, что делает работу инженера более гибкой и эффективной.

Библиографический список

1. В. С. Кисляков, С. С. Ткаченко, Б. Г. Коен. Трубы водопропускные железобетонные прямоугольные сборные для автомобильных и железных дорог. Серия 3.501.1–177.93. // Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. – АО «Трансмост», 1994. – 58 с.
2. С. К. Васин, С. С. Ткаченко, В. С. Клейнер. Трубы железобетонные водопропускные круглые сборные для автомобильных

дорог в обычных климатических условиях. Серия 3.501.1–144. // Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. – Ленгипротрансмост, 1988. – 30 с.

3. К. П. Ивлева, А. В. Мажаров Трубы водопропускные круглые железобетонные из длинномерных звеньев отверстием 1, 1.2, 1.4 и 1.6 м под автомобильные дороги. Серия 503-7-015 90. // Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. – ВоронежгипродорНИИ, 1991. – 26 с.

4. В. А. Паршин, К. Ю. Чернов, Б. Г. Коен Трубы водопропускные круглые из гофрированного металла для железных и автомобильных дорог. Серия 3.501.3-183.01 // Материалы для проектирования. – Трансмост, 2002. – 111 с.

5. Официальный сайт НПФ «Топоматик» <http://www.topomatic.ru>

УДК 007:65.01

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Прикладной информатики и информационных систем»
Канд. техн. наук, доцент Д.В. Сысоев

Россия, г. Воронеж, тел.: 8-903-651-09-26
E-mail: Sysoevd@yandex.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
chair "Applied informatics and information systems"
Ph. D. in Engineering, associate professor D.V. Sysoev

Russia, Voronezh, ph.: 8-903-651-09-26
E-mail: Sysoevd@yandex.ru

Д.В. Сысоев

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОНФЛИКТА В ПРИВЕДЕННЫХ СИСТЕМАХ

Рассматривается структурно – параметрическое взаимодействие подсистем, в результате которого формируется класс так называемых приведенных систем. Изучаются свойства независимости в целом, алгоритмы построения приведенных систем. Формализуются области конфликтного взаимодействия и особенности выбора решений в них.

Ключевые слова: система, конфликт, взаимодействие, формализация, множество, модель, достижимость, информационный, функционирование, состояние.

D.V. Sysoev

CONDITIONS OF FORMATION OF THE CONFLICT IN THE GIVEN SYSTEMS

It is considered structured - a parametric interaction of the subsystems, as a result which is formed class so named brought systems. They are studied characteristic not-dependencies as a whole, algorithms of the building of the brought systems. The area conflict interactions and particularities of the choice of the decisions are formalized in them.

Keywords: system, conflict, interaction, formalization, model, approachability, information, functioning, condition.

Общие положения

В соответствии с [1-4] формально представим описание системы $S \subset X \times Y$, $X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_m$, $Y = Y_1 \times Y_2 \times \dots \times Y_p$ тройкой $S = \{S, G, R\}$. Здесь:

♦ $S = \{S_1, S_2, \dots, S_N\}$ - множество элементов (подсистем) S_i , причем, $S_i \subset X_i \times Y_i$, где $X_i = X_{i1} \times X_{i2} \times \dots \times X_{imi}$, ($\times$ - символ декартова произведения) – входной объект подсистемы S_i , $Y_i = Y_{i1} \times Y_{i2} \times \dots \times Y_{ip_i}$ - выходной объект подсистемы S_i , $X_{ik} = \{x_{ik}\}$, $k = \overline{1, m_i}$, $Y_{ir} = \{y_{ir}\}$, $r = \overline{1, p_i}$ - множества реализаций соответственно входов и выходов подсистемы S_i .

♦ $G = (S, E)$ – ориентированный граф с множеством вершин S , $|S| = N$ и множеством дуг $E = \{e_{ij}\}$, $|E| = M$, характеризующий $\forall i, j = \overline{1, N}$ наличие связей между подсистемами $S_i, S_j \subset S$. Если между S_i и S_j есть связь, то существует дуга $e_{ij} \in E$, в противном случае такая дуга отсутствует. Не теряя общности граф G задается в виде нуль - единичной

квадратной матрицы $H = [H_{ij}]$ порядка $N \times N$.

В свою очередь $H_{ij} = [h_{\mu\nu}^{ij}]$ являются нуль - единичными квадратными матрицами порядка $\eta \times \eta$, где $\eta = \max\{|Y_i|, |X_j|\}$; $|Y_i|$, $|X_j|$ - мощности множеств Y_i , X_j соответственно. Элемент $h_{\mu\nu}^{ij}$ принимает значение равное 1, если μ - ая составляющая множества выходов (вектора) Y_i становится ν - ой составляющей множества входов (вектора) X_j . При таком подходе связь между S_i и S_j отсутствует, если соответствующая матрица $H_{ij} = 0$.

♦ $R = \langle R, F \rangle$ - алгебра, где $R = \{R_1(C_1, X_1), R_2(C_2, X_2), \dots, R_N(C_N, X_N)\}$ - множество носитель и $F = \{f_1, f_2, \dots, f_\xi\}$ - сигнатура алгебры [5]. Здесь $R_i: (C_i \times X_i) \rightarrow Y_i$ - отображение $\forall i = \overline{1, N}$ и если R_i функция, такая, что $(x_i, y_i) \in S_i \Leftrightarrow \exists (c_i) [R_i(c_i, x_i) = y_i]$, $C_i = \{c_i\}$ - множество глобальных состояний i - ой подсистемы, то R_i называется глобальной реакцией [6]. Сигнатура F представляет совокупность операций на множестве R и в соответствии с графом G определяет дейст-

вие механизма "вход – выход – состояние" и глобальную реакцию системы S в целом.

В таком представлении, с каждой подсистемой S_i однозначно связаны цель функционирования W_i и полезность достижения цели в виде вещественной функции $q_i(x_i) = q_i(x_i, R_i(c_i, x_i))$. Заметим, что не теряя общности, это относится и к системе S .

Тогда, в соответствии с [1-4] можно задать производную по системе в виде

$$q'_j(s_i) = \frac{\partial q_j}{\partial s_i} = \lim_{\Delta x_i(s_i) \rightarrow 0} (q_j(x_j^1 + \Delta x_j^1(s_i), \dots,$$

$$x_j^N + \Delta x_j^N(s_i)) - q_j(x_j^1, \dots, x_j^N) / \Delta x_i(s_i), \text{ где}$$

$$\Delta x_j(s_i) = (\Delta x_j^1(s_i), \Delta x_j^2(s_i), \dots, \Delta x_j^N(s_i)) -$$

сложный вектор - приращение, полученное входом подсистемы S_j в результате действия элемента S_i (действие элемента задается возмущением $\Delta x_i(s_i)$ таким, что $q_i(x_i + \Delta x_i(s_i)) > q_i(x_i)$); $\Delta x_j^\lambda(s_i)$ - компонента приращения,

формируемая подсистемой S_λ в результате действия подсистемы S_i ; $i, j, \lambda = \overline{1, N}$.

Определения. Рассмотрим попарно взаимодействие элементов $(S_i, S_j) \in S^2 = S \times S$. Действие элемента S_i на S_j (схематично- $S_i \rightarrow S_j$) возможно лишь при наличии пути в графе G из вершины S_i в вершину S_j . Другими словами вершина $S_j \in G$ должна быть достижима из вершины $S_i \in G$. Аналогично и для действия $S_j \rightarrow S_i$, $(S_j, S_i) \in S^2$ (в этом случае говорят о контрадостижимости). Исходя из этого, обозначим через $>I_D^+$ отношение достижимости вершины S_j из вершины S_i , через $>I_D^-$ отношение достижимости вершины S_i из вершины S_j (отношение контрадостижимости для вершины S_i) и через $>I_D^{SS}$ отношение взаимной достижимости (взаимного действия $S_i \leftrightarrow S_j$).

Тогда можно говорить и об отношениях: $>I_H^+$ - вершина S_j не достижима из вершины S_i ; $>I_H^-$ - вершина S_i не достижима из вершины S_j ; $>I_H^{SS}$ - вершина S_j не достижима

из вершины S_i и вершина S_i не достижима из вершины S_j . Назовем их нуль - действием и схематично будем обозначать $\xrightarrow{0}, \xleftarrow{0}, \leftrightarrow^0$ - соответственно.

Заметим, что из определений достижимости и контрадостижимости следует, что $(S_i, S_i) \in >I_D^+$ и $(S_j, S_j) \in >I_D^-$ [6, 8].

Введем несколько определений, дополняющих определения в [1-4].

Определение 1. Подсистема $S_i \in G$ вступает в отношение независимости к подсистеме $S_j \in G$ ($(S_i, S_j) \in >I_H^+$ или $S_i >I_H^+ S_j$), если $S_i \xrightarrow{0} S_j$ и подсистема $S_j \in G$ вступает в отношение независимости к подсистеме $S_i \in G$ ($(S_i, S_j) \in >I_H^-$ или $S_i >I_H^- S_j$) если $S_i \xleftarrow{0} S_j$.

Определение 2. Подсистема S_i вступает в отношение конфликта к подсистеме S_j ($(S_i, S_j) \in >I$ или $S_i >I S_j$), если $(S_i, S_j) \in >I_D^+ \wedge q'_j(s_i) < 0$ и подсистема S_j вступает в отношение конфликта к подсистеме S_i ($(S_j, S_i) \in >I$ или $S_j >I S_i$), если $(S_i, S_j) \in >I_D^- \wedge q'_i(s_j) < 0$.

Определение 3. Подсистема S_i вступает в отношение сотрудничества (содействия) к подсистеме S_j ($(S_i, S_j) \in >I_c$ или $S_i >I_c S_j$), если $(S_i, S_j) \in >I_D^+ \wedge q'_j(s_i) > 0$ и подсистема S_j вступает в отношение сотрудничества (содействия) к подсистеме S_i ($(S_j, S_i) \in >I_c$ или $S_j >I_c S_i$), если $(S_i, S_j) \in >I_D^- \wedge q'_i(s_j) > 0$.

Определение 4. Подсистема S_i вступает в отношение безразличия к подсистеме S_j ($(S_i, S_j) \in >I_b$ или $S_i >I_b S_j$), если $(S_i, S_j) \in >I_D^+ \wedge q'_j(s_i) = 0$ и подсистема S_j вступает в отношение безразличия к подсистеме S_i ($(S_j, S_i) \in >I_c$ или $S_j >I_c S_i$), если $(S_i, S_j) \in >I_D^- \wedge q'_i(s_j) = 0$.

Определение 5. Подсистемы S_i и S_j вступают в отношение:

1) взаимонезависимости ($(S_i, S_j) \in >I_H^{SS}$), если $(S_i, S_j) \in >I_H^+ \wedge (S_j, S_i) \in >I_H^-$.

2) взаимоконфликта ($(S_i, S_j) \in >I^{SS}$),

если $(S_i, S_j) \in >I \wedge (S_j, S_i) \in >I$;

3) взаимосоотрудничества $((S_i, S_j) \in >I_c^{ss})$,

если $(S_i, S_j) \in >I_c \wedge (S_j, S_i) \in >I_c$

4) взаимобезразличия $((S_i, S_j) \in >I_6^{ss})$,

если $(S_i, S_j) \in >I_6 \wedge (S_j, S_i) \in >I_6$.

Заметим, что определения (1) - (4) выражают односторонние отношения, тогда как определение (5) – двустороннее отношение.

Построение выше введенных отношений на всем множестве S^2 связано с формированием так называемых матриц достижимости $D^+(G) = [d_{ij}^+]_{N \times N}$ и контрдостижимости $D^-(G) = [d_{ij}^-]_{N \times N}$, алгоритмы построения которых известны [8]. Элементы матриц определяются следующим образом:

$$d_{ij}^+ = \begin{cases} 1, & \text{если } (S_i, S_j) \in >I_d^+, S_i \rightarrow S_j \\ 0, & \text{если } (S_i, S_j) \in >I_d^+, S_i \xrightarrow{0} S_j \end{cases};$$

$$d_{ij}^- = \begin{cases} 1, & \text{если } (S_i, S_j) \in >I_d^-, S_i \leftarrow S_j \\ 0, & \text{если } (S_i, S_j) \in >I_d^-, S_i \xleftarrow{0} S_j \end{cases}.$$

Откуда следует, что $D^- = (D^+)^{tr}$, где $(D^+)^{tr}$ – транспонированная матрица достижимостей D^+ .

Независимость в целом. Особый интерес в смысле изучения взаимодействия имеет множество (класс) подсистем, вступающих в отношения независимости и рассмотрение его влияния на механизм формирования целостных свойств системы.

Напомним, что по определению 5 $>I_H^{ss} = >I_H^+ \cap >I_H^-$ – множество взаимонезависимых бинарных отношений типа $S_i \xleftrightarrow{0} S_j$, а по определению 1 $>I_H^+ \subseteq S^2$ – множество независимых бинарных отношений типа $S_i \xrightarrow{0} S_j$ и $>I_H^- \subseteq S^2$ – множество независимых бинарных отношений типа $S_i \xleftarrow{0} S_j$.

Если $>I_H^+, >I_H^-, >I_H^{ss} \neq \emptyset$, то эти отношения определяют на S множества сечений:

♦ $>I_H^+(S_H^+) = \bigcup_i >I_H^+(S_i)$, $>I_H^+(S_H^+) = \{S_j \in S: \exists S_i \in S_H^+ \wedge S_i >I_H^+ S_j\}$, где $S_H^+ = \{S_i \in S: \exists S_j \in >I_H^+(S_H^+) \wedge S_i >I_H^+ S_j\}$. Другими словами $>I_H^+(S_H^+)$ – множество подсистем, с каждой из которых вступает в отношение независимости хотя бы одна подсистема множества $S_H^+ \subseteq S$, (S_H^+ – множество подсистем каждая из которых вступает в отношение независимости хотя бы с одной подсистемой из $>I_H^+(S_H^+) \subseteq S$);

♦ $>I_H^-(S_H^-) = \bigcup_i >I_H^-(S_i)$, $>I_H^-(S_H^-) = \{S_j \in S: \exists S_i \in S_H^- \wedge S_i >I_H^- S_j\}$, где $S_H^- = \{S_i \in S: \exists S_j \in >I_H^-(S_H^-) \wedge S_i >I_H^- S_j\}$. Другими словами $>I_H^-(S_H^-)$ – множество подсистем, каждая из которых вступает в отношение независимости хотя бы с одной подсистемой из множества $S_H^- \subseteq S$ (S_H^- – множество подсистем, с каждой из которых вступает в отношение независимости $>I_H^-$ хотя бы одна подсистема из $>I_H^-(S_H^-) \subseteq S$);

♦ $>I_H^{ss}(S_H^s) = \bigcup_i >I_H^{ss}(S_i)$, $>I_H^{ss}(S_H^s) = \{S_j \in S: \exists S_i \in S_H^s \wedge S_i >I_H^{ss} S_j\}$, где $S_H^s = \{S_i \in S: \exists S_j \in >I_H^{ss}(S_H^s) \wedge S_i >I_H^{ss} S_j\}$. Другими словами $>I_H^{ss}(S_H^s)$ – множество подсистем, каждая из которых вступает в отношение взаимонезависимости хотя бы с одной подсистемой из множества подсистем $S_H^s \subseteq S$ (S_H^s – множество подсистем, с каждой из которых вступает в отношение взаимонезависимости $>I_H^{ss}$ хотя бы одна подсистема из $>I_H^{ss}(S_H^s) \subseteq S$).

Тогда: $S_H = >I_H^+(S_H^+) \cup S_H^+ = >I_H^-(S_H^-) \cup S_H^-$ ($S_H \subseteq S$) – множество подсистем, участ-

вующих в формировании отношения независимости, т.е. $\forall S_i \in S_n \exists S_j \in S_n$, что $S_i >I_H^+ S_j \vee S_i >I_H^- S_j \vee S_i >I_H^{SS} S_j$, а $S_H^{SS} = >I_H^{SS}(S_H^S) \cup S_H^+$ ($S_H^{SS} \subseteq S_n$) - множество подсистем, участвующих в формировании отношения взаимонезависимости, т.е. $\forall S_i \in S_H^{SS} \exists S_j \in S_H^{SS}$, что $S_i >I_H^{SS} S_j$.

Построенные сечения позволяют разделить на множестве S^2 бинарные отношения $>I_H^+ = \bigcup_i \{S_i \times >I_H^+(S_i)\}$; $>I_H^- = \bigcup_i \{S_i \times >I_H^-(S_i)\}$; $>I_H^{SS} = \bigcup_i \{S_i \times >I_H^{SS}(S_i)\}$.

Отметим ряд свойств этих отношений:

- $>I_H^+, >I_H^-$ - слабополные ($\forall i \neq j (S_i, S_j) \in >I_H^+ \vee (S_i, S_j) \in >I_H^-$ либо $(S_i, S_j) \in >I_H^+ \wedge (S_i, S_j) \in >I_H^-$, антирефлексивные ($(S_i, S_i) \notin >I_H$), негатранзитивные отношения, где $>I_H = >I_H^+ \vee >I_H^-$;

- отношение $>I_H^+$ является обратным к отношению $>I_H^-$ и наоборот, т.е. $(>I_H^-)^{-1} = >I_H^+ \Rightarrow \bigcup_i \{>I_H^-(S_i) \times S_i\} = \bigcup_i \{S_i \times >I_H^+(S_i)\}$; и $(>I_H^+)^{-1} = >I_H^- \Rightarrow \bigcup_i \{>I_H^+(S_i) \times S_i\} = \bigcup_i \{S_i \times >I_H^-(S_i)\}$ (следует из $D^- = (D^+)^t$);

- отношение $>I_H^{SS} = >I_H^+ \cap (>I_H^+)^{-1} = >I_H^- \cap (>I_H^-)^{-1} = >I_H^+ \cap >I_H^-$ - является симметричной частью отношений $>I_H^+$ и $>I_H^-$.

Приведенные системы. Отдельно рассмотрим множество $S_H^0 \subseteq S$, $S_H^0 = \{S_i \in S: \forall S_j \in S, S_i >I_H^{SS} S_j, j = \overline{1, N}, j \neq i\}$ таких подсистем, каждая из которых вступает в отношение $>I_H^{SS}$ со всеми оставшимися подсистемами из S [8]. Если $S_i \in S_H^0$, то $>I_H^+(S_i) \setminus S_i = \emptyset \wedge >I_H^-(S_i) \setminus S_i = \emptyset$, в матрицах $D^+(G)$, $D^-(G)$ $\forall i \neq j \Rightarrow d_{ij}^+ = 0, d_{ij}^- = 0$ и $d_{ii}^+ = d_{ii}^- = 1$. Следо-

вательно, множество $S_H^0 \times S_H^0$ задает диагональное отношение $\Delta = \{(S_i, S_i): S_i >I_H^{SS} S_i\}$.

Назовем множество $S_H^0 = \{\forall S_i, S_j \in S_H^0: S_i \leq^0 S_j\}$ множеством изолированных подсистем. Понятно, что $S_H^0 \subseteq S_H^{SS} \subseteq S_n \subseteq S$ и $X_i \cap X_j = \emptyset, Y_i \cap Y_j = \emptyset$ для любых $S_i, S_j \in S_H^0$.

Утверждение 1. Всегда существует такое конечное семейство подсистем $\#S = \{\#S_k\}_{k=1}^n = \{\#S_k \subseteq S_H^0: \#S_k = \{\#S_k, \#G_k, \#R_k\}\}$, где $\bigcup_{k=1}^n \#S_k = S, \#R_k \subseteq R, \#G_k = (\#S_k, \#E_k)$ та-

ких, что $\text{Pr}(S) = \{\#S, \#G, \#R\} = \#S, \#G = (\#S, \#E)$ – гиперграф и $\#F$ – совокупность аддитивных операций типа сложения (+), например $\#F = f_1 + f_2 + \dots + f_n$. Здесь Pr – некоторый оператор преобразования системы, знаком (#) обозначено наличие системных целостных свойств, представление компонент системы на множествах S, R и графа G в виде подсистем.

Заметим, что утверждение 1 не исключает наличия изолированных элементов в множествах $\#S$. Единственным требованием является лишь принадлежность подсистемы $\#S_k$ множеству S_H^0 . Отсюда, утверждение вытекает из того, что оно справедливо хотя бы для $\text{Pr}(S) = S$, т.е. при $\#S = \{S: S = \{S, G, R\}\}$. Другими словами достаточно считать множество $\#S$ состоящим из одного элемента – самой системы S .

Если система S может быть сформирована таким образом что $\text{Pr}(S) = \#S = \{\#S, \#G, \#R\}$, то следуя [9] будем называть ее приведенной. Тогда, систему $\#S$ можно назвать приведенной и оператор преобразования Pr – оператором приведения. Приведенная система $\#S$ состоит только из независимых изолированных подсистем $\#S_k$, входной и выходной объекты системы определяются в виде $X = \#X_1 \times \#X_2 \times \dots \times \#X_n$ и $Y = \#Y_1 \times \#Y_2 \times \dots \times \#Y_n$. Структурным оформлением такого представления следует считать параллельное

соединение подсистем в систему [1,10,9].

Приводимость является важным в практическом отношении действием в задачах анализа, синтеза и эквивалентных преобразований систем и она в каждом случае не однозначна в зависимости от принципов формирования изолированных подсистем (объектных, функциональных, информационных и др.) ($Pr \in \{Pr\}$).

Если $S_H^0 = S$, то и $\#S = S$, т.е. изучаемая система S изначально является приводимой. Здесь $X = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_n$ и $Y = Y_1 \times Y_2 \times \dots \times Y_n$. Если $S_H^0 \neq \emptyset$, $S_H^0 \subset S$, то S может быть приведена. И, наконец, если $S_H^0 = \emptyset$, то S связная система.

Формально процесс приведения представим в виде задачи разрезания графа $G = (S, E)$ на куски $\#G_k = (\#S_k, \#E_k)$, $k = \overline{1, n}$.

Допустим, что имеется множество стратегий $\mathcal{G} = \{v\}$ разрезания графа G , таких что $\forall v \subset \mathcal{G}$ формируется $B_v(\#G_k)$, $k = \overline{1, n}$ кусков этого графа.

Совокупность кусков $B_v(\#G_k)$ будем называть v - разрезом графа G , если:

$$\forall \#G_k \subset B_v(\#G_k) \Rightarrow \#G_k \neq \emptyset, k = \overline{1, n_v};$$

$$\forall \#G_k, \#G_r \subset B_v(\#G_k) \Rightarrow \#G_k \neq \#G_r$$

$$\wedge \#S_k \cap \#S_r = \emptyset, \#E_k \cup \#E_r = E_{kr}(v),$$

$$k, r = \overline{1, n_v}; \bigcup_{k=1}^{n_v} \#G_k = G,$$

где $E_{kr}(v)$ – множество дуг, попадающих в v - разрез между кусками G_k и G_r .

Тогда, приводимость сводится к задаче нахождения такого v - разреза графа G , который обеспечивал бы в некотором смысле оптимум на множестве дуг $E_{kr} = \{E_{kr}(v)\}$.

В этом случае, естественно предположить необходимость сохранения целевых предназначений системы, а именно если $Pr(S) = \#S$, то $\#W \subseteq W$ и $\forall S_i \subset \#S \Rightarrow \#W_i \subseteq W_i$, $i = \overline{1, N}$. Вторая часть предположения более слабая, т.к. всегда можно считать $\#W_i = W_i$, что нельзя сказать о функциях полезностей.

Введем на множестве стратегий $\mathcal{G}$ век-

тор - функцию эффективности процесса приведения системы $\Psi(v) = (\psi_1(v), \psi_2(v), \dots, \psi_T(v))$. Тогда в качестве оператора приведения может служить задача оптимального разрезания графа, Pr :

$$\Psi(v) \xrightarrow{v \in \mathcal{G}_d} Opt, \quad (1)$$

где $\mathcal{G}_d$:

$$\Psi(v) = \Psi(E_{kr}(v)); \psi_t(v) = \psi_t(E_{kr}(v)), \\ t = \overline{1, T}; g_\rho(E_{kr}(v)) \leq 0, \rho = 1, 2, \dots;$$

$$\#E_k \cup \#E_r = E_{kr}(v), k, r = \overline{1, n_v}$$

$$\forall \#G_k, \#G_r \subset B_v(\#G_k) \wedge \#G_k \neq \#G_r;$$

$$\#W \subseteq W; \#W_i \subseteq W_i \forall S_i \subset \#S, i = \overline{1, N}.$$

Здесь $\mathcal{G}_d \subseteq \mathcal{G}$ - множество допустимых разрезов графа G , Opt – оператор, реализующий один из принципов векторной оптимизации.

В такой постановке задача (1) является задачей оптимизации комбинаторно – логического типа, где в качестве показателей эффективности могут выступать различной природы критерии как в совокупности так и отдельно. Можно задавать различные свертки показателей нормы в пространстве критериев оценки, формировать качественные и нечеткие условия выбора. Все это – искусство и практика исследователя.

Например, в качестве показателя эффективности можно ввести меру, характеризующую в некоторой степени "близость" между системами S и $\#S$: $\Psi(v) = \mu(S, \#S) = \mu(\#S, S)$. Это может быть, например, суммарное число дуг, попадающее в v - разрез, т.е. $\mu(S, \#S) = \text{card} E_{kr}(v)$. И тогда Pr : найти $B_v(\#G_k) = \{B_v^*(\#G_k): v^* \subset \mathcal{G} \wedge \text{card} E_{kr}(v^*) = \min\}$. Если же положить $\mu(S, \#S) = |q(x, R(c, x)) - q(x, \#R(c, x))|$ или в виде вектора $\mu(S, \#S) = (|q_i(x_i, R_i(c_i, x_i)) - q_i(x_i, \#R_i(c_i, x_i))|)_{i=\overline{1, N}}$, то Pr : найти множество $\{B_v(\#G_k)\} = \{\{B_v^*(\#G_k)\}: v^* \subset \mathcal{G} \wedge \mu(S, \#S) = Opt\}$.

Условия формирования конфликта.

Для приведенной системы теряют смысл определения 2 – 4 и 5 в части 2), 3), 4) по отношению к подсистемам множества $\#S$, но это совсем не означает, что они не имеют смысла к самой системе $\#S$ в целом [1, 8].

Изолированные подсистемы участвуют в формировании интегральных целостных свойств через сигнатуру $\#F$ и, следовательно, могут вступать в отношения конфликта ($\#S_k > I \#S$), содействия ($\#S_k > I_c \#S$), и безразличия ($\#S_k > I_0 \#S$) с $\#S$ и наоборот. В предположении, что собственные действия системы $\#S$ и подсистем $\#S_k$ направлены на повышение своей полезности естественно наличие подмножеств $\#X_k (>I)$, $\#X_k (>I_c)$, $\#X_k (>I_0) \subseteq \#X_k$ где возможно одно из рассматриваемых выше бинарных отношений соответственно, в том числе и симметричных.

В этих условиях, совокупность локальных функций полезности $\{q_i(x_i)\}_{k=1}^n \Leftrightarrow \{\#S_k\}_{k=1}^n$ формируют с функцией полезностей системы $q(x) \Leftrightarrow S$ так называемый частичный конфликт [1]. Синтез частично конфликтных решений эквивалентен решению задачи оптимизации вида

$$Q(x) = (q(x), q_1(x_1), \dots, q_n(x_n)) \xrightarrow{x \in X} \text{Opt}, \quad (2)$$

где Opt – оператор, реализующий один из принципов векторной оптимизации; $X = \#X_1 \times \#X_2 \times \dots \times \#X_n$, $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X$, $x_k = (x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk}) \in \#X_k$, $k = \overline{1, n}$.

Естественным становится стремление провести декомпозицию задачи (2) с целью сокращения ее размерности и формирования подмножеств $\#X_k (>I)$, $\#X_k (>I_c)$, $\#X_k (>I_0) \subseteq \#X_k$, представить ее в виде последовательности локальных задач

$$(q(x), q_k(x_k)) \xrightarrow{x_k \in \#X_k} \text{Opt} \quad \forall k = \overline{1, n} \quad (3)$$

с последующим объединением локальных решений в окончательное.

Рассматривая эту проблему заметим, что областью определения функции полезности $q(x) = q(x, \#R(c, x))$ для системы $\#S$ в целом является декартово произведение X , а областью определения локальных функций полезности $q_k(x_k) = q_k(x_k, \#R_k(c_k, x_k))$ для $\#S_k$ – соответственно $\#X_k$, $k = \overline{1, n}$. И так как $q_k(x_k)$ являются функциями полезностей, то

каждая из них на множестве $\#X_k$ устанавливают слабый линейный порядок $l_k = l_k(\geq q_k)$. В условиях независимости предпочтений [10] для отдельных подсистем функция полезности $q(x)$ также устанавливает свой слабый линейный порядок $L_k = L_k(\geq q)$ на множестве $\#X_k$, причем один и тот же для любых $x_i \in \#X_i$, $i = \overline{1, n}$ и $i \neq k$.

Заметим, что условия независимости предпочтений в смысле полезности $q(x)$ с одной стороны достаточно сильные, а с другой – их естественно предположить для нашего случая (независимости подсистем). Практически для проверки независимости $\#X_i$ по полезности относительно $\#X_k$ ($i \neq k$) достаточно убедиться в этом (L_k не меняется) для трех – четырех значений $x_i \in \#X_i$ в совокупности "покрывающих" множество $\#X_i$ и трех – четырех значений $x_k \in \#X_k$ в совокупности "покрывающих" множество $\#X_k$ [10].

Таким образом, каждая пара функций полезности $q(x)$ и $q_k(x_k)$ совместно устанавливает частичный порядок на множестве $\#X_k$ в виде $L_k \cap l_k$.

Тогда решением рассматриваемой локальной задачи (3), например если Opt – оператор сравнения по Слейтору, будет $\tilde{L}_k = \{x_k \in \#X_k: \exists x_i \in \#X_i, q_k(x_k) > q_k(x_i) \wedge q(x_k) \leq q(x_i)\}$, причем если $L_k \cap l_k = L_k = l_k$, то $\tilde{L}_k = \max L_k = \max l_k$. Последнее условие означает, что линейные порядки L_k и l_k являются изоморфными.

Окончательно можно предположить, что решение задачи (2) формируется в виде $\tilde{L} = \tilde{L}_1 \times \tilde{L}_2 \times \dots \times \tilde{L}_n$.

Рассмотренная схема дает нам возможность формирования подмножеств $\#X_k (>I)$, $\#X_k (>I_c)$, $\#X_k (>I_0)$. Действительно по построению $>I \in \tilde{L}_k \Rightarrow \#X_k (>I)$ для $\#S_k > I \#S$ и для $\#S > I \#S_k$; $>I_c, >I_0 \in \tilde{L}_k = \#X_k \setminus \tilde{L}_k \Rightarrow \#X_k (>I_c) \cup \#X_k (>I_0)$ для $\#S_k > I_c \#S$ ($\#S_k > I_0 \#S$) и для $\#S > I_c \#S_k$ ($\#S > I_0 \#S_k$).

С практической точки зрения, разумно рассмотреть поведение системы $\#S$ в услови-

ях положительного относительно своей функций полезности действий подсистем $\#S_k$, $k = \overline{1, n}$. При этом также как и в теории управления иерархических систем будем называть $\#S$ центром.

Первоначально выберем произвольную подсистему $\#S_k \subset \#S$ и рассмотрим действие $\#S_k$ на $\#S$ ($\#S_k \rightarrow \#S$). В этих предположениях функция полезностей $q_k(x_k)$ устанавливает на $\#X_k$ строгий линейный порядок $l_k = l_k(> q_k)$.

Тогда, если:

1. $\tilde{L}_k = \emptyset$ ($\tilde{L}_k = L_k$) $\Rightarrow q'(\#S_k) > 0 \forall x \in X$, т.е. $\#S_k > I_c \#S$ на всем множестве $\#X_k$. Центр $\#S$ выбирает решение $x_k = \max L_k$.

2. $\tilde{L}_k \neq \emptyset \Rightarrow q'(\#S_k) > 0 \forall x_k \in \tilde{L}_k$, причем $\tilde{L}_k = \tilde{L}_k (< q) \cup \tilde{L}_k (= q)$, $\tilde{L}_k (> q) \cap \tilde{L}_k (= q) = \emptyset$. Здесь $\tilde{L}_k (> q) = \{x_k \in \tilde{L}_k : q'(\#S_k) < 0 \wedge \#S_k > I \#S\}$ и $\tilde{L}_k (= q) = \{x_k \in \tilde{L}_k : q'(\#S_k) = 0 \wedge \#S_k > I_b \#S\}$. Но, с одной стороны, решение из множества $\tilde{L}_k$ лучше любого другого, не принадлежащего этому множеству в смысле целевого критерия $q(x)$, с другой стороны – выбор $x_k \in \tilde{L}_k$ обеспечивает в определенной мере интересы подсистемы $\#S_k$, т.к. и для нее лучшие решения находятся в этом множестве. Поведение центра $\#S$ зависит от того, в каких "отношениях" он находится с подсистемой (насколько он решит учесть интересы своей подсистемы). Чисто условно можно предложить следующие виды поведения центра $\#S$.

Благожелательная эксплуатация. Центр $\#S$ "положительно" относится к поведению $\#S_k$, выбирает такое решение $x_k^* \in \tilde{L}_k$, что $x_k^* = \max l_k \in \tilde{L}_k$. В этом случае $\#S$ имеет наибольшие потери в полезности, а подсистема $\#S_k$ максимальный выигрыш.

♦ **Неблагожелательная эксплуатация.** Центр $\#S$ "отрицательно" относится к поведению $\#S_k$, выбирает такое решение $x_k^* \in \tilde{L}_k$, что $x_k^* = \max L_k \in \tilde{L}_k$. В этом случае $\#S$ имеет максимальный выигрыш в полезности,

а подсистема $\#S_k$ наибольшие потери.

♦ **Гарантированная эксплуатация.** Центр $\#S$ "нормально" относится к поведению $\#S_k$ и выбирает решение $x_k^* \in \tilde{L}_k$, которое обеспечивает гарантируемые потери $\gamma_1 \max l_k$ ($0 < \gamma_1 < 1$) для подсистемы $\#S_k$ и гарантируемый выигрыш $\gamma_2 \max L_k$ ($0 < \gamma_2 < 1$) для себя.

3. $\tilde{L}_k = L_k$, $\tilde{L}_k = \emptyset \Rightarrow q'(\#S_k) < 0 \forall x_k \in X$, т.е. $\#S_k > I \#S$ на всем множестве $\#X_k$. В этих условиях, по – видимому, отсутствуют эффективные стратегии достижения цели W совместными усилиями. Система должна воздействовать на конфликт, реализуя задачи устранения, либо разрешения, либо решения конфликта [1]. Этим самым обеспечить формирование областей $\tilde{L}_k \neq \emptyset$ и возможность выбора гарантированных решений.

Рассмотрим теперь совместное действие подсистем $\{\#S_1, \#S_2, \dots, \#S_n\} = \#S \rightarrow \#S$.

Полностью согласованная система. Для каждой подсистемы выполняется условие 1 предыдущего раздела, т.е. $\tilde{L}_k = \emptyset$ ($\tilde{L}_k = L_k$) $\Rightarrow q'(\#S_k) \geq 0 \forall x \in X \wedge \forall k = \overline{1, n}$, т.е. каждая $\#S_k > I_c \#S$ на всем множестве X . Центр $\#S$ выбирает решение $x = (x_k^* = \max L_k)_{k=1}^n$, обеспечивая тем самым максимальный выигрыш по полезности себе и всем подсистемам.

Частично согласованная система. Для каждой подсистемы выполняется условие 2 предыдущего раздела, причем для ряда из них может выполняться условие 1, т.е. $\exists \#S_t \subset \#S$ такие, что $\tilde{L}_k = \emptyset$ и $\exists \#S_r \subset \#S$ такие, что $\tilde{L}_r \neq \emptyset$, причем $\{\#S_t\} \cup \{\#S_r\} = \#S$.

Центр $\#S$ выбирает решения $x_k^* = (x_k = \max L_k) \forall \#S_k \subset \{\#S_t\}$ и решения $x_k^* \in \tilde{L}_k$ по правилам благожелательной, неблагоприятной и гарантированной эксплуатации $\forall \#S_k \subset \{\#S_r\}$.

Полностью конфликтная система. Для каждой подсистемы выполняется условие 3 предыдущего раздела, т.е. $\tilde{L}_k = L_k$, $\tilde{L}_k = \emptyset \Rightarrow q'(\#S_k) < 0 \forall x \in X \wedge \forall k = \overline{1, n}$, т.е. каждая

$\#S_k > I \#S$ на всем множестве X . Существование такой системы сомнительно.

Центр $\#S$ должен воздействовать на конфликт по всем своим подсистемам, путем соответствующих преобразований добиться перехода от конфликтной системы к частично согласованной и обеспечить возможность выбора решений $x_k^* \in \tilde{L}_k$.

Частично конфликтная система. Для каждой подсистемы выполняется условие 3 предыдущего раздела, причем для ряда из них может выполняться условие 1, т.е. $\exists \#S_t \subset \#S$ такие, что $\tilde{L}_k = \emptyset$ и $\exists \#S_p \subset \#S$ такие, что $\tilde{L}_p = L_p$, причем $\{\#S_t\} \cup \{\#S_p\} = \#S$.

Если часть подсистем $\#S_t$ такова (например, $\text{card}\{\#S_t\}$ велика), что можно пренебречь множеством подсистем $\{\#S_p\}$, обеспечивая при этом эффективное выполнение цели W , то можно рекомендовать центру выбор решений $x_k^* = (x_k = \max L_k) \forall \#S_k \subset \{\#S_t\}$ и решения $x_k^* = \max L_k \forall \#S_k \subset \{\#S_p\}$. В противном случае, необходимы выше рассмотренные воздействия центра на $\forall \#S_k \subset \{\#S_p\}$, создания $x_k^* \in \tilde{L}_k$ для подсистем.

Библиографический список

1. Сысоев, В.В. Конфликт. Сотрудничество. Независимость. Системное взаимодействие в структурно – параметрическом представлении [Текст]: / В.В.Сысоев – М. МАЭП, –1999. – 151с.
2. Сысоев, В.В. Системный подход к описанию механизма конфликта [Текст]: / В.В. Сысоев // Вестник ВГТА. – Воронеж: Воронеж. Гос. технол. акад. – 1999. – Вып 3. – С. 50 – 59.
3. Сысоев, В.В., The conflict in structural representation of systems (Конфликт в структурном представлении систем) [Текст]: / В.В.Сысоев, И.Г. Амрахов // – Воронеж: Региональное отделение межд. акад. информатизации « Математическое и компьютерное моделирование », – Воронеж. Филиал Московской акад. эконом. и права, – 1997, – 27с.
4. Sysoev, V., System Model of Conflict Formation in Structural Representation [Текст]: / V.Sysoev, I. Amrahov // The Fourth International Conference Applications of Computer Systems ACS 97. – Szczecin: Institute of Computer Science & Information Systems Technical University of Szczecin, –1997, – p.155-161.
5. Горбатов, В.А. Фундаментальные основы дискретной математики: Информационная математика [Текст]: / В.А. Горбатов – М.: Наука. Физматлит, –1999. – 544 с.
6. Месарович, М. Общая теория систем: математические основы [Текст]: / М. Месарович, Я. Токахара – М.: Мир, –1978, –311 с.
7. Кристофидес, Н. Теория графов. Алгоритмический подход [Текст]: / Н. Кристофидес – М.: Мир, –1978. –432с.
8. Сысоев, В.В. Независимость в целом [Текст]: / В.В. Сысоев, И.С. Суровцев // Информационные технологии и системы: Матер. III Всерос. науч.- техн. конф. –Воронеж. гос. тех. акад.- Воронеж, –1999, –С.253–255.
9. Эшби, У.Р. Введение в кибернетику [Текст]: / У.Р. Эшби – М.: Ин. лит., –1959, – 432с.
10. Сысоев, В.В. Формирование конфликта в структурном представлении систем: / В.В. Сысоев // –Информ. технологии и системы, –Воронеж : Воронеж. отд. Межд. акад. информ. –1996, –N1, –С. 26-30.

УДК 338.2.2.

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Прикладной информатики и информационных систем»
Канд. экон. наук, доцент Ю.В. Хицкова

Россия, г. Воронеж, тел.: 276-39-72
E-mail: prosvetovau@list.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
chair "Applied informatics and information systems"
Ph. D. in economy, associate professor Yu.V. Khitckova

Russia, Voronezh, ph.: 276-39-72
E-mail: prosvetovau@list.ru

Ю.В. Хицкова

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ МЕХАНИЗМА РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫНКА ТРУДА

В работе рассмотрен механизм регулирования рынка труда с точки зрения теории систем. С позиций, того, что рынок труда является системой отношений по поводу вовлечения в оплачиваемую по найму занятость, а сущность механизма регулирования выступает системой отношений – можно применить к его изучению системный подход. Механизму регулирования присущи целостность и расчленимость его элементов, необходимым свойством механизма регулирования является наличие цели его функционирования. Для системы регулирования рынка труда характерно существование связей между ее элементами, превосходящих по мощности связи этих элементов с элементами, не входящими в данную систему и т.д.

Ключевые слова: система регулирования рынка труда, механизм регулирования, рынок труда, элементы системы регулирования рынка труда, субъекты и объекты регулирования рынка труда.

Yu.V. Khitckova

A SYSTEMS APPROACH TO THE STUDY OF THE MECHANISM OF REGULATION OF THE LABOUR MARKET

In work the concept of the mechanism of regulation of the labor market, its essence and contents is considered. From items, that the labor market is system of the relations concerning involving in employment, paid on hiring, and the essence of the mechanism of regulation acts by system of the attitudes. It is possible to apply to its study the system approach. In the mechanism of regulation are inherent integrity, its elements are necessary property of the mechanism of regulation is the availability of the purpose of its functioning. The existence of connections between its elements superior in capacity connections of these elements with elements, not included in the given system and is characteristic for system of regulation of the labor market.

Keywords: The system of labor market regulation, mechanism of regulation of the labor market, elements of the system of labor market regulation, the subjects and objects of labor market regulation.

Внимание многих ученых привлекает использование системного подхода к процессам регулирования экономики в целом и рынка труда в частности. Распространено рассмотрение отдельных элементов механизма регулирования рынка труда, но как выявил проведенный нами анализ, отсутствует понятие системы регулирования. Как правило, анализируются преимущественно формы, методы, инструменты регулирования и т. д. [1, 2, 3], то есть отдельные элементы процесса регулирования и их взаимосвязи. Так, рассматривая механизм регулирования занятости, большинство экономистов трактуют его именно как совокупность или даже отдельные методы регулирования, комплекс

инструментов и т. п. [3].

Встречается мнение, что механизм регулирования рынка труда охватывает весь спектр экономических, юридических, социальных и психологических факторов, определяющих функционирование рынка труда: «В узком смысле механизм регулирования рынка труда – это свод нормативных актов, законодательных или коллективно-договорных, которыми руководствуются партнеры при реализации политики занятости». Некоторые ученые считают, что государство определяет основные параметры найма в масштабах национальной экономики [4], другие – что регулирование рынка труда базируется только на официальных предписаниях и рекомендациях. Некоторые исследования отождествляют регулирование рын-

ка труда с регулированием занятости, полагая при этом, что механизм регулирования занятости включает в себя механизм регулирования безработицы, что и выступает механизмом регулирования рынка труда. Существует точка зрения, согласно которой механизмом регулирования рынка труда признается активная и пассивная политики регулирования. При этом политика занятости на федеральном уровне, в первую очередь, направляется на решение стратегической задачи – обеспечение полной, но эффективной занятости как необходимой предпосылки достижения высокого уровня жизни. По их мнению, это возможно на основе учета действия как рыночных, так и нерыночных факторов. Рыночный же механизм направлен на рост эффективности производства. Такой подход достижения полной занятости противоречит, как представляется неоклассическому положению о существовании естественного уровня безработицы.

По нашему мнению, в анализе регулирования рынка труда допустимо исследование его отдельных направлений, методов, инструментов и т. д., но вместе с тем важно изучить механизм регулирования в целом, так как только его целостное исследование позволит оценить эффективность существующего механизма, выявить будущие цели регулирования, обосновать приоритетные задачи, определить основные формы и методы воздействия на рынок труда.

Содержание исследуемого механизма отражает социально-экономическую реальность регулирования рынка труда, определенным образом упорядоченную совокупность способов воздействия на него. Оно выступает в административной и экономической формах, опосредуемых определенными факторами. Данные формы, наряду с объектами, субъектами, типами регулирования являются элементами внутренней организации механизма и определяют его структуру (в том числе по уровням рынка труда).

Регулирование рынка труда выражает отношения между субъектами его регулирования, которые формируют систему с асим-

метричным воздействием на объекты данного рынка. Так, при доминировании в процессах регулирования профсоюзов, их основное воздействие оказывается на трудовые договоры, при превалировании регулирования со стороны работодателей – на количественные и качественные характеристики спроса и т. д.

Объектами регулирования рынка труда являются различные проявления его дисбаланса: безработица, неэффективная занятость, отраслевое и территориальное размещение ресурсов, неудовлетворенный спрос на услуги труда. В каждом конкретном случае ликвидация дисбаланса может зависеть от степени активности участия в ней различных субъектов рынка труда. Воздействовать на все объекты и субъекты может только государство. В качестве объектов государственного регулирования рынка труда могут выступать партнеры трудовых отношений, а также институты, выражающие их интересы: профсоюзы и союзы работодателей. Кроме того, государство в качестве субъекта регулирования рынка труда должно сглаживать асимметрии регулирования других субъектов.

Итак, механизм регулирования рынка труда представляет собой систему отношений в трудовом обмене по поводу способа формирования воздействия на различные параметры рынка труда. Эти отношения направлены на упорядоченные изменения производственных отношений между субъектами трудового обмена. В результате чего собственники услуг труда и средств производства достигают адекватного в данное время и данных условиях компромисса своих интересов, формой которого выступает найм.

Сущность механизма регулирования рынка труда проявляется в процессе регулирования данного рынка. Механизм регулирования рынка труда имеет объективную основу, обусловленную природой его отношений по поводу конкретных объектов регулирования. Но поскольку он приводится в действие субъектами, то обладает и субъективным характером.

С позиций, того, что рынок труда явля-

ется системой отношений по поводу вовлечения в оплачиваемую по найму занятость, а сущность механизма регулирования выступает системой отношений – можно применить к его изучению системный подход. Методологически исходными для формирования системного представления о сущности складывающихся здесь отношений и взаимосвязей выступают положения о том, что:

- во-первых, механизм регулирования рынка труда, является составной частью общего механизма регулирования экономики;
- во-вторых, механизм регулирования рынка труда является элементом системы регулирования сферы занятости, одной из подсистем которой выступает система регулирования рынка труда. Рассматриваемый механизм представляет собой систему.

Отметим, что отдельные ученые используют системный подход в исследованиях рынка труда, рассматривая его как функциональную подсистему рыночной экономики в целом. Другие авторы рассматривают его в анализе государственного регулирования экономики, считая, что оно представляет собой отношения между органами государственной власти и хозяйствующими субъектами, которые формируют целостную экономическую систему с ассиметричным взаимодействием ее элементов.

По нашему представлению, механизм регулирования рынка труда является системой. Под социально-экономической системой принято рассматривать экономическую систему, охватывающую взаимосвязанные социально-экономические элементы. Другая точка зрения: под социально-экономической системой понимают сложную динамическую систему, охватывающую процессы производства, обмена, распределения и потребления материальных и других благ.

Анализ с позиций системного подхода предполагает, прежде всего, обоснование свойств системы регулирования. Так, согласно теории систем множество элементов можно понимать как систему, если оно удовлетворяет следующим свойствам:

Во-первых, механизму регулирования

присущи целостность и расчлененность его элементов, в качестве которых выступают:

- субъекты, посредством которых осуществляется регулирование;
- его объекты;
- факторы регулирования рынка труда;
- формы регулирования, соответствующие уровням регулирования. Субъекты регулирования рынка труда воздействуют на объекты через факторы. Формы регулирования рынка труда позволяют осуществлять планирование на основе целей регулирования, предполагают соответствующую организацию регулирования на разных уровнях рынка труда, формируют процессы стимулирования субъектов регулирования. Причем, совокупность исследуемых форм образует преимущественно экономический или преимущественно административный механизм регулирования.

Образуя в совокупности социально-экономическую систему регулирования рынка труда, ни один из элементов исследуемого механизма в отдельности не обладает свойствами целой системы. Причем, суммируя свойства каждого из элементов системы, нельзя получить свойства всей системы регулирования рынка труда в целом. Интегративное свойство системы регулирования возникает лишь в результате взаимодействия ее составляющих.

Во-вторых, необходимым свойством механизма регулирования является наличие цели его функционирования, установление которой выступает обязательным исходным моментом начала процесса реализации механизма регулирования рынка труда. Основными целями регулирования рынка труда являются поддержание макроэкономической стабильности экономики и социальной стабильности в обществе, достижение эффективной занятости. От этих целей возникают множество более конкретных задач, без осуществления которых не может быть достигнута главная цель. При этом, хотя в целях регулирования опосредуются интересы субъектов, это не означает, что данные цели могут быть определены субъективно. Процесс установления цели имеет объективную природу и определяется содержанием механизма регулирования, состоянием его объектов на данный момент времени.

В-третьих, для системы регулирования

рынка труда характерно существование связей между ее элементами, превосходящих по мощности связи этих элементов с элементами, не входящими в данную систему [5]. Субъекты, объекты, факторы и механизм регулирования рынка труда взаимосвязаны друг с другом. Их связи между собой превосходят связи с элементами других экономических систем. Например, связь субъектов регулирования рынка труда и субъектов регулирования финансового рынка будет существенно ниже, чем взаимосвязи внутри системы регулирования рынка труда.

В-четвертых, любая система предполагает наличие среды, в которой она функционирует. Механизм регулирования рынка труда функционирует в определенной среде. Постоянно меняющиеся состояния демографической, социальной, экономической, научно-технической, правовой и других сред наряду с информацией о состоянии рынка труда на определенный момент времени, оказывают воздействие на механизм регулирования рынка труда.

К примеру, научно-техническая среда воздействует на формирование спроса на определенные профессии и квалификацию. Социально-экономическая среда влияет не только на спрос, но и предложение услуг труда, на их качество. В благоприятной экономической среде рабочая сила имеет лучшие условия для своего воспроизводства, тем самым улучшается социальная атмосфера в обществе, повышается качество, предоставляемых услуг труда. Экономическая среда также оказывает влияние на оплату труда и конкуренцию. В условиях развитой экономики, чем выше образовательный уровень работника и его квалификация, тем выше оплата труда. Экономическая среда призвана создавать конкуренцию на различных сегментах рынка труда.

Каждая из этих сред воздействует на исследуемую систему посредством разнообразных факторов, таких как: естественный и миграционный прирост населения (факторы воздействия демографической среды), изменение психологической атмосферы, изменение уровня заработной платы (воздействие социальной среды), изменения техники и технологии производства (фактор воздейст-

вия научно-технической среды), изменение капитала и его технического строения (воздействие экономической среды) и т.п.

В-пятых, механизм регулирования рынка труда является сложной системой, так как соответствует всем критериям этого свойства. Он состоит из четырех элементов, отличается многообразием внутренних связей и связей с другими элементами системы регулирования экономики.

Для механизма регулирования рынка труда, выступающего в качестве системы регулирования, существует возможность выделения в нем подсистем. С этих позиций механизм регулирования рынка труда выступает подсистемой более низкого порядка относительно регулирования экономики в целом и, в свою очередь, включает в себя другие подсистемы, объединяющие взаимодействие субъектов регулирования между собой, воздействие на объекты регулирования на разных уровнях и т. д.

Библиографический список

1. Елисеева Т. А., Зотов В. П. Механизм формирования рынка труда. Рынок труда региона в условиях структурной перестройки экономики, 2008. - С.51-53.
2. Митенкова Л. А. Механизм управления капиталобразующими инвестициями// 2009. - С.19-24; Костенецкий Д. А. О механизме государственного регулирования социально-экономического развития региона //Регионология. – 2011. -№ 2. - С.147-151.
3. Стрельченко Е. А., Овчинников В. Н. Механизм регулирования занятости и его особенности в переходной экономике // Социально-экономические проблемы населения, занятости и перехода к устойчивому развитию России, 2009. - С.123-125.
4. Экономическая теория /Под ред. Проф. Чепурина М. Н., проф. Кисилевой Е. А.: Киров: изд -во «АСА», 2006. - С. 246.
5. Системное моделирование: Учеб. Пособие./ В.В. Сысоев. –Воронеж: Воронеж. технол. Ин-т.- 1991.- С. 7.
6. Туркин Ю.С. Теория систем/ Ю.С.Туркин. – М.: Диалектика. –Т.1: Системы и обмен. – 1995. – 21 с.
7. Becker G. The Human Capital/ G. Becker. – Chicago, 1964. -79 p.

УДК 65.012.1:546.621

Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра «Информационные технологии моделирования и управления»

Канд. техн. наук, доцент Л.А. Коробова

Канд. техн. наук, доцент К.Н. Матусов

Нач. бюро ПО, ассистент О.А. Гордиенко

Ведущий программист, ассистент И.С. Кутявин

Россия, г. Воронеж, тел.: 255-25-50

E-mail: kutjv2004@mail.ru

Voronezh state university of engineering technologies, «Information Technologies of Modelling and Management» chair

Ph. D. in Engineering, associate professor L.A. Korobova

Ph. D. in Engineering, associate professor K.N. Matusov

Chief of bureau of the software, assistant O.A. Gordiyenko

Leading programmer, assistant I.S. Kutyavin

Russia, Voronezh, ph.: 255-25-50

E-mail: kutjv2004@mail.ru

Л.А. Коробова, К.Н. Матусов, О.А. Гордиенко, И.С. Кутявин

ОПЕРАТОРНЫЙ МЕТОД СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

Предложена организационно-технологическая структура и построена операторная схема производства электролитического алюминия. Операторная схема производства положена в основу моделирования процессов производства электролитического алюминия.

Ключевые слова: производство, электролитический алюминий, система, организация, технология, управление, технологический оператор, структура.

L.A. Korobova, K.N. Matusov, O.A. Gordienko, I.S. Kutyavin

OPERATER METHOD OF THE SYSTEM ANALYSIS OF THE PRODUCTION PROCESS

It is offered organizing-technological structure and is built operation scheme production electrolytic aluminum. Operator scheme production prescribed in base of modeling of the processes production electrolytic aluminum.

Keywords: production, electrolytic aluminum, system, organization, technology, management, technological operator, structure.

Одним из направлений повышения эффективности производства является совершенствование методов контроля и управления технологическими, организационными и экономическими процессами [1,2]. Это направление в свою очередь определяет задачу исследований и поиска новых форм системного анализа сложных производственных объектов. Первым этапом этих исследований является разработка системного концептуального представления объекта исследования с выделением границ его структуры, сферы функционирования и приоритетов при разработке и внедрении новой техники в производстве [3,4]. Это связано с тем, что в структуре промышленного предприятия можно выделить множество технологических объектов, каждый из которых может быть принят в качестве альтернативного объекта исследования. Объектами исследо-

вания могут быть процессы ремонта технологического оборудования, процессы измерения параметров, процессы транспортировки, процессы управления и др. Синтез системного представления объектов позволит объективно выделить из множества реально существующих объектов производства наиболее важные с позиции их реализуемости и высокой эффективности. Вместе с тем синтез этих систем выявил ряд трудностей. К основным из них следует отнести: отсутствие прикладных методик выявления, структуризации и формализации знаний о производственных системах; отсутствие глубоких знаний о семантической (смысловой) сущности многих явлений в технологических процессах, которая позволила бы обосновать целесообразность совершенствования или замены традиционных организационно-технологических методов контроля и управления объектом на новые. Стало очевидным, что без разработки информационно-

© Коробова Л.А., Матусов К.Н., Гордиенко О.А., Кутявин И.С., 2013

семантических моделей, адекватно отражающих семантический смысл технологических процессов, синтез информационно-семантических систем и систем баз знаний для них нереален [3,4,5]. Особенно это важно для сложных производственных и технологических объектов. К категории таких объектов можно отнести процесс производства электролитического алюминия. В настоящее время этот процесс относится к наименее формализуемым объектам. Связано это, прежде всего с тесным взаимовлиянием технологических процессов, протекающих одновременно в ограниченном пространстве электролизера. В результате, большинство параметров процесса, характеризующих технологический режим электролизера, не поддаются автоматическому измерению [6], а управление параметрами процесса основано в большей мере на статистических данных и опыте технологического персонала. В связи с этим, создание автоматизированных экспертных систем и баз знаний для управления такими процессами является актуальным. Основой таких систем могут быть только глубокие знания о семантической сущности технологических процессов, имеющих место в электролизере. Методика структуризации этих знаний является предметом исследования в предлагаемой статье.

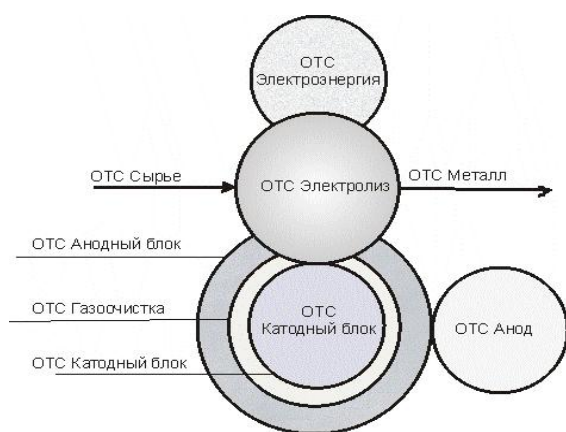


Рис.1. Организационно-технологическая структура основного производства электролитического алюминия

Исследования [2] показали целесооб-

разность представления основного производства алюминия в виде системы, состоящей из девяти организационно-технологических подсистем (рис.1). Ядром этой системы является организационно-технологическая подсистема ОТС "Электролиз".

С целью структуризации знаний о процессе электролиза необходимо, прежде всего, разработать его концептуальную модель и выполнить ее исследование. Анализ теоретических гипотез и экспериментальных данных, накопленных в последнее время, позволяет представить эту модель в виде неоднородного графа со сложной циклической структурой (рис.2). Вершины этого графа представляют собой технологические операторы, имеющие место в реальном процессе. Достоверность существования этих операторов находит подтверждение в соответствующих научных источниках [6].

Из этих же источников выявляется семантическая сущность каждого технологического оператора (табл.1) и материально-энергетические потоки, связывающие эти операторы (табл.2).

Анализ процесса показывает, что выделение и структуризация знаний будет представлять сложность по операторам 2,4 и 11, так как они определяют рециклы в процессе и их состояние во многом зависит от начальных и смежных операторов. Это указывает на трудность синтеза семантических моделей этих операторов. Данный вывод подтверждается специальными теоретическими и экспериментальными исследованиями [6].

Таким образом, первоочередными объектами исследования процесса электролиза могут быть выбраны операторы 1, 3, 5, 6, 7, 3, 9, 10, 13. Среди этих операторов имеются внутренние (3, 5, 7, 10) и внешние (1, 6, 8, 9, 13). Параметры выходных потоков внешних операторов могут быть проконтролированы, если не автоматическими приборами, то лабораторными анализами и визуально. В связи с этим объектами исследования с целью синтеза семантических моделей следует определить технологические операторы 1, 6, 8,

9, 13.

Это утверждение подтверждается при сравнении этого перечня с графом на рис.2. Перечисленные технологические операторы являются связующими элементами ОТС

"Электролиз" с обеспечивающими ОТС: – ОТС «Сырье»; – ОТС «Анодный блок»; – ОТС «Газоочистка»; – ОТС «Криолит»; – ОТС «Металл».

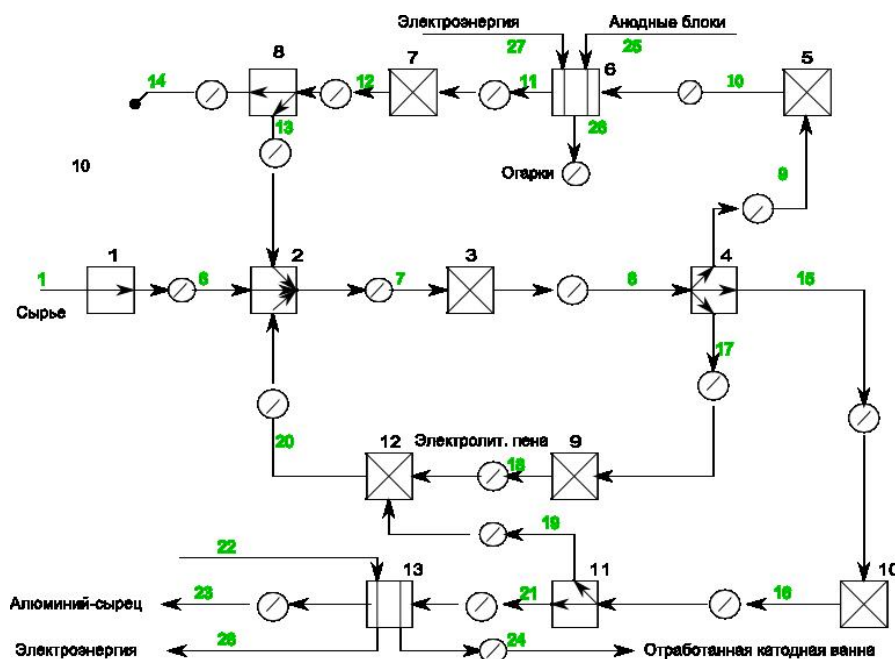


Рис.2. Операторная технологическая схема процесса электролиза

Таблица 1.

Наименование технологических операторов и их семантическая сущность

№ п/п	Наименование функциональных технологических операторов	№ оператора по схеме	Семантическая сущность оператора
1	Смеситель 1	1	Подготавливает смесь исходных материалов
2	Смеситель 2	2	Обеспечивает заданный состав электролита после смешения с загруженной партией
3	Реактор 1	3	Электролитическая реакция разделения электролита
4	Разделитель 1	4	Разделяет потоки ионов в электролите
5	Реактор 2	5	Абсорбция анионов на аноде
6	Реакционный массообменник 1	6	Сгорание угольной части анодного блока
7	Реактор 1	7	Десорбция и образование окиси алюминия
8	Разделитель 2	8	Разделение потоков газа и циркуляционного потока электролита
9	Реактор 4	9	Реакция кристаллизации электролита
10	Реактор 5	10	Реакция восстановления катионов в электролите
11	Разделитель 3	11	Осаждение алюминия на катоде
12	Реактор 12	12	Реакция обратимого окисления алюминия
13	Реакционный массообменник 2	13	Реакции разрушающих воздействий на катод

Таблица 2.
Материально-энергетические потоки в процессе электролиза

№ п/п	Наименование потока	Номер потока	Метка потока
1	Фтористый алюминий	1	1
2	Криолит свежий	2	1
3	Оксид алюминия	3	1
4	Криолит флотационный	4	1
5	Прочие добавки	5	1
6	Смесь исходная	6	0
7	Смесь конвекционная (электролит)	7	0
8	Смесь в зоне разложения	8	0
9	Поток анионов	9	0
10	Углеродокомплексные соединения на аноде	10	0
11	Углекислый газ и оксид углерода на аноде	11	0
12	Смесь газовая с возвратом окиси алюминия	12	0
13	Возвратный поток глинозема	13	0
14	Анодные газы	14	2
15	Поток катионов	15	0
16	Смесь восстановленных и невосстановленных катионов	16	0
17	Электролит циркулирующий	17	0
18	Электролитическая пена	18	2
19	Обратный поток катионов	19	0
20	Поток окисленного металла	20	0
21	Алюминий сырец чистый	21	0
22	Подина	22	1
23	Алюминий сырец сливной	23	2
24	Отработанная подина	24	2
25	Анодные блоки	25	1
26	Огарки анодных блоков	26	2
27	Электроэнергия (входная клемма)	27	1
28	Электроэнергия (выходная клемма)	28	2
Метка потока: 1 - входной поток, 2 – выходной поток, 0 - внутренний поток			

Объектом исследования определен технологический функциональный оператор 6 - реакционный массообменник 1, обеспечивающий подвод электроэнергии постоянного тока к электролизеру и характеризующийся сгоранием угольной части анодного блока в процессе электролиза.

Библиографический список

1. Тамм Б. Г. и др. Анализ и моделирование производственных систем. - М.: Финансы и статистика, 1987.-191 с., ил.
2. Мухамадиев Б. М., Кутявин И. С. Системные принципы создания АСУ технологическим комплексом производства электролитического алюминия. Деп. рук. №18(348) Та-Д85,- Душанбе: ТаджикНИ-

ИНТИ, 1985. -51с., ил.

3. Минский М. Фреймы для представления знаний. - М.: Энергия, 1979,-152с.

4. Построение экспертных систем: Пер. с англ. /Под ред. Ф.Хейес-Рота, Д. Уотермана, Д.Лената.-М.: Мир, 1987. - 400с.

5. Перспективы развития вычислительной техники: В 11кн.:Справ. пособие / Под ред. Ю.М. Смирнова. Кн. 1.: Информационно-семантические системы/ Н.М. Соломатин. - М.: Высш. школа, 1989. - 127 с., ил.

6. Справочник металлурга по цветным металлам. Производство алюминия. - М.: Металлургия, 1971. - 560с., ил.

УДК 629.11.012.553

Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра «Информационных и управляющих систем»

Д-р техн. наук, доцент А.А. Хвостов

Д-р техн. наук, доцент С.Г. Тихомиров

Канд. техн. наук, доцент И.А. Хаустов

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина», кафедра изыскания и проектирования аэродромов

Канд. техн. наук А.А. Никитченко

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-906-581-62-68

E-mail: khvtol1974@yandex.ru

Voronezh state university of engineering technologies, «Information and managing directors of systems» chair
D. Sc. in Engineering, associate professor A.A. Khvostov
D. Sc. in Engineering, associate professor S.G. Tihomirov
Ph. D. in Engineering, associate professor I.A. Khaustov

Military educational scientific center of Military and air forces "Military and air academy of a name of professor N.E.Zhukovsky and Yu.A.Gagarin", chair of research and design of airfields
Ph. D. in Engineering A.A. Nikitchenko

Russia, Voronezh, ph.: 8-906-581-62-68

E-mail: khvtol1974@yandex.ru

А.А. Хвостов, С.Г. Тихомиров, И.А. Хаустов, А.А. Никитченко

СТРУКТУРА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СВЯЗИ СТЕПЕНИ КРИСТАЛЛИЧНОСТИ И АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье рассмотрен синтез структуры математической модели связи степени кристалличности полимерных материалов с их акустическими свойствами. Предлагаемая математическая модель может служить основой для разработки экспресс-анализаторов степени кристалличности полимеров и их композитов.

Ключевые слова: неразрушающие методы контроля, ультразвуковые методы контроля качества эластомеров.

A.A. Khvostov, S.G. Tihomirov, I.A. Khaustov, A.A. Nikitchenko

MATHEMATICAL MODEL STRUCTURE OF THE CORRELATION BETWEEN CRYSTALLINITY AND ACOUSTIC PROPERTIES OF POLYMERIC MATERIALS

The synthesis of the mathematical model structure of correlation crystallinity degree of polymer materials with their acoustic properties. The proposed mathematical model can serve as a basis for the development of rapid analyzers of degree of crystallinity of polymers and their composites.

Keywords: Non-destructive testing, ultrasonic methods for quality control of elastomers.

Введение

Существующие методы оценки степени кристалличности полимеров, их композитов и резинотехнических изделий затруднительно использовать при оперативном контроле степени кристалличности из-за трудоемкости и длительности измерений [1]. Для синтеза методов экспресс-анализа степени кристалличности, отвечающих требованиям компактности, высокой чувствительности, оперативности, возможности автоматизации измерений и неразрушающего контроля, отвечают акустические, в частности ультразвуковые (УЗ) методы контроля.

Как всякий косвенный метод контроля

УЗ метод контроля степени кристалличности базируется на математической модели связи непосредственно измеряемой и искомой величин. В данном случае степени кристалличности и акустических свойств полимеров. В связи с этим актуальной является задача синтеза математической модели косвенного оперативного измерения степени кристалличности на основе ее связи с акустическими свойствами полимера.

Теоретический анализ

Рассматривая аморфный полимер как сплошную вязкоупругую среду для структурного синтеза модели необходимо связать выражение для податливости потерь, выведенное с использованием принципа суперпозиции релаксационных процессов в частично закристаллизованном полимере, и выраже-

© Хвостов А.А., Тихомиров С.Г., Хаустов И.А., Никитченко А.А., 2013

ния для компонент комплексного модуля упругости E', E'' [2].

Податливость потерь J'' связана с компонентами комплексного модуля упругости следующим выражением [2]:

$$J'' = \frac{\operatorname{tg} \delta / E'}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}, \quad (1)$$

где $\operatorname{tg} \delta$ – тангенс угла механических потерь,

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{E''}{E'} \quad (2)$$

Связь компонент комплексного модуля упругости с акустическими свойствами для вязкоупругой сплошной среды [3]:

$$E'(\omega, \alpha, c) = \rho c^2 \frac{1 - \left(\frac{\alpha c}{\omega}\right)^2}{\left[1 + \left(\frac{\alpha c}{\omega}\right)^2\right]^2}; \quad (3)$$

$$E''(\omega, \alpha, c) = 2\rho c^2 \frac{\frac{\alpha c}{\omega}}{\left[1 + \left(\frac{\alpha c}{\omega}\right)^2\right]^2}, \quad (4)$$

где ρ – плотность полимера; c – скорость звука; α – коэффициент затухания звука, ω – частота.

Методика

Подставим выражения для компонент комплексного модуля упругости как функции акустических свойств полимера (3), (4) в выражение для тангенса угла механических потерь (2) с учетом (1) получим выражение для податливости потерь, связывающее ее со скоростью и коэффициентом затухания ультразвука:

$$J''(\omega, \alpha, c) = \frac{2\alpha}{\rho \omega c}. \quad (5)$$

Полученная зависимость показывает, что вычисление величины податливости потерь может быть осуществлено при измерении скорости и коэффициента затухания ультразвука на частоте ω , а также при знании значения плотности частично закристаллизованного полимера ρ . Однако плотность частично закристаллизованного полимера возможно исключить из модели предлагаемого метода следующим образом.

Степень кристалличности χ полимера связана с его плотностью через плотности

кристаллической и аморфной фаз [1]

$$\rho = \chi(\rho_k - \rho_a) + \rho_a. \quad (6)$$

Тогда при подстановке (6) выражение (5) для податливости потерь преобразуется к виду

$$J''(\omega, \alpha, c) = \frac{2\alpha}{[\chi(\rho_k - \rho_a) + \rho_a]\omega c}. \quad (7)$$

Податливость потерь на основании принципа суперпозиции релаксационных процессов в частично закристаллизованном полимере описывается следующим выражением:

$$L(\tau) = \chi L_k(\tau) + (1 - \chi) L_a(\tau), \quad (8)$$

где $L_k(\tau)$ – плотность спектра времен τ запаздывания полностью закристаллизованного полимера; $L_a(\tau)$ – плотность спектра времен запаздывания полностью аморфного полимера.

Используя

$$Y_k = \int_0^\infty \frac{\omega \tau L_k(\tau) d\tau}{1 + \omega^2 \tau^2}, Y_a = \int_0^\infty \frac{\omega \tau L_a(\tau) d\tau}{1 + \omega^2 \tau^2}, \quad (9)$$

а также (8) и (7):

$$J''(\omega) = \chi Y_k + (1 - \chi) Y_a = \frac{2\alpha}{[\chi(\rho_k - \rho_a) + \rho_a]\omega c}, \quad (10)$$

проведя промежуточные преобразования правой и левой частей выражения (10), получим окончательный вид выражения для определения степени кристалличности χ с учетом введенных обозначений (9) следующий:

$$\chi = \frac{-A_2 + \sqrt{A_2^2 - 4A_1A_3}}{2A_1}. \quad (11)$$

$$A_1 = (\rho_k - \rho_a)[Y_k - Y_a];$$

$$A_2 = \rho_k Y_a + \rho_a Y_k - 2\rho_a Y_a; \quad (12)$$

$$A_3 = \rho_a Y_a - 2\alpha / (\omega c).$$

Введем новые обозначения для коэффициентов, входящих в (11), и выделим скорость звука и коэффициент затухания ультразвука:

$$B_1 = \frac{-A_2}{2A_1}; B_2 = \frac{A_2^2}{4A_1^2} - \frac{\rho_a Y_a}{A_1}; B_3 = \frac{2}{A_1}. \quad (13)$$

Тогда структура математической модели ультразвукового измерения степени кри-

сталличности χ каучука по скорости c и коэффициенту затухания α ультразвука будет иметь общий вид

$$\chi = B_1 + \sqrt{B_2 + B_3 \frac{\alpha}{\omega c}}. \quad (14)$$

Таким образом, при определении коэффициентов B_1 , B_2 , B_3 для конкретных марок каучуков возможно с использованием структуры математической модели (14) рассчитать значения степени кристалличности каучуков на основании измеренных значений скорости $\tilde{n}$ и коэффициента затухания α ультразвука, проходящего через образец.

Вывод

Рассмотренная структура математической модели связи степени кристалличности полимерных материалов с их акустическими

свойствами может служить основой для разработки экспресс-анализаторов степени кристалличности полимеров и их композитов.

Библиографический список

1. Бухина, М.Ф. Кристаллизация каучуков и резин [Текст] / М.Ф. Бухина– М.: Химия, 1973. – 240 с.
2. Перепечко, И.И. Акустические методы исследования полимеров [Текст] / И.И. Перепечко. – М.: Химия, 1973. – 296 с.
3. Битюков, В. К. Контроль показателей качества эластомеров акустическим методом с учетом их частотно-температурных характеристик [Текст] / В.К. Битюков, С.Г. Тихомиров, А.А. Хвостов, М.А. Зайчиков // Мехатроника, автоматизация и управление. – 2007. – №7 – С. 11-14.



УДК 519

Воронежская медицинская академия им. Н.Н. Бурденко
Начальник Центра маркетинга, мониторингования
кадровых ресурсов и связи с практическим здравоохранением,
Д-р техн. наук, профессор Т.Н. Князева

Воронежский институт высоких технологий, филиал
Московского учебного центра А.Ф. Конто
Преподаватель М.А. Любимова

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-950-776-47-28
E-mail: mashenka_vrn@mail.ru

The Voronezh medical academy of N. N. Burdenko, Chief of the
Center of marketing, monitoring personnel resources
and communication with practical health care
D. Sc. in Engineering, Prof. T. N. Knyazeva

Voronezh institute of high technologies, branch A.F.Konto's
Moscow training center
teacher M.A. Lubimova

Russia, Voronezh, ph.:8-950-776-47-28
E-mail: mashenka_vrn@mail.ru

Т.Н. Князева, М.А. Любимова

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТОМОГРАММ

Максимальный алгоритм, фильтрация изображений в томографии. Методы фильтрации и типы фильтров.

Ключевые слова: значение прибора, фильтрация, медианный фильтр, квазиоптимальный алгоритм.

T.N. Knyazeva, M.A. Lubimova

METHODS OF PROCESSING OF COMPUTER TOMOGRAMS

The maximum algorithm, filtration of images in a tomography. Methods of a filtration and types of filters.

Keywords: value of the device, filtration, median filter, quasioptimum algorithm.

Мировые тенденции в области медицинского приборостроения в последние годы претерпели значительные изменения. В основном это вызвано необходимостью повышения качества диагностики, что приводит как к созданию новых высокоинформативных диагностических приборов, так и к совершенствованию традиционных технологий.

Современный уровень медицинской техники позволяет выявить структурные и функциональные изменения одного и того же органа с помощью устройств, имеющих различный принцип действия, при этом достоверность полученных данных будет сопоставима. В подобных условиях на первое место выходит информационная составляющая

исследований.

На данном этапе одним наиболее информативных методов является томография, дающая намного больше информации о каждом элементарном объеме исследуемого объекта, чем другие известные методы диагностики.

Качество изображения зависит от многих факторов: системы коллимации (параллельности лучей и толщины среза), алгоритма реконструкции, физических процессов, участвующих в сборе данных и т.д.

При цифровой обработке изображений обычно используется его представление в памяти в виде матрицы пикселей $f(n1, n2)$, $1 \leq m1 \leq N, 1 \leq m2 \leq N2$.

Алгоритмы линейной фильтрации изображений. Рассмотрим схему искажения и фильтрации изображений (рис.1).



Рис.1. Модель искажения и восстановления изображений

Целью восстановления искаженного изображения $y(n_1, n_2)$ является получение из него при помощи некоторой обработки изображения, которое близко к идеальному изображению $x(n_1, n_2)$ по заданному критерию. Получающееся в результате обра-

ботки изображение будем называть оценкой исходного (идеального) изображения $x(n_1, n_2)$. Определим ошибку оценивания в каждой точке изображения:

$$g(n_1, n_2) = \hat{x}(n_1, n_2) - x(n_1, n_2),$$

$$n_1 = 0, 1, \dots, M_1 - 1, \quad (1)$$

$$n_2 = 0, 1, \dots, M_2 - 1,$$

а также среднюю квадратичную ошибку (СКО) через ее квадрат, то есть дисперсию ошибки

$$g^2 = \frac{1}{M_1 * M_2} * \sum_{n_1=0}^{M_1-1} \sum_{n_2=0}^{M_2-1} (\hat{x}(n_1, n_2) - x(n_1, n_2))^2 \quad (2)$$

Критерий минимума квадрата СКО является наиболее универсальным и распространенным критерием качества восстановления при проектировании алгоритмов фильтрации изображений из-за математической простоты. Однако этот критерий имеет недостаток, заключающийся в том, что он не всегда согласуется с субъективным (психовизуальным) критерием качества, основанным в основном на точности передачи контуров.

Указанный критерий является конструктивным и позволяет теоретически рассчитывать оптимальные (дающие минимумы квадрата СКО) алгоритмы фильтрации при рассмотренных моделях наблюдения. Однако оптимальные алгоритмы оказываются весьма сложными для расчета и реализации. В автоматизированных системах обработки изображений предпочтение отдается так называемым квазиоптимальным алгоритмам, которые дают минимум квадрата СКО в некотором классе алгоритмов с заданной структурой и незначительно отличаются от оптимальных по этому критерию. Обычно спектр шума содержит более высокие пространственные частоты, чем спектр идеального изображения. Этот факт показывает, что простая низкочастотная фильтрация может служить эффективным средством подавления шумов. В принципе любой фильтр с

неотрицательными коэффициентами обладает сглаживающими свойствами. Можно предложить следующие сглаживающие маски:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{9} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \\ A_2 &= \frac{1}{10} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \\ A_3 &= \frac{1}{16} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}. \end{aligned} \quad (3)$$

Коэффициенты масок нормированы с тем чтобы процедура подавления помех не вызывала смещения яркости исходного изображения. Маски отличаются степенью сглаживания шумов (у маски A_1 она максимальная, у A_3 - минимальная). Выбор коэффициентов маски должен производиться экспериментально. При увеличении степени сглаживания шумов происходит также подавление высокочастотной составляющей полезного изображения, что вызывает исчезновение мелких деталей и размазывание контуров. Если требуемая степень сглаживания с применением маски размера 3×3 не достигается, то следует использовать сглаживающие маски больших размеров (5×5 , 7×7).

Дадим анализ фильтрам, медианный фильтр реализует нелинейную процедуру подавления шумов. Медианный фильтр представляет собой скользящее по полю изображения окно W , охватывающее нечетное число отсчетов. Центральный отсчет заменяется медианой всех элементов изображения, попавших в окно. Медианой дискретной последовательности $x_1, x_2, \dots, x_L$ для нечетного L называют такой ее элемент, для

которого существуют $(L - 1)/2$ элементов, меньших или равных ему по величине, и $(L - 1)/2$ элементов, больших или равных ему по величине. Другими словами, медианой является средний по порядку член ряда, получающегося при упорядочении исходной последовательности. Например, $med(20, 10, 3, 7, 7) = 7$. Двумерный медианный фильтр с окном W определим следующим образом:

$$\hat{x}(n_1, n_2) = med y(n_1, n_2) = med[y(n_1 + k_1, n_2 + k_2)]: (k_1, k_2)] \quad (4)$$

Как и сглаживающий фильтр, медианный фильтр используется для подавления аддитивного и импульсного шумов на изображении. Характерной особенностью медианного фильтра, отличающей его от сглаживающего, является сохранение перепадов яркости (контуров). При этом если перепады яркости велики по сравнению с дисперсией аддитивного белого шума, то медианный фильтр дает меньшее значение СКО по сравнению с оптимальным линейным фильтром. Особенно эффективным медианный фильтр является в случае импульсного шума [3]. Что касается импульсного шума, то, например, медианный фильтр с окном 3×3 полностью подавляет одиночные выбросы на равномерном фоне, а также группы из двух, трех и четырех импульсных выбросов. В общем случае для подавления группы импульсных помех размеры окна должны быть по меньшей мере вдвое больше размеров группы помех. Среди медианных фильтров с окном 3×3 наиболее рас-

пространены следующие:

$$\begin{aligned} W_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, W_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \\ W_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, W_4 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}. \end{aligned} \quad (5)$$

Координаты представленных масок означают, сколько раз соответствующий пиксель входит в описанную выше упорядоченную последовательность [1].

Разновидностью медианного фильтра является метод, подавляющий импульсный шум и в то же время минимально изменяющий значения яркости на исходном изображении, состоит в замене яркости пикселей локальных максимумов на локальное максимальное значение яркости между границами и замене пикселей локальных минимумов на локальное минимальное значение между границами:

$$\begin{aligned} P'(i + j) = \min(P(i - 1), P(i + k)), \\ \text{если } P(i + j) < P(i - 1) \text{ и } P(i + j) < P(i + k), \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} P'(i + j) = \max(P(i - 1), P(i + k)), \\ \text{если } P(i + j) < P(i - 1) \text{ и } P(i + j) < P(i + k), \end{aligned} \quad (7)$$

$P'(i + j) = P(i + j)$ в оснальном (8)
здесь $P(i)$ - исходная интенсивность пикселя i ; $P'(i)$ - новое значение интенсивности пик-

селя i . Уравнение (6) представляет минимум из k пикселей, уравнение (7) - максимум из k пикселей.[2]

Проанализировав некоторые методы

фильтрации и типы фильтров, был выбран медиальный фильтр с весовыми коэффициентами равными 1. Этот фильтр наиболее оптимально подходит для фильтрации компьютерных томограмм, так как он сохраняет перепады яркости и убирает шум с изображений.

Исходя из работы исследований, можно сказать, что на сегодняшний день основной упор делается на повышение качества изображения, а именно, фильтрации, контрастированию томограмм. Но при этом не уделяется внимание поиску объектов на изображении. Процесс ручной обработки томограмм в настоящее время является большой проблемой, так как приводит к большим затратам времени и соответственно снижает

пропускную способность кабинетов компьютерной томографии.

Библиографический список

1. Габуня Р.И. «Компьютерная томография в клинической диагностике», М: 2004., с.134 - 153
2. Ермолов А.С., Ходарева Н.Н. «Компьютерно - томографическая семиотика острого панкреатита»//Журнал «Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии», №4, 2000., с.48 - 52.
3. Зонневельд, Ф.В. «ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ» //Журнал «Медицинская визуализация», январь – март 1999, с.44 – 52

УДК 69.003

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Прикладной информатики и информационных систем», канд. техн. наук О.В. Курипта

Воронежский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский государственный торгово-экономический университет», старший преподаватель Е.В. Паршина

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-910-344-31-99
E-mail: kuripta-okcana@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, chair "Applied informatics and information systems" Ph. D. in Engineering O.V. Kuripta

Voronezh branch of Federal public budgetary educational institution of higher education "Russian state trade and economic university", senior teacher E.V. Parshina

Russia, Voronezh, ph.: 8-910-344-31-99
E-mail: kuripta-okcana@mail.ru

О.В. Курипта, Е.В. Паршина

КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ

Выявляются причины ограниченного распространения информационных систем в строительной сфере, а также описаны возможности их внедрения в России.

Ключевые слова: строительная компания, бюджетирование, выручка, мониторинг.

O.V. Kuripta, E.V. Parshina

CONCEPTUAL JUSTIFICATION OF DEVELOPMENT AND USE OF THE INTEGRATED INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM BY CONSTRUCTION

Revealing the reasons of the limited distribution of information systems in building sphere, and also opportunities of their introduction in Russia are described.

Key words: building company, budgeting, proceeds, monitoring.

В отрасли строительства России ERP – системы практически не используются. Основная проблема в том, что большинство российских компаний этой сферы еще не го-

товы для новых управленческих технологий. Конкурентную ситуацию в сфере строительства нельзя в полной мере назвать рыночной. Это совсем не стимулирует компании к повышению эффективности управления и прозрачности бизнеса. Однако ситуация меняется. Это связано с тем, что банки предъявляют жесткие требования при выдаче кредитов инвестиционно-строительным компаниям. Поскольку заемные средства составляют основу финансирования строительства, такой поворот может заставить строительные компании пересмотреть свои позиции в отношении ERP-систем.

Существуют и внутренние причины, сдерживающих развитие информационных технологий в строительстве. Требуемое решение зависит от количества ведущихся проектов, их сложности и комплексности операционной деятельности компании. Для компании с небольшим количеством проектов достаточно внедрить систему документооборота и систему календарного планирования. Но в крупных холдингах, управляющих множеством проектов, как правило, наиболее эффективно применение полноценной ERP – системы. В строительной отрасли большинство контрактов выполняются с привлечением заемных средств – это могут быть как банковские кредиты, так и кредиты частных лиц. Если компания занимается строительством во многих регионах на разных площадках и является крупной корпоративной структурой со сложной юридической структурой, то возникают сложные схемы финансирования, с нетривиальным, порой, механизмом взаиморасчетов между структурными подразделениями холдинга. Тогда ERP-система дает возможность менеджерам понимать и контролировать прибыльность каждого подразделения и каждого проекта с учетом всех этих взаиморасчетов.

Один из важных этапов — составление бюджета будущего проекта. В процессе разработки и согласования бюджета участвует множество людей из различных подразделений или бизнес - единиц, бюджет проходит несколько корректировок и циклов согласо-

ваний. Как показывает практика, основная сложность в процессе бюджетирования – это именно взаимодействие людей. Поэтому при автоматизации бюджетирования важно не только переложить в систему модели планов и бюджетов, но разработать регламенты и распределить ответственность между всеми участниками процесса. Здесь необходимо применение специальных инструментов автоматизации бюджетного процесса, которые входят в комплексные ERP-системы.

Кроме того, при большом количестве одновременно ведущихся проектов важно не только планировать и контролировать каждый отдельный проект, но и синхронизировать работу людей в разных регионах, обеспечить для них оперативный доступ к единой непротиворечивой информации по выполняемым проектам.

Организация снабжения капитального строительства с применением календарных графиков комплектации и поставок материально – технических ресурсов (МТР) требует усиленной координации всех звеньев, участвующих в этом процессе. В современных условиях работы эта задача трудно реализуема, поскольку требует использования единого информационного пространства для ведения всех объектов, на которых УКС осуществляет работы по капитальному строительству и ремонту. Поэтому использование интегрированной информационной системы на базе современных компьютерных технологий является практически единственным способом реализации этой задачи.

Для управления проектами капитального строительства в таких системах есть инструменты управления проектами, которые позволяют осуществлять комплексное управление проектами от идеи до закрытия: описывать структуру проекта в системе, осуществлять планирование сроков, трудовых ресурсов, закупок материалов и оборудования. Кроме того, можно управлять финансами в проектах - затратами, платежами, бюджетами и т.д.

Для планирования и учета затрат проекты могут быть структурированы по адми-

нистративному, функциональному, временному признакам. Для решения задач календарного планирования и контроля фактических сроков используется сетевой график проекта, отражающий последовательность и длительность операций.

Интегрированная система позволяет рассчитывать плановые затраты на проект капитального строительства или ремонта, исходя из имеющейся в системе информации о материалах, которые должны быть закуплены под проект и о работах, которые необходимо выполнить. В системе ведутся справочники материалов с ценами и справочник видов работ с тарифами, которые позволяют планировать несколько вариантов исполнения проекта и, соответственно, иметь несколько планов затрат.

По мере выполнения фактических операций, касающихся проекта, закупки материалов и оборудования и использования их в строительстве (ремонте) данные вводятся в систему, и в любой момент можно контролировать исполнение плана капитального строительства и ремонта как с точки зрения сроков и ресурсов, так и с точки зрения затрат. Система обладает развитой системой отчетов, которая позволяет анализировать проекты капитального строительства и ремонтные мероприятия в различных разрезах. Гибкие инструменты построения отчетов позволяют настроить дополнительные отчеты в соответствии с требованиями конкретных пользователей.

Ниже кратко излагается содержание отдельных задач, реализуемых интеграционными информационными системами.

Календарное планирование проектов. Различные методы календарного планирования проектов по построенной иерархической структуре: планирование «сверху вниз», планирование «снизу вверх», свободное планирование. Целью календарного планирования сроков является определение продолжительности этапов проекта, резервного времени и критического пути. Сроки вводятся в структурные планы проекта и индивидуальные сетевые графики. В ходе ка-

лендарного планирования определяются самые ранние и самые поздние сроки начала и окончания выполнения операций сетевого графика и рассчитываются необходимые мощности и резерв времени.

Графики выполнения работ (диаграмма Ганта и PERT-диаграмма) в инструменте планирования проекта способствуют составлению гибких календарных планов и повышают наглядность представления данных о последовательности выполнения работ.

Планирование материалов. Система проектов позволяет присваивать сырье, материалы и поставляемые изделия операциям сетевого графика, то есть определять узлы и сырье, которые должны быть зарезервированы или заказаны для проекта, а также запустить процесс заготовки посредством планирования или закупки.

Для присвоенных материалов создается резервирование или заявка. Решение дает возможность собирать обобщенные требования по нескольким проектам для осуществления оптовых закупок. Если операции присвоен материал со спецификацией, то можно выполнить как полное (многоуровневое), так и поуровневое разузлование спецификации в сетевом графике.

Отслеживание поставок – отслеживание для обеспечения проектной потребности заказов на поставку материалов на всем протяжении процесса закупок и производства с помощью монитора обеспечения проектной потребности. В случае возникновения проблем имеется возможность создать уведомления о проектных несоответствиях и запустить соответствующие корректирующие операции.

Платежи – отслеживание и оценка плановых и фактических денежных потоков по первичным учетным документам.

Фактические затраты и выручка – на основании данных, введенных при подтверждении операции (фактическая продолжительность и выполненная работа), а также проводок отпуска материалов по тем операциям, которым они назначены, рассчитываются фактические затраты по дате проводки

с аналитикой по иерархическим элементам проекта. Фактические затраты можно сравнить с фактически полученной выручкой и рассчитать финансовый результат по проекту (прибыль или убыток).

Управление портфелем проектов – сбор и анализ коммерческих предложений, их обсуждение и анализ, утверждение, назначение лиц, принимающих решение, определение партнеров. В рамках портфеля проектов возможно определение структур, основных параметров проекта и связанных с проектом документов или ссылок.

Основные функции в рамках выше-указанных задач:

- Формирование сетевых графиков проектов.
- Представление плана-графика в формате диаграммы Ганта.
- Произвольный неограниченный уровень вложенности структурных элементов плана-графика проекта.
- Расчет сроков реализации проекта методом Критического пути.
- Отслеживание плана-графика.
- Отслеживание состояния плана-графика по установленным контрольным (отчетным) срокам.
- Создание нескольких версий планов графиков.
- Формирование директивных планов и их закрепления после утверждения и дальнейшей детализации планов в рамках сценария директивных планов.
- Автоматическая генерация запроса на изменение сроков и состава работ (для случаев разнесения функций мониторинга и утверждения планов на уровне пользователей).
- Внесение информации о наступлении ключевых событий, фактических данных о выполнении/завершении отдельных задач и этапов, в % выполнения, в физических объемах.
- Разграничение прав доступа к отдельным структурным элементам плана-графика.
- Визуализации разности плана и факта.

- Автоматическая генерация отчетов о ходе исполнения графика проекта.

- Генерация извещений о приближении сроков наступления ключевых событий и/или начале/завершении отдельных задач, фаз, стадий, этапов, проектов.

- Привязка (например, в виде ссылок) изменений утвержденного плана и/или фактических данных об исполнении к плану графику и его структурным элементам.

- Внесение всей необходимой информации о структурном элементе плана-графика (даты начала и окончания, объем работ, ответственный исполнитель, налагаемые ограничения, ресурсы и пр.).

- Генерация и просмотр отчетов о ходе выполнения планов графиков: потребности в ресурсах, поставки материалов и оборудования, расходования денежных средств по проектам в целом и по отдельным статьям затрат, платежей по проекту/программе/портфелю, бюджета проекта (с разбивкой по статьям затрат).

- Формирование отчетов: анализа освоенных объемов, учета подрядных работ по договорам внешнего подряда (по освоению и по оплате).

Библиографический список

1. Адамов Н.А. Чернышев В.Е. Организация управленческого учета в строительстве - СПб.: Питер, 2006.
2. Зачем нужно автоматизировать строительный бизнес? // Застройщик. - 2011. - №64 (апрель).
3. Цветков В. Роль информационных систем в процессах управления строительными и девелоперскими проектами //Строительная техника и технологии. – 2008. - №4.
4. Цветков В. Рука об руку: строительные и информационные технологии //Строительная техника и технологии. - 2008. -№1
5. <http://www.iemag.ru/>
6. <http://www.stroyorbita.ru>

УДК 004.9

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Прикладной информатики и информационных систем»
Канд. техн. наук, доцент А.В. Ошивалов,
аспирант А.С. Вахтин

ООО «Датаарт-Воронеж», менеджер проектов по разработке программного обеспечения А.В. Земцов

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-908-132-97-37
E-mail: u00806@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
chair "Applied informatics and information systems"
Ph. D. in Engineering, associate professor A.V. Oshivalov,
post-graduate A.S. Vakhtin

software development company "Dataart-Voronezh"
project manager A.V. Zemtsov

Russia, Voronezh, ph.: 8-908-132-97-37
E-mail: u00806@vgasu.vrn.ru

А.В. Ошивалов, А.В. Земцов, А.С. Вахтин

РАЗРАБОТКА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «СИСТЕМА ГАРАНТИРОВАННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ И ОРГАНОВ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ»

В статье дается описание архитектуры и функциональные возможности информационной системы для межведомственного взаимодействия органов государственной власти на основе веб-сервисов.

Ключевые слова: СМЭВ, СГИО, портал МВ, госуслуги, электронный сервис, шлюз отправки запросов, веб-приложение, SOAP, XML.

A.V. Oshivalov, A.V. Zemtsov, A.S. Vakhtin

DEVELOPMENT OF THE GOVERNMENT INFORMATION SYSTEM "ASSURED INFORMATION EXCHANGE SYSTEM OF THE STATE GOVERNMENT AND BODIES OF LOCAL SELF-GOVERNMENT IN VORONEZH REGION"

The paper describes the architecture and functionality of the information system for interagency cooperation of public authorities on the basis of Web Services.

Keywords: SMEV, SGIO, interagency Portal, government service, electronic service, send a request to the gateway, Web application, SOAP, XML.

В соответствии с Федеральным законом № 210-ФЗ с 1 июля 2011 года органы государственной власти не вправе требовать у граждан информацию, которая у них уже имеется. Данные должны запрашиваться с использованием единой системы межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ), утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации № 697. Технические требования к взаимодействию информационных систем в рамках СМЭВ, в свою очередь, были утверждены Приказом Минкомсвязи Российской Федерации № 190 от 27 декабря 2010г.

СМЭВ представляет собой федеральную государственную информационную систему, содержащую сведения об используемых органами и организациями про-

граммных и технических средствах, обеспечивающих возможность доступа через СМЭВ к электронным сервисам, сведения об истории движения в СМЭВ электронных сообщений, а также программные и технические средства, обеспечивающие взаимодействие информационных систем органов и организаций.

На рис. 1 показана общая схема предоставления государственных услуг на основе СМЭВ.

Оператором единой системы межведомственного электронного взаимодействия является Министерство связи и массовых коммуникаций РФ.

Оператором инфраструктуры электронного правительства и системы межведомственного электронного взаимодействия исполнительных органов государственной власти Воронежской области является Де-

партамент связи и массовых коммуникаций Воронежской области в соответствии с постановлением правительства Воронежской области от 02.05.2012 № 354.

Для обеспечения интерфейса пользователей, позволяющего формировать межведомственные запросы и ответы, обеспечивать их юридическую значимость посредством технологии электронной подписи при

реализации органами власти полномочий по предоставлению государственных и муниципальных услуг, исполнению государственных и муниципальных функций была разработана система гарантированного информационного обмена органов государственной власти и органов местного самоуправления Воронежской области (СГИО).

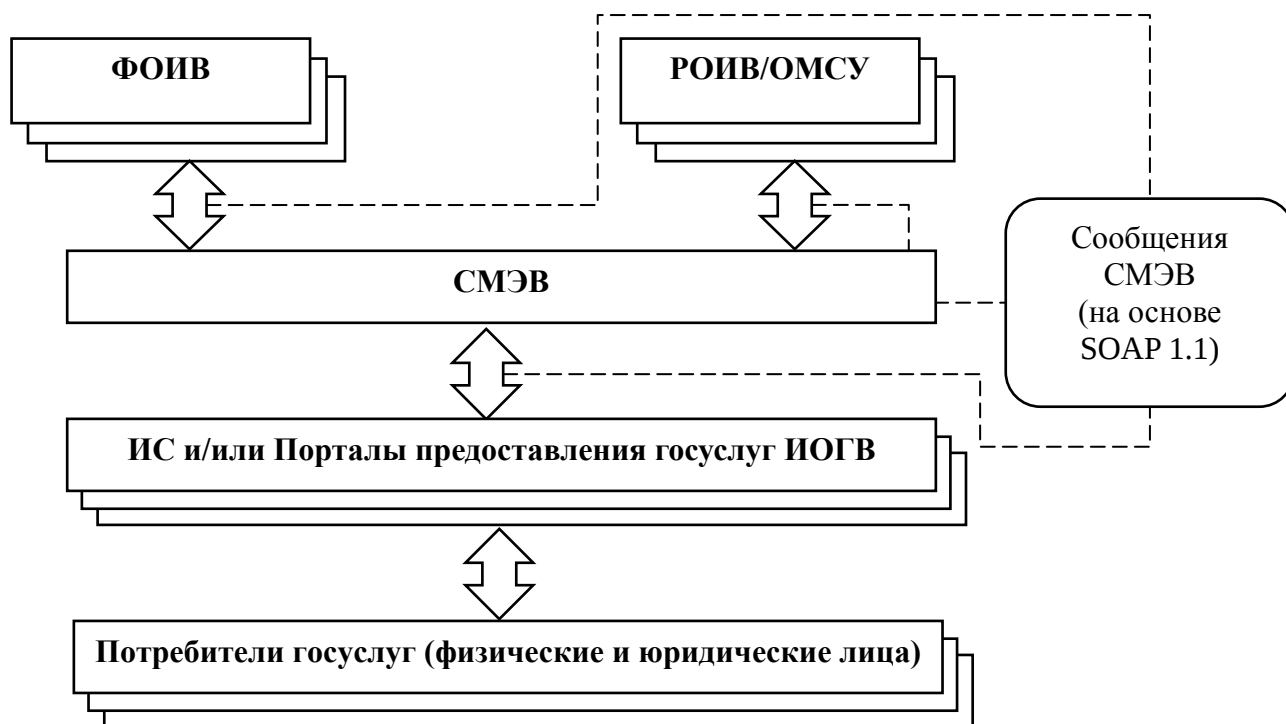


Рис. 1. Схема предоставления госуслуг на основе СМЭВ

Система гарантированного информационного обмена органов государственной власти и органов местного самоуправления Воронежской области подключена к региональной СМЭВ (РСМЭВ) и обеспечивает электронное взаимодействие между исполнительными органами государственной власти Воронежской области (ИОГВ), органами местного самоуправления Воронежской области (ОМСУ) и подведомственными исполнительными органами государственной власти Воронежской области или органами местного самоуправления Воронежской области независимо от наличия у них ведомственных информационных систем и/или организационных и технических возможностей для

самостоятельной разработки и поддержания электронных сервисов межведомственного взаимодействия.

Также СГИО обеспечивает представление сведений, находящихся в распоряжении ИОГВ, ОМСУ, подведомственных организаций и необходимых для предоставления государственных услуг федеральными органами исполнительной власти (ФОИВ) и органами государственных внебюджетных фондов Российской Федерации (ОГВФ), с использованием единой системы межведомственного электронного взаимодействия (ЕС-МЭВ) и дает возможность формирования ИОГВ, ОМСУ запросов в адрес ФОИВ, ОГВФ в целях предоставления государст-

венных и муниципальных услуг.

На рис. 2 представлена схема предоставления госуслуг органами государственной власти с использованием ИС СГИО.

Как видно из рисунка, ведомства, не имеющие собственной ИС для взаимодействия со СМЭВ, могут осуществлять такое

взаимодействие посредством ИС СГИО, что позволяет ускорить вхождение таких ведомств в систему межведомственного взаимодействия и снизить затраты на такое вхождение за счет отказа от разработки каждым ведомством собственной ИС для межведомственного взаимодействия.

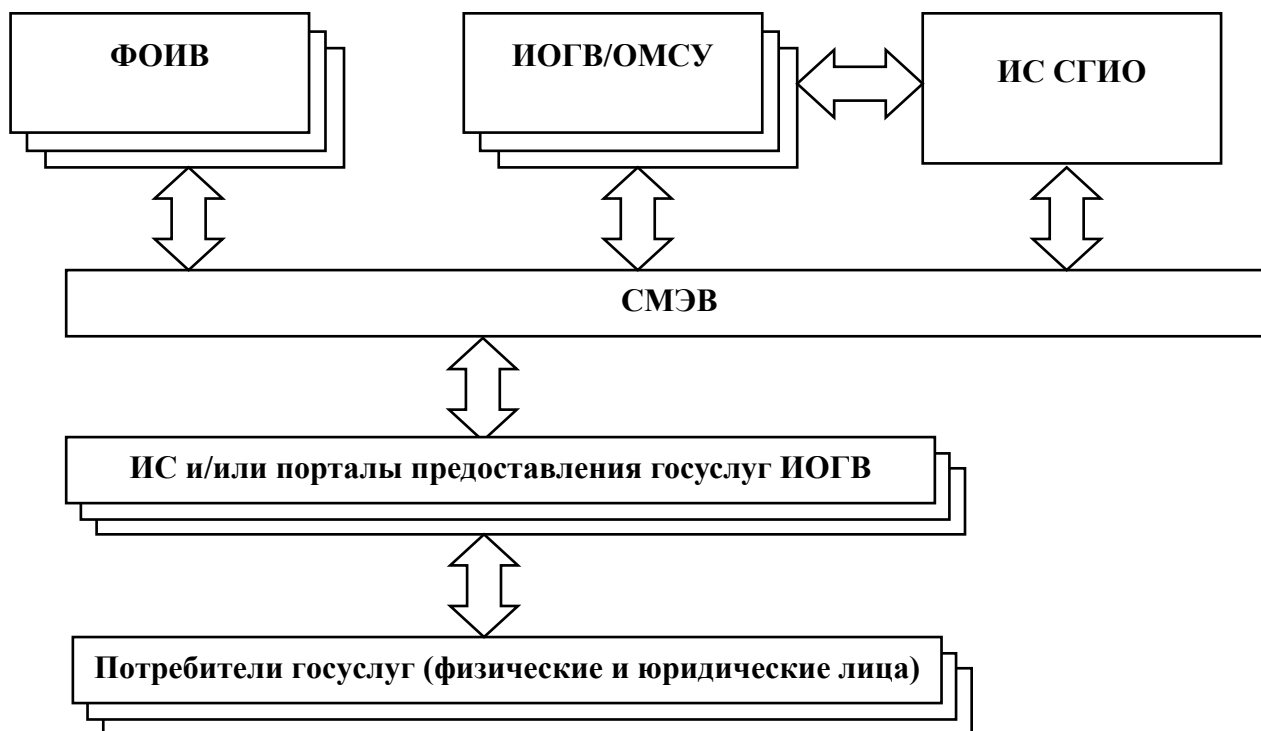


Рис. 2. Схема предоставления госуслуг с использованием ИС СГИО

Разработка подобной ИС требует использования современных технологий, обеспечивающих эффективную реализацию заявленных бизнес- и функциональных требований ИС.

Все подсистемы СГИО реализованы с использованием платформы Microsoft .NET. Приложения, ориентированные на работу с конечным пользователем, реализованы при помощи современных веб-технологий.

Архитектура СГИО включает в себя следующие подсистемы:

- Веб-приложение администрирования СГИО.
- Веб-приложение для работы с запросами и ответами.
- Шлюз отправки запросов и ответов.
- Подсистема электронных сервисов.

Основными функциями веб-приложения администрирования СГИО являются настройка и конфигурирование СГИО и управление пользователями, включающее в себя механизмы распределения прав доступа к объектам системы различных пользователей и групп пользователей, объединенных при помощи ролей.

В функции настройки СГИО входят:

- конфигурирование электронных сервисов межведомственного взаимодействия;
- конфигурирование документов и отчетов;
- управление пользователями;
- журнализация и контроль работы СГИО.

Подключение к СГИО Участника МВ, не имеющего ведомственной информацион-

ной системы, осуществляется с помощью веб-приложения для работы с запросами и ответами (далее – Портал МВ) в режиме постоянного доступа посредством тонкого веб-клиента.

Портал МВ обеспечивает интерактивный процесс формирования запросов и подготовки ответов, для этого он имеет в своем составе компоненты, предназначенные для централизованного управления и хранения информации.

Кроме того, на портале МВ реализован интерактивный интерфейс для формирования запросов к Участникам МВ, ФОИВ, ОГВФ, подготовки ответов в адрес Участников МВ, ФОИВ, ОГВФ.

Для отправки документов (запросов и ответов) в ИС СГИО используется специальный шлюз отправки запросов и ответов, ориентированный на реализацию транспортных функций СГИО.

Основной задачей шлюза отправки запросов и ответов является интеграция СГИО с РСМЭВ на основе электронных сервисов межведомственного взаимодействия – отправка запросов в виде сформированных и подписанных электронной подписью XML

пакетов, содержащих SOAP сообщения. Отправка XML сообщения осуществляется согласно настройкам транспортной подсистемы для ведомства-отправителя и ведомства-получателя.

Шлюз отправки запросов и ответов обеспечивает проверку электронной подписи полученных или отправляемых документов (запросов и ответов).

Кроме функции отправки запросов и ответов шлюз отправки запросов и ответов выполняет функции приема ответа, проверки статуса запроса в синхронном и асинхронном режиме.

Все действия, выполняемые шлюзом отправки запросов и ответов, записываются в журнал регистрации событий.

Для приема запросов и формирования ответов используется подсистема электронных сервисов.

Задача подсистемы заключается в публикации сервисов межведомственного электронного взаимодействия и обработке входящих запросов. Обмен данными реализован на основе протокола обмена структурированными сообщениями в распределенной среде SOAP 1.1.

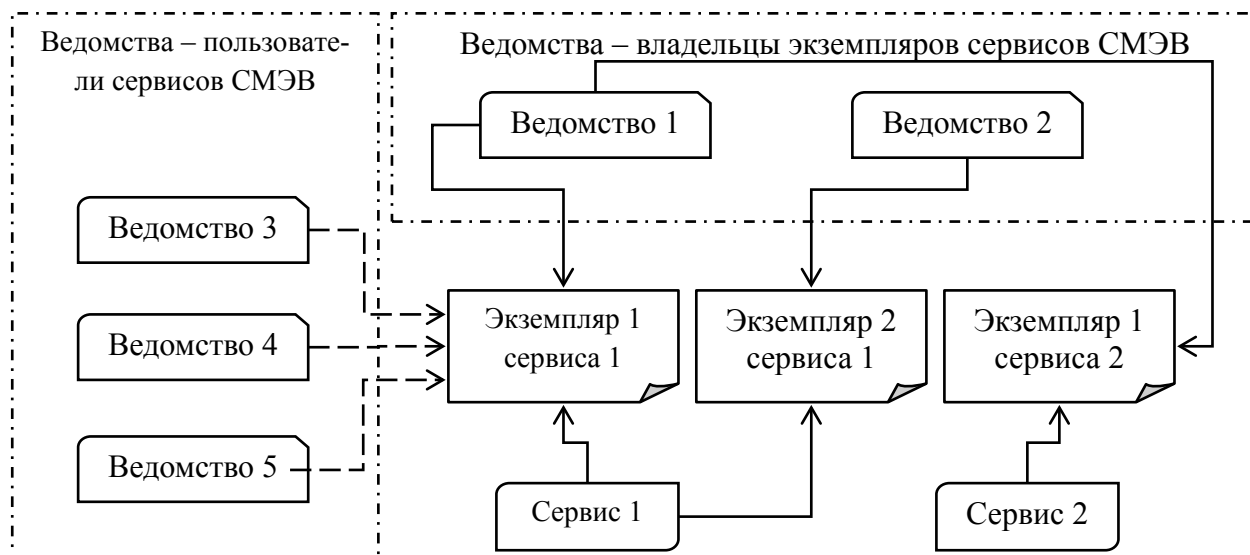


Рис. 3. Структура электронных сервисов СГИО

Подсистема электронных сервисов ФОИВ, ОГВФ; обеспечивает:

- получение запроса от Участника МВ,
- направление полученного запроса в шлюз отправки запросов и ответов для про-

верки подписи и его дальнейшей обработки.

Все действия, выполняемые подсистемой электронных сервисов, также записываются в журнал регистрации событий.

Каждый электронный сервис имеет один или несколько экземпляров, ассоциированных с ведомствами-владельцами электронных сервисов. Подписание исходящего пакета подписью Участника МВ осуществляется исходя из настроек электронной подписи для ведомства-владельца. Любой Участник МВ имеет возможность одновременно выступать в качестве владельца одного электронного сервиса и пользователя другого электронного сервиса.

На рис. 3 представлена структура электронных сервисов СГИО, отражающая возможность использования электронного сервиса как одним Участником МВ, так и несколькими.

Указанные выше подсистемы образуют единую информационную систему СГИО. Взаимодействие подсистем осуществляется с использованием единой базы данных для нескольких подсистем и технологий межпроцессного взаимодействия посредством электронных сервисов.

На рис. 4 представлена схема взаимодействия подсистем в рамках СГИО.

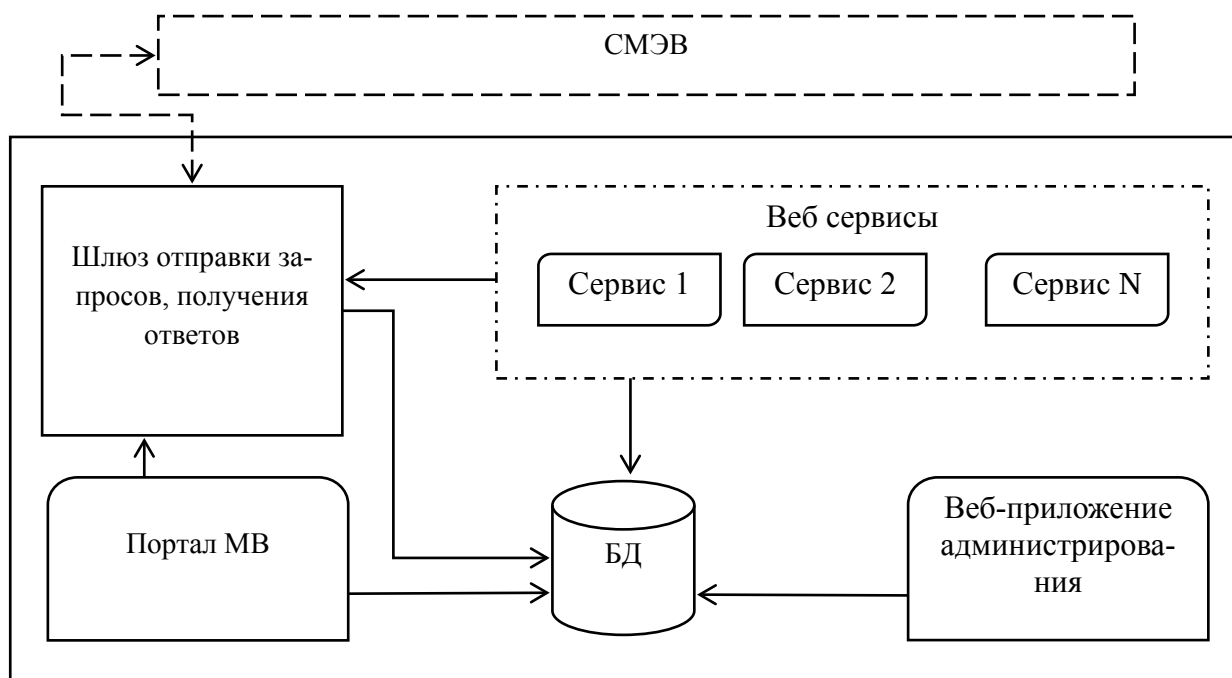


Рис. 4. Схема взаимодействия подсистем СГИО

Жизненный цикл объектов СГИО (запросов и ответов) проходит через несколько подсистем путем передачи данных об объекте и сопутствующей информации.

В качестве примера на рис. 5 представлена схема формирования запроса и его жизненный цикл в рамках подсистем СГИО.

Для первоначального развертывания ИС СГИО требуется следующая программно-аппаратная конфигурация (дальнейшие требования к аппаратной конфигурации оп-

ределяются количеством пользователей системы и нагрузкой на нее):

- сервер баз данных: MSSQL 2008 R2;
- файл-сервер для хранения файлов;
- веб-сервер для развертывания веб-приложений и электронных сервисов: IIS 7.5, компоненты .NETEntityFramework и ASP.NETMVC;
- криптопровайдер для обеспечения работы со средствами электронной подписи на клиентских местах.

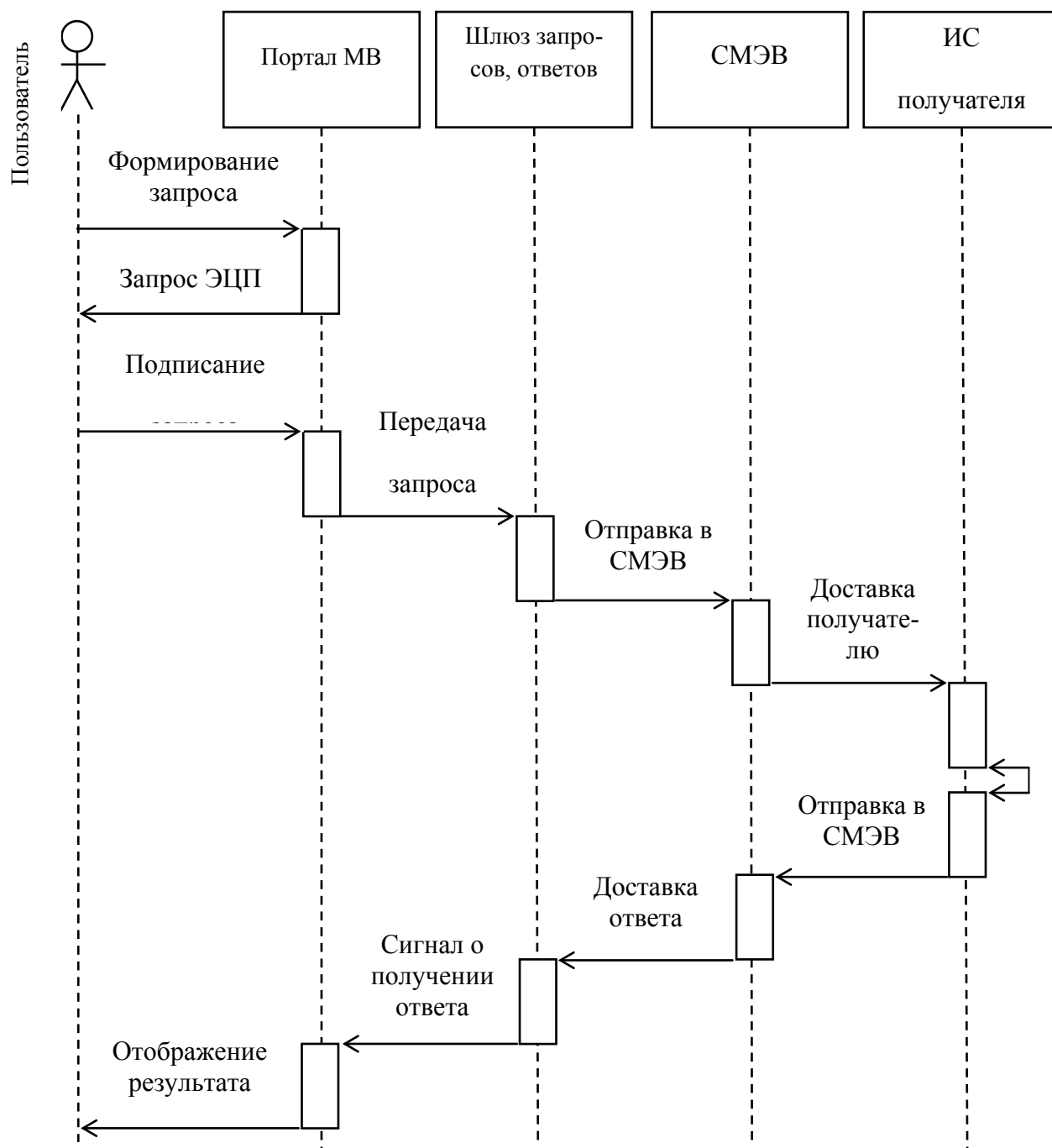


Рис. 5. Диаграмма жизненного цикла запроса в ИС СГИО

Таким образом, разработанная ИС СГИО предоставляет интерфейс, позволяющий формировать межведомственные запросы и ответы, обеспечивает их юридическую значимость посредством ЭЦП, как для ИОГВ/ОМСУ, имеющих в своем распоряжении собственные ИС межведомственного

взаимодействия, так и для не имеющих таких систем органов власти для реализации ими полномочий по предоставлению государственных и муниципальных услуг и исполнению государственных и муниципальных функций в соответствии с законодательством РФ.

УДК 681.3

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Пожарной и промышленной безопасности»
Канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова

Россия, г. Воронеж, тел.: 8-920-400-22-99
E-mail: Sazonovapb@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
chair " Fire and Industrial Safety "
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova

Russia, Voronezh, ph.: 8-920-400-22-99
E-mail: Sazonovapb@vgasu.vrn.ru

С.А. Сазонова

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Рассматривается последовательность формирования математических моделей потокораспределения. Применяется энергетическое эквивалентирование при анализе возмущенного состояния системы теплоснабжения

Ключевые слова: энергетическое эквивалентирование, система теплоснабжения.

S.A. Sazonova

PARTICULARITIES OF THE SHAPING MATHEMATICAL MODEL OF FLOW DISTRIBUTION FOR SYSTEM OF THE HEAT SUPPLY

Sequence of formation of mathematical distribution flow models are described. It's applied an energy equivalenting under analysis of disturbed state of heat supply system.

Keywords: energy equivalenting, heat supply system.

По результатам обзора методов решения прикладных задач управления функционированием системы теплоснабжения (СТС) можно сделать заключение о том, что все возникающие при этом проблемы замыкаются на построении корректной математической модели установившегося потокораспределения, являющейся в этих задачах системой ограничений в виде равенств к выбранному критерию оптимизации.

В настоящее время известны два условно альтернативных подхода к формированию моделей установившегося потокораспределения: аналитический и экстремальный. В основе первого лежит система нелинейных уравнений, называемых топологическими и выражающих известные законы Кирхгофа. Поскольку реализация таких моделей заключается в решении этой системы, то есть итеративной ликвидации в них невязок, то соответствующие методы анализа потокораспределения получили название увязочных методов [3].

Экстремальные модели формируются как задачи математического программирования

относительно целевой функции имеющей определенный энергетический смысл. Чаще всего в качестве функции цели используется минимум энергетических потерь гидравлического трения при движении целевого продукта (ЦП) в трубопроводах. Предпочтительными [3] считаются увязочные методы, поскольку реализация задач нелинейного математического программирования с большим числом искомых параметров всегда сопряжена с вычислительными проблемами.

В рамках увязочных методов также существует два варианта реализации, отличающихся физическим содержанием. В основе первого лежит представление любой гидравлической системы, в том числе и СТС как транспортного объекта, материально изолированного от окружающей среды. То есть в системе происходит кругооборот движения транспортируемой среды за счет энергии подводимой к активным элементам и эта энергия тратится исключительно на теплоту трения в трубопроводах (диссипируется в пределах системы). Активные элементы (насосы) в этом случае размещаются на дугах графа, отображающего расчетную схему системы. Для тепловых сетей, относящихся в

основном к категории закрытых и имеющих естественный возврат теплоносителя к источникам теплоснабжения по обратным трубопроводам, такой вариант увязочных методов получил наибольшее распространение.

Первый вариант удается адаптировать и к открытым системам, в которых отсутствует естественный возврат ЦП от потребителей к источникам. Формально кругооборот ЦП в таких системах осуществляется через окружающую среду посредством подачи активными элементами в каждый момент времени новой порции транспортируемой среды. Поскольку замкнутость моделируемого объекта для этого варианта увязочных методов является обязательным условием, приходится вводить два дополнительных понятия не связанных с наличием конкретных элементов системы: базовый узел и фиктивный контур. Под базовым обычно подразумевается некоторый абстрактный узел, в котором поддерживается давление окружающей среды, то есть барометрическое. В свою очередь фиктивные контуры это контуры, образованные элементами реальной системы и фиктивными (не существующими в действительности) дугами связывающими базовый узел с узлами подключения активных элементов и так называемых нефиксированных отборов. Активные элементы в этом случае находятся в пределах фиктивных дуг. В результате формируется так называемая циклическая схема расчета открытых гидравлических систем.

Стремление представить любой транспортный объект в виде совокупности контуров (в том числе и фиктивных) обусловлено тем, что соответствующая математическая модель состоит из двух типов уравнений. Первый тип задает условие сплошности потока ЦП в узлах, а второй - условие минимума потерь энергии на трение в контуре.

Оценивая достоинства первого подхода, следует отметить, прежде всего, компактность системы уравнений, поскольку независимыми переменными, подлежащими определению, являются только контурные расходы. То есть число неизвестных, а сле-

довательно, и размерность реализуемой в итеративном процессе системы уравнений равно количеству контуров.

Наличие фиктивных контуров, для дуг которых отсутствуют метрические характеристики (длина и диаметр трубопровода на соответствующем участке) не меняет схему решения задачи в зависимости от типа моделируемого объекта (открытая или закрытая система). Дело в том, что фиктивный контур всегда формируется для каждого так называемого нефиксированного отбора, то есть отбора, в котором вместо непосредственного его значения задается величина давления. При этом очевидно, что потери давления между точкой приложения отбора в системе и базовым узлом не только заранее известны, но и должны быть постоянными в процессе решения.

Таким образом, первый вариант увязочных методов обеспечивает устойчивое решение, если во всех узлах взаимодействия системы с окружающей средой задан любой из трех видов исходной информации: отбор (приток) транспортируемой среды в систему g_i ; давление или напор (узловой потенциал) H_j ; зависимость $H_j(g_j)$, то есть гидравлическая характеристика активного элемента. В [4] такая информация считается граничными условиями I-го и II-го рода соответственно. Такая ситуация реализуема на практике только в двух случаях, когда решаются задачи проектирования или проверки и эти данные являются нормативными.

Между тем, практика показывает, что для функционирующих систем все задачи управления так или иначе носят характер прогноза, поскольку реализуются с определенным временем упреждения. Под прогнозом подразумевается оценка ожидаемых параметров режима функционирования в результате воздействия на систему любых параметрических или структурных возмущений. Очевидно, что в этом случае информация о ГУ I рода не может быть задана и первый вариант увязочных методов теряет работоспособность.

Второй вариант увязочных методов из-

начально разрабатывался для открытых гидравлических систем (водо- и газоснабжения). Его сущность заключается в выделении по узлам в составе моделируемого объекта так называемого исследуемого фрагмента системы (ИФС), процессы в котором подлежат анализу. Все, что находится за пределами ИФС, рассматривается как метасистема, к которой может принадлежать и окружающая среда. Обычно в состав метасистемы входят абонентские подсистемы (АП), объединяющие внутриквартальные и домовые сети. Такой подход вполне обоснован, поскольку прием декомпозиции всей системы на распределительную сеть и абоненты типичен для указанных систем.

Узлы, по которым осуществляется выделение ИФС приобретают статус энергоузлов (ЭУ), то есть узлов обмена транспортируемой средой и метасистемой. Для однозначности решения при реализации модели аналогично первому варианту увязочных методов в ЭУ заданы ГУ I или II рода.

Отличительной особенностью второго варианта является то обстоятельство, что элементы, описываемые с помощью гидравлических характеристик (регуляторы, насосы и т.д.) размещаются не на дугах, а в узлах ИФС. Отсутствие каких-либо ограничений на процедуры выделения ИФС из состава системы, позволяет всегда локализовать его таким образом, чтобы согласовать ресурсы вычислительной техники с размерностью модели и в этом заключается одно из преимуществ рассматриваемого варианта увязочных методов.

Процедура выделения ИФС для открытых систем равноценна размыканию фиктивных контуров, которые преобразуются в этом случае в так называемые независимые цепи [4], состоящие только из реальных участков ИФС. Число независимых цепей на единицу меньше числа узлов с фиксированным давлением, поэтому при наличии хотя бы одного источника, что соблюдается автоматически, число цепей всегда соответствует количеству нефиксированных отборов. Таким образом, универсальная модель потокораспределения [4], формируемая в рамках второго варианта, в смысле размерности ничем не отличается от модели с циклической схемой [3].

В результате оба варианта увязочных методов на первый взгляд кажутся практиче-

ски идентичными друг другу и это действительно так, если рассматривать задачи, в которых применяются ГУ I и II рода, то есть проектирования. Однако второй вариант модели в последнее время получил дальнейшее развитие, связанное с применением энергетического эквивалентирования элементов метасистемы, находящихся вне ИФС.

Не вдаваясь подробно в идею этого приема преобразования моделей, который подробно изложен в ряде работ заметим, что он позволяет абстрагироваться от конкретного состава и характеристик эквивалентируемых элементов метасистемы, заботясь лишь об обеспечении равенства энергетических потерь на них и соответствующих им фиктивных участках с учетом свободного напора истечения ЦП из бытовых приборов (кранов, горелок). В работах [1], [2], [4] подробно излагается технология построения фиктивных элементов, эквивалентирующих однородные пассивные элементы метасистемы. Однако такой прием может быть распространен на разнородные устройства гидравлических сетей.

Второй вариант увязочных методов до сих пор не применялся к закрытым системам типа СТС, поскольку для них невозможно абстрагирование от процессов в АП. Из-за необходимости включения АП в состав объекта моделирования приходится рассматривать множество разнообразных элементов, которые хотя и имеют известные гидравлические характеристики, но целиком находятся в пределах системы и поэтому не могут считаться энергоузлами. Через них не осуществляется сток или приток ЦП в систему, а происходит либо местная диссипация энергии (регуляторы различного назначения), либо приток энергии в активных элементах. Разумеется, отмеченное обстоятельство создает определенные неудобства применения этого варианта увязочных методов к системам закрытого типа, однако их не следует рассматривать как принципиальные.

На основании изложенного, представляется целесообразным создать модель, являющуюся симбиозом моделей обоих увязочных методов. Только в этом случае полученную модель можно рассматривать как некоторый универсальный вариант моделей потокораспределения, адаптированный к любым гидравлическим системам. В этом

существует объективная необходимость, поскольку к процессу моделирования любых транспортных энергетических систем, в том числе и СТС, предъявляются все более высокие требования по уровню детализации. Между тем, существующие средства анализа СТС (в рамках первого варианта увязочных методов) практически полностью игнорируют их комбинированный характер. Даже если во всех абонентах не существует непосредственного водоразбора из тепловых сетей на горячее водоснабжение, это не дает повода, чтобы считать их строго закрытыми системами и исключить из рассмотрения совокупность подпиточных насосов.

Библиографический список

1. Квасов И. С. Диагностика утечек в трубопроводных системах при неплотной

манометрической съемке / И. С. Квасов, М. Я. Панов, С. А. Сазонова // Изв. вузов. Строительство. - 1999. - № 9. - С. 66-70.

2. Квасов И. С. Статическое оценивание состояния трубопроводных систем на основе функционального эквивалентирования / И. С. Квасов, М. Я. Панов, С. А. Сазонова // Изв. вузов. Строительство, 2000, №4.- С.100-105.

3. Меренков А. П. Теория гидравлических цепей / А. П. Меренков, В. Я. Хасилев - М.: Наука, 1985.- 278 с.

4. Щербаков В. И. Анализ, оптимальный синтез и реновация городских систем водоснабжения и газоснабжения / В. И. Щербаков, М. Я. Панов, И. С. Квасов / Воронеж Изд-во ВГУ, 2001. - 292 с.

УДК 681.3

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Пожарной и промышленной безопасности»
Канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-920-400-22-99
E-mail: Sazonovapb@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
chair " Fire and Industrial Safety "

Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova

Russia, Voronezh, ph.: 8-920-400-22-99
E-mail: Sazonovapb@vgasu.vrn.ru

С.А. Сазонова

ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Приводятся результаты вычислительного эксперимента по апробации ранее разработанных математических моделей [7], [8], [9]. Полученные результаты сопоставляются с существующими аналогами.

Ключевые слова: энергетическое эквивалентирование, система теплоснабжения.

S.A. Sazonova

NUMERICAL REALIZATION FOR MATHEMATICAL MODEL OF FLOW DISTRIBUTION FOR SYSTEM OF THE HEAT SUPPLY

It's described the results of a computational experiment on approbation of previously developed mathematical models [7], [8], [9]. Received results are compared with existing analogs.

Keywords: energy eqvivalenteng, heat supply system

Модели для анализа стационарных режимов систем теплоснабжения (СТС) с изотермическим течением среды [7] и неизотермическим течением [8] были реализованы

в виде дополнительных программных модулей в составе пакета прикладных программ HYDROGRAPH, эксплуатируемого для расчетов систем газоснабжения и водоснабжения [3]; [4]; [6]. Для проверки работоспособности предлагаемых математических моде-

лей анализа потокораспределения в СТС выполнялся вычислительный эксперимент.

Для полноценной апробации в качестве объекта исследования выбрана система теплоснабжения, рассмотренная в работе [10]. Представленные результаты анализа этой системы позволяют обстоятельно проверить плодотворность теоретических исследований, поскольку в указанной работе рассматривались не только номинальный, но и аварийный режимы.

Расчетная схема распределительной сети теплоснабжения при проведении вычислительного эксперимента представлена на рис. 1. Сеть включает 130 узлов, 243 участка, 114 контуров. Нумерация узлов и участков

для простоты сопоставления с данными [10] выполнена без изменений. Источниками питания являются две ТЭЦ между узлами 501-1 и 601-101 с действующими напорами 150 м. и 130 м. соответственно. В объекте функционируют три насосные подстанции на участках 607-504, 704-628 и 607-606 с располагаемыми напорами 40 м каждая. В узле 118 есть приток 535 т/ч, а в узле 619 такой же сток. На участках 704-628, 607-606 и 607-504 установлены три регулятора давления «после себя» для поддержания в узле 704 избыточного напора 30 м и в узле 607 напора 17 м. В качестве узла с фиксированным давлением выбран обратный коллектор одной из ТЭЦ (узел 501), напор в этом узле 22 м.

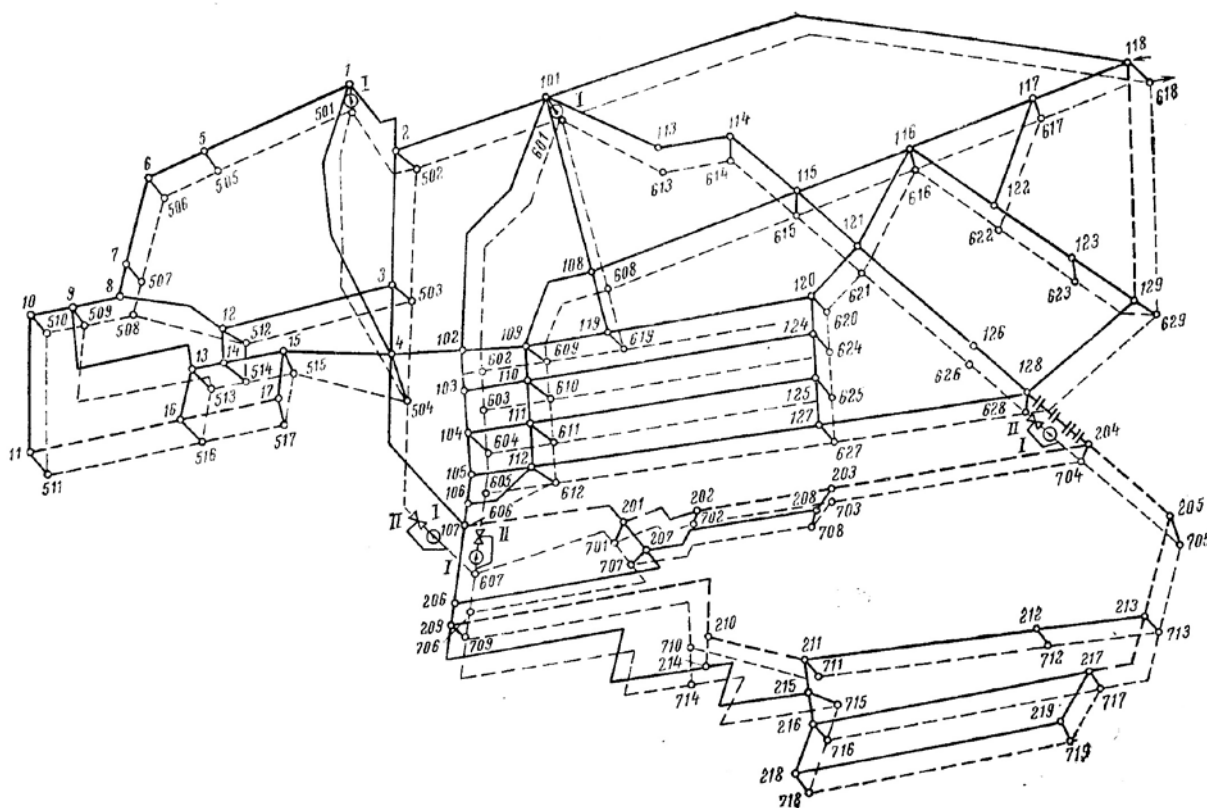


Рис.1. Расчетная схема системы теплоснабжения

К сожалению, в работе [10] не указаны непосредственные геодезические отметки для всего множества узлов расчетной схемы объекта, хотя эта информация является обязательной, поскольку существенно сказывается на результатах. Исключение составляют лишь узлы 704 и 607, для которых геодези-

ческие уровни составляют 15 м. и 2 м. соответственно. Именно эта информация использовалась в качестве исходной, тогда как для всех остальных узлов геодезические уровни полагались равными нулю.

Поскольку объект исследования считается распределительной сетью теплоснабже-

ния, то, как и в работе [10] его уместно считать сетью с изотермическим течением среды. Поэтому для анализа потокораспределения применялась модель стационарного течения [7]. Условие изотермичности течения позволило в полной мере воспользоваться ресурсами пакета прикладных программ HYDROGRAPH, в котором предусматривается возможность учета специфики гидравлических процессов в зависимости от материала изготовления трубопроводов и срока их эксплуатации. В аналогичных программных средствах [2]; [5]; [10] часто ограничиваются использованием массивов стандартных данных по удельным гидравлическим сопротивлениям трубопроводов в зависимости от их диаметров. В выполненном вычислительном эксперименте расчеты проводились с новыми стальными трубами, гидравлические характеристики которых рассмотрены в работе [1].

Основным моментом формирования модели анализа потокораспределения для СТС является корректное представление структурных графов (СГ) для абонентских подсистем (АП). В работе [10] эта проблема решалась достаточно просто, поскольку полагалось, что АП не содержат подсистем горячего водоснабжения. Это позволило авторам предельно упростить расчетную схему, ограничившись включением фиктивных регуляторов расхода. В данном случае используется схема АП с элеваторным смешением, формируется соответствующий СГ для решения задач анализа.

Для полной детализации условий вычислительного эксперимента следует указать допустимые погрешности итерационных процедур, которые соответственно составляли: 0,01% при анализе потокораспределения; 1,0 % для оценки стабилизации работы регуляторов расхода и 0,1% для проверки стабильности регуляторов давления. Приведенные показатели с учетом параметров режима функционирования объекта практически соответствуют значениям указанным в [10].

Поскольку объект моделирования в полной мере может рассматриваться как за-

крытая система (объем единственного стока в систему равен единственному притоку), то нет необходимости представления полного объема информации о параметрах режима на элементах подающих и обратных магистралей.

Анализ полученных результатов вычислительного эксперимента показал, что разработанная модель [7] расчета установившегося потокораспределения в системах теплоснабжения с изотермическим течением среды вполне удовлетворительно согласуется с результатами исследований [10], поскольку отклонения в расчетных параметрах режима находятся в пределах допустимой погрешности увязки. Это обстоятельство позволяет сделать вывод о работоспособности предлагаемой модели [7]. Разумеется, такой вывод может показаться недостаточно обоснованным, поскольку сопоставлялись результаты лишь одного эксперимента, причем в наиболее простом варианте имитации АП. Однако более представительное сравнение получить пока не представляется возможным, поскольку детальные результаты расчетов особенно СТС почти не фигурируют даже в отечественной технической литературе, не говоря уже о зарубежной.

Второй этап вычислительного эксперимента ставил своей целью проверку работоспособности гидравлического компонента модели анализа возмущенного состояния. Для этого использовался гидравлический компонент неизотермического варианта модели анализа потокораспределения возмущенного состояния СТС [9]. При выборе конфигурации СГ необходимы сведения о схеме подключения подсистем горячего водоснабжения абонентов. Поскольку в работе [10] такая информация отсутствует, к реализации была принята смешанная схема присоединения, как наиболее типичная в настоящее время. Таким образом, структурный граф для каждого абонента формировался для схемы АП со смешанным включением подогревателей горячего водоснабжения (ГВ).

В работе [10] взятой в качестве прото-

типа рассматривается 12 вариантов аварийных ситуаций на объекте исследования. Анализ проводился лишь для одного, наиболее неблагоприятного варианта, вызывающего максимальное снижение потребления целевого продукта абонентами. В данном случае таковым является аварийное отключение участка 204-205. Режим отпуска тепла при анализе принят нерегулируемым, то есть абоненты реагируют на изменение гидравлических параметров в системе произвольным образом. Такая постановка задачи выглядит наиболее естественной и наиболее полно отвечает реальным условиям эксплуатации.

Полученные результаты оказались практически идентичными (в пределах погрешности увязки) с данными работы [10] и поэтому их численные значения не приводятся. Разумеется, этот факт не является случайным. Отклонения в результатах могут возникать из-за специфики структуры модели. Модель [9], хотя и имеет принципиальные отличия от ее аналогов, используемых в [10] в виде дополнительных компонентов, выражающих гидравлические эквиваленты ГВ, однако они в расчетах не фигурируют, поскольку рассматривается закрытая СТС.

Проведенный вычислительный эксперимент с анализом возмущенного состояния системы подтвердил работоспособность предлагаемых математических моделей. При этом возникает естественный вопрос о том, когда специфика предложенных моделей окажется востребованной. Ответ достаточно прост. Для этого система не может рассматриваться как транспортная. Такая ситуация возникает, например, если подсистемы ГВ являются открытыми. В этом случае рассматривать их без включения в СГ подпиточных насосов бессмысленно. В технической литературе модели СТС являются, как правило, упрощенными, то есть аналогичными [10]. Поэтому полноценное сопоставление предлагаемых моделей на конкретных объектах с имеющимися аналогами не представляется возможным. Что касается проверки модели [9] на открытых системах, то в этом нет необходимости, поскольку они яв-

ляются обобщающими формами моделей, успешно применяемых на системах водо- и газоснабжения.

Библиографический список

1. Альтшуль А. Д. Гидравлические сопротивления / А. Д. Альтшуль - М.: Недра, 1982.- 223 с.
2. Карасев Н. И. И. Пакет прикладных программ для решения задач расчета параметров стационарного гидравлического режима систем централизованного теплоснабжения и водоснабжения промышленных центров / Н. И. Карасев, В. И. Фольгарт, А. Ф. Алехин и др. // Управляющие системы и машины, 1982, №1. - С.113-116.
3. Квасов И. С. Пакет прикладных программ для гидравлического расчета систем газоснабжения. / И. С. Квасов, М. Я. Панов // В кн. Новые решения в конструировании, проектировании и эксплуатации систем теплогазоснабжения. Тез. докл. зонального семинара.- Пенза, 1991.- с.10-11.
4. Квасов И. С. Принцип формирования структурных элементов сетевого графа в математической модели водопроводной сети. / И. С. Квасов, М. Я. Панов // Математические модели и методы анализа и оптимального синтеза развивающихся трубопроводных и гидравлических систем. Тез. докл. Всесоюз. школы-семинара.- Иркутск: СЭИ СО АН СССР, 1990.- с.31-33.
5. Меренков А. П., Об автоматизированных системах программ для расчета гидравлических трубопроводных систем. / А. П. Меренков, К. С. Светлов, М. К. Такайшвили, В. Я. Хасилев // Изв. АН СССР. Сер. Энергетика и транспорт. 1973.- №3.- С.126-131.
6. Пакет прикладных программ GRAF-GAS / М. Я. Панов, И. С. Квасов // Информационный листок № 524 - 91 / Межотрасл. информац. территор. ЦНТИ. - Воронеж, 1991. - 3 с.
7. Сазонова С. А. Разработка модели анализа невозмущенного состояния системы теплоснабжения при установившемся потокораспределении / С. А. Сазонова // Интел-

лектуализация управления в социальных и экономических системах: труды Всерос. конф. - Воронеж: Воронеж. гос. техн. ун-т, 2006. – С. 57-58.

8. Сазонова С. А. Разработка модели анализа невозмущенного состояния системы теплоснабжения при неизотермическом течении вязкой среды / С. А. Сазонова, А. Ф. Рогачев // Материалы отчетной научной конференции профессорско-преподавательского состава за 2005 – 2006 учебный год. - Воронеж: Воронежский институт высоких технологий, 2006. – С. 35-36.

9. Сазонова С. А. Разработка модели анализа потокораспределения возмущенного состояния системы теплоснабжения / С. А. Сазонова // Моделирование систем и информационные технологии: межвузовский сборник научных трудов.– Воронеж: Научная книга, 2007. – Вып. 4. - С. 52-55.

10. Хасилев В. Я., Методы и алгоритмы расчета тепловых сетей / В. Я. Хасилев, А. П. Меренков, Б. М. Каганович, К. С. Светло, М. К. Такайшвили - М.: Энергия, 1978, 175 с.

УДК 658.5:004.773

*Воронежский институт высоких технологий
аспирант Е.В. Золотарев*

*Россия, г.Воронеж, тел.: 8-960-133-33-86
eugzol@gmail.com*

*Voronezh institute of high technologies
graduate student E.V. Zolotarev*

*Russia, Voronezh, ph.: 8-960-133-33-86
eugzol@gmail.com*

Е. В. Золотарев

СОЗДАНИЕ НЕКОММЕРЧЕСКОГО ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБКИХ МЕТОДОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ

Рассматриваются вопросы разработки веб-приложений в условиях ограниченности начальных ресурсов. Описывается применение гибких методологий разработки на примере проектирования и реализации некоммерческого веб-приложения.

Ключевые слова: гибкие методологии разработки, веб-разработка, веб-приложения, интернет, управление разработкой.

E. V. Zolotarev

CREATION OF NON-COMMERCIAL WEB-APPLICATION USING AGILE DEVELOPMENT METHODOLOGIES

Aspects of web-development process in context of limited initial resources are considered. Agile development methodologies applications are described by the example of non-commercial web-application design and implementation.

Keywords: agile development methodologies, agile web-development, web-applications, internet, development management.

Введение. Малым и средним компаниям по разработке программного обеспечения очень часто приходится функционировать в условиях нехватки финансовых и человеческих ресурсов. Зачастую владельцы бизнесов, которые обращаются в такие компании, заказывая разработку программного продукта, располагают небольшим бюджето-

м, при этом требуют реализации широкого набора функциональных возможностей, обладают ошибочными ожиданиями касательно процесса разработки, распределения функций между разработчиками и представителями заказчика в этом процессе.

В то же время крупные компании по разработке программного обеспечения, например разрабатывающие ИТ-решения для крупного «сырьевого» бизнеса, обладают

большим количеством сотрудников (сотнями и тысячами специалистов). Они, как правило, занимаются внедрением решений в области информационных технологий, занимающим длительное время (месяцы и годы), рассчитанным на большой бюджет. Взаимодействие с заказчиком происходит поэтапно, при этом каждый предшествующий этап устанавливает строгие и однозначные договорённости касательно последующего.

При разработке веб-приложений для малого и среднего бизнеса требования к продукту обыкновенно меняются по ходу процесса разработки, с тем как для клиента (заказчика) проясняются те задачи его бизнеса, которые он может решить с помощью веб-приложений, по ходу того как он понимает процесс и методы разработки, присущие ему свободы и ограничения. Даже небольшие команды разработчиков, пользующихся гибкими методологиями разработки, часто включают роль бизнес-аналитика: человека, который отвечает за то, что утверждённые требования к программному продукту приняты на основе всестороннего анализа контекста деятельности бизнеса заказчика, особенностей самого бизнеса и прочих факторов, так что разрабатываемый продукт решает настоящие, не субъективно отобранные, проблемы бизнеса.

В так называемой каскадной модели, напротив, все требования фиксируются заранее, до начала процесса разработки. Сама разработка идёт строго последовательно, от этапа к этапу (проектирование, реализация, тестирование и т.д.). Применение подобной модели оправдано для крупных проектов, в то время как попытка её применять для реализации программных продуктов по заказу малого и среднего бизнеса зачастую обречена на неудачу, так как сами владельцы (ответственные лица) бизнеса зачастую не имеют ясной картины относительно своих задач и проблем. Следовательно, невозможно априори сформулировать требования к продукту, который требуется разработать.

Рассмотрим предельный случай применения гибких методологий разработки (ко-

торые, как уже отмечено, предполагают ограниченность сроков и ресурсов, доступных для разработки, равно как и определённую изначальную неясность задач): разработку некоммерческого веб-приложения. Зачастую в таких проектах бюджет разработки складывается исключительно из затрат на размещение приложения в интернете (хостинг), при этом время разработчиков, которое при коммерческой разработке составляет большую часть бюджета, вкладывается ими в добровольном и безвозмездном порядке.

Проектирование веб-приложения. В качестве некоммерческого веб-приложения, на примере разработки которого было решено опробовать гибкие методологии разработки, было решено выбрать блог-платформу. Ключевым отличием от аналогов было решено сделать, учитывая имеющиеся у команды ресурсы и квалификацию (специализацию) участников, разработку простого и интуитивно понятного интерфейса пользователя, основанного на принципах отсутствия дублирования функций и минимизации количества декоративных (не имеющих функциональной роли) элементов.

Блог-платформы являются востребованным продуктом публичного пользования, позволяя своим пользователям делиться мыслями с wybranными кругами коллег и знакомых, либо с неограниченно широким кругом людей. К нынешнему моменту в интернете есть большое количество блог-платформ с различным набором функций. Одной из самых известных блог-платформ в русскоязычном сегменте интернета является сервис LiveJournal, который реализовал подобный сервис одним из первых в мире.

В то же время, несмотря на большое количество подобной разновидности веб-приложений, ни одно из широко известных не основано на концепции минимализма пользовательского интерфейса (при наличии всех основных возможностей). Пользовательские интерфейсы распространённых блог-платформ требуют относительно большого количества элементарных операций (ввода текста, нажатия кнопок и т.д.) для

простейших действий: регистрации пользователя, опубликования текста, изменения информации об авторе, и т.д.

Главной функциональной возможностью блог-платформы является возможность создавать публикации и принимать комментарии от них. Востребованной возможностью является принимать комментарии как от зарегистрированных пользователей сервиса, так и от сторонних пользователей, для того чтобы расширить круг людей, которые имеют возможность оставлять свои отзывы на публикации пользователей. Для разрабатываемого сервиса было принято решение сделать «плоскую» структуру комментариев, когда комментарии к публикациям выводятся один за другим в прямом хронологическом порядке (от давних к последним).

В то же время в ряде уже существовавших сервисов принята древовидная структура комментариев (когда одни комментаторы могут адресовать свои ответы не автору публикации, а другим комментаторам). Такая структура комментариев удобна для поддержания дискуссий на тему публикаций, и приемлема для публикаций, которые сфокусированы скорее на том, чтобы подтолкнуть читателей к обсуждению какого-то вопроса и обмену мнениями, чем на развёрнутом донесении собственной мысли.

Также было принято решение дать пользователям возможность совершать публикации через электронную почту (стандартным способом отправления публикаций в блог-платформах является использование веб-интерфейса). В то время как веб-интерфейс проектируемого сервиса должен быть прост в использовании, всё же электронная почта для ряда пользователей (в том числе пользователей, например, мобильных и других отличных от ПК устройств) может оказаться удобней. Фактически, разрешая пользователям отправлять публикации по электронной почте, им предоставляется возможность пользоваться уже привычными им интерфейсами почтовых клиентов, с присутствующими таким программам возможностями (отправка писем в указанное время и др.),

таким образом снижая до минимума время освоения нового сервиса (блог-платформы).

Дополнительной возможностью было решено взять добавление изображений и аудиозаписей в текст публикации. Данная возможность на момент проектирования системы не присутствовала в распространённых, уже существующих блог-платформах. Для добавления изображения или звуковой записи в публикацию в таких системах требовалось зарегистрироваться на стороннем сервисе, который бы выполнял функции хранения изображений или звуковых записей соответственно; затем требовалось загрузить встраиваемый файл (изображение или звуковую запись) на соответствующий сервис, и уже потом через веб-интерфейс блог-платформы сделать в публикации ссылку на файл, предоставленную сторонним сервисом, хранящим его.

Такая последовательность действий, очевидно, содержит гораздо больше элементарных операций, при этом заставляет пользователей обучаться использованию дополнительных сторонних сервисов, чем не выгодно отличается от простого присоединения файла к письму и последующей отправкой последнего, что априори умеет большое количество активных пользователей интернета.

Редактирование собственных публикаций, информации об авторе и других данных традиционно в блог-платформах (как, впрочем, и множестве иных веб-приложений и по сей день) совершается с помощью отдельных страниц настроек. Пользователям приходится привыкать не только к основному интерфейсу блог-платформы (тем страницам, на которых собственно отображаются опубликованные записи), но и к интерфейсам дополнительных страниц настроек.

В разрабатываемой системе было решено совместить интерфейс отображения и интерфейс изменения на одной странице. Рядом с элементами, которые пользователь имеет разрешение изменять (например, заголовками собственных публикаций) отображается единообразная пиктограмма, при нажатии на которую соответствующий элемент

становится редактируемым. Таким образом пользователь может «переписывать» соответствующую информацию, сразу наблюдая, как она будет отображена в изменённом виде, без необходимости перехода на отдельные страницы настройки (редактирования) и возвращения обратно на страницы отображения информации. Описанный подход к интерфейсам редактирования является последним значимым отличительным элементом спроектированной блог-платформы.

Разработка веб-приложения. В качестве системы контроля версий был принят Git, так как он позволяет вести разработку участникам команды независимо друг от друга, синхронизируя изменения исходного кода в ключевых точках, обмениваясь новыми версиями по мере необходимости. Для учёта текущих задач использовалась система учёта задач Redmine, обладающая открытым исходным кодом и значительным количеством свободно распространяемых расширений. Использовано расширение для применения гибких методологий разработки. Разработка велась «итерациями», то есть последовательными периодами времени, в течение которых небольшой объём функциональных возможностей проходил все стадии от выбора метода реализации до тестирования.

В крупных проектах, особенно в тех областях, где для задач априори ясны требуемые временные и другие ресурсы, стандартом де-факто для управления проектами являются программные продукты подобные Microsoft Project, которые позволяют синхронизировать работу большой команды специалистов. Веб-разработка в целом и использование гибких методологий веб-разработки в частности предполагает применение собственных инструментов, приспособленных для работы в соответствующей сфере, которые и были использованы.

Реализация веб-приложения была сделана с использованием языка программирования Ruby и программной библиотеки (фреймворка) Ruby on Rails.

В то время как известно, что статические языки программирования (C, C++ и др.) также в некоторых случаях успешно приме-

нялись для веб-разработки, основная масса веб-приложений создаётся с использованием динамических языков программирования (ЯП). Динамические ЯП обеспечивают уменьшение времени, требующегося для завершения разработки, облегчают изменение готового приложения (за счёт того что не требуют компиляции).

После реализации основных функций был зарегистрирован домен, оплачены услуги хостинга, и дальнейшее развитие приложения уже осуществлялось при наличии функционирующего прототипа.

Результаты. Представляется возможным сделать вывод, что гибкие методологии разработки в полной мере применимы при разработке полнофункциональных веб-приложений, и позволяют с минимальными начальными ресурсами спроектировать и реализовать готовый к использованию программный продукт.

Сегодня, по данным инструментов для мониторинга популярности сайтов Google Analytics, публикации на сервисе просматривает около 50000 человек в месяц.

В настоящее время применение гибких методологий разработки представляется темой, долгое время сохраняющей свою актуальность; представляется оправданным проведение соответствующих исследований и апробаций в данной сфере.

Библиографический список

1. Амблер С. Гибкие технологии: экстремальное программирование и унифицированный процесс разработки. Библиотека-программиста. / Амблер С. — СПб.: Питер, 2004. — 416 С.
2. Cecil R. Agile Software Development: Principles, Patterns, and Practices / Cecil Martin Robert. — Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, 2003. — 710 С.
3. Viswanath B. On the evolution of user interaction in Facebook / Viswanath B., Mislove A., Cha M., Gummadi K. // Proceedings of the 2nd ACM workshop on Online social networks. — NY, 2009. — С. 37-42

УДК 025.4.03

Воронежская медицинская академия им. Н.Н. Бурденко
Начальник Центра маркетинга, мониторингирования
кадровых ресурсов и связи с практическим здравоохранением,
Д-р техн. наук, профессор Т.Н. Князева

Воронежский институт высоких технологий
аспирант Е.В. Золотарев

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-960-133-33-86
eugzol@gmail.com

*The Voronezh medical academy of N. N. Burdenko, Chief of the
Center of marketing, monitoring personnel resources
and communication with practical health care
D. Sc. in Engineering, Prof. T. N. Knyazeva*

*Voronezh institute of high technologies
graduate student E.V. Zolotarev*

*Russia, Voronezh, ph.: 8-960-133-33-86
eugzol@gmail.com*

Е. В. Золотарев, Т.Н. Князева

НОРМАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА НЕЧЕТКОГО СРАВНЕНИЯ СТРОК

Рассматривается алгоритм нормализации данных для коммерческой информационной системы, агрегирующей информацию из разрозненных источников. Алгоритм предполагает наличие искажений и опущений в данных отдельных источников и позволяет получить более целостный и полный (нормализованный) набор данных для информационной системы в целом.

Ключевые слова: нормализация, агрегация данных, базы данных, алгоритм Левенштейна

Е. V. Zolotarev, T.N. Knyazeva

DATA NORMALIZATION USING FUZZY STRING COMPARISON ALGORITHM

Data normalization algorithm for commercial information system which aggregates information from separate sources is considered. Algorithm is supposed to deal with distortions and omissions of information in separate sources and provides means of acquiring more integral and complete (normalized) set of data for information system as a whole.

Keywords: normalization, data aggregation, databases, Levenshtein distance

Введение. Организация информационных систем, занимающихся анализом, хранением и поиском информации, является в настоящее время относительно новой и захватывающей областью. В последние два десятилетия появляются и получают широкое распространение системы поиска информации в телекоммуникационных сетях общего пользования (сети интернет).

Некоторое время назад стало ясно, что объёмы памяти и возможности быстрой обработки информации, которыми обладают современные распределённые вычислительные системы, а также доступные скорости передачи информации между удалёнными источниками через частные или общего пользования каналы передачи информации, позволяет использовать их для интеллектуального анализа и обработки входной информации.

В настоящее время быстрыми темпами

развиваются системы автоматического принятия решений (экспертные системы), машинного перевода, извлечения и поиска языковой информации и др. Внимание исследователей получают вопросы представления знаний, то есть вопросы хранения и обработки знаний в информационных системах формальным способом, которые позволят их использовать в технических системах для достижения поставленных задач.

Для информационных систем путем построения модели задают общие рамки, в которых можно описать существующие системы или может быть построена более общая система. Это полностью отличается от положения дел в области физики, где имеются предопределённые процессы, для которых требуется создать модель.

Некоторые результаты физического процесса могут быть вычислены с помощью модели и одновременно измерены экспериментальным путём. Если оба результата совпадают, то модель считается действитель-

ной. Для информационных систем не существует подобной предопределённой естественной системы, которая выступала бы эталоном для модели, а напротив, система должна быть создана по модели. Таким образом, требуется найти такую модель, которая позволит создать систему, как можно лучше отвечающую установленным требованиям.

Теоретический анализ. Рассмотрим алгоритм нормализации данных (табл. 1) для коммерческой информационной системы на

примере электронного каталога литературы. Задача нормализации данных актуальна для широкого круга областей, связанных с агрегацией информации из различных источников; при этом какая-то часть данных из какой-то части источников может быть не целостной: содержать дубликаты, искажения (например, опечатки, ошибочные сокращения и т.п. в текстовой информации), отсутствие части данных.

Таблица 1.

Шаги алгоритма нормализации данных

Шаг	Назначение
Получение данных из внешнего источника	Данные сохраняются в локальном хранилище данных для дальнейшего использования
Выделение ключевой части данных	Из записей извлекается предварительная информация, указывающая на объект, к которым они относятся
Группировка родственных записей	Записи, относящиеся к одному объекту, объединяются

Представим каждый шаг подробнее. Этап получения данных из внешнего источника в данной модели тривиален и представляет собой просто копирование данных из некоего (удалённого) источника данных в локальное хранилище (базу данных).

Допустим, что был получен некий набор записей M_i , который можно записать в виде

$$M_i = \{m_1, \dots, m_n\}, \quad (1)$$

где m_k ($k=1, 2, \dots, n$) есть отдельная запись. При этом каждая запись состоит из набора j полей (где j - некое фиксированное натуральное число):

$$m_k = \{f_1, f_2, \dots, f_j\}. \quad (2)$$

Каждое поле в настоящей модели рассматривается как строка (понимаемая в терминах языков программирования и систем управления базами данных).

Тогда задача выделения ключевой части данных состоит в том, чтобы преобразовать начальный набор записей M_i в новый набор записей M_f .

Для того чтобы показать упомянутое

преобразование рассмотрим операцию выделения ключевой части отдельной записи K :

$$K(m_a) = (k, m_a), \quad (3)$$

где $m_a = \{f_1^a, f_2^a, \dots, f_j^a\}$ есть запись исходного набора M_i , k - выделенная ключевая часть.

Тогда множество M_f есть

$$M_f = K(M_i) = \{K(m_1), \dots, K(m_n)\} = \{(k_1, m_1), \dots, (k_n, m_n)\}. \quad (4)$$

Ключевая часть в настоящей модели по определению является минимально достаточной частью записи, которая способна идентифицировать объект, к которому запись относится. Отметим, что в условиях неполноты получаемых данных зачастую невозможно выделить ключевую часть по указанному условию. В таком случае ключевой частью считается минимально достаточная часть записи, наиболее возможно полно идентифицирующая объект, к которому запись относится.

Сорт преобразования, необходимого для того, чтобы выделить ключевую часть данных, будет разным для различных пред-

метных областей данных. Например, если информационная система агрегирует сведения о книгах (при этом для целей её функционирования безразличны вариации изданий книги; такое на практике необходимо в электронных каталогах, собирающих отзывы читателей на содержание книг), то ключевой информацией будут имена авторов и название книги. При этом разные источники могут предоставлять имена авторов в различном порядке и различном написании (например, с инициалами и без), с опечатками и другими искажениями, и т.д. В реализации предложенного алгоритма на практике на примере электронного каталога литературы была выбрана следующая операция выделения ключевой части данных: название книги и все соавторы соединялись в одну строку через пробелы; из получившейся строки удалялись все символы кроме числовых, буквенных, пробелов; затем слова строки располагались в алфавитном порядке и пробелы заменялись дефисами.

Так, по предложенной схеме, из записи об объекте под авторством “Beijering, K.” с названием “Predicting intelligibility and perceived linguistic distance by means of the Levenshtein algorithm” была бы выделена ключевая часть “algorithm-and-beijering-by-distance-intelligibility-k-levenshtein-linguistic-means-of-perceived-predicting-the”.

Следующим шагом алгоритма является группировка родственных записей. Группировка записей происходит путём попарного сравнения ключевых частей при помощи алгоритма Левенштейна. В итоге получается множество сгруппированных записей M_r .

$$F((k_1, m_1), (k_2, m_2)) = \begin{cases} 1, & \text{если } L(k_1, k_2) < l, \\ 0, & \text{если } L(k_1, k_2) > l. \end{cases} \quad (5)$$

где $L(k_1, k_2)$ есть расстояние Левенштейна между строками k_1, k_2 , а l есть подбираемая экспериментально (в соответствии с конкретными результатами, полученными от использования алгоритма на типовых выборках данных) величина порога близости.

Таким образом, значение F есть единица, если расстояние Левенштейна между ключевыми частями сравниваемых записей

меньше порога близости, и ноль в противном случае.

Теперь опишем множество M_r . Множество M_r есть множество вида

$$M_r = \{(k_1, (m_1, \dots)), \dots, (k_i, (m_j, \dots))\}. \quad (6)$$

То есть множество, в котором неким ключевым частям сопоставлены по одной или более записей. При этом оно должно отвечать следующим условиям:

1. Каждая из записей m_i множества M_i встречается во множестве M_r один и только один раз.

2. Каждый из ключевых элементов k_n ($n=1, \dots, i$), встречающихся во множестве M_r , содержится во множестве M_f . Все элементы k_n множества M_r различны.

3. Для любых двух элементов m_1, m_2 , встречающихся во множестве M_r , которые сгруппированы под неким одним k_m , верно следующее:

$$F[(K(m_1), m_1), (K(m_2), m_2)] = 1. \quad (7)$$

На практике множество M_r получается попарным сравнением записей M_f с помощью функции поиска родственных записей F , при этом схожие записи группируются по мере их нахождения, с объединением их по основанию ключевой части произвольно выбранной записи из группы родственных.

После применения данного алгоритма родственные группы записей обрабатываются как единый элемент информационной системы, а разные записи одной группы дополняют одна другую, компенсируя тем самым неточность отдельных записей.

Результаты. Изложенный алгоритм позволяет создавать коммерческие информационные системы, предоставляющие доступ к сведениям, полученным на основе агрегации информации из источников данных низкого уровня целостности. Реализация алгоритма и апробация его на практике для электронного каталога литературы (агрегирующего данные разных издательств и каталогов) показала, что предложенный метод нормализации данных позволяет снизить затраты на поддержание целостности данных в информационной системе, увеличить качество и актуальность (за счет устранения необ-

ходимости ручной проверки результатов агрегации) предоставляемой информации.

Предложенный способ использования алгоритма Левенштейна для сравнения ключевой части записей позволил свести на нет его известный недостаток (закрывающийся в том, что при перестановке местами слов или их частей получаются сравнительно большие расстояния) за счет описанного нового подхода к выделению ключевой части записей.

Была проведена апробация алгоритма в коммерческой информационной системе (электронном каталоге литературы), которая показала, что предложенный алгоритм полезен для нормализации данных в коммерческих информационных системах. В информационной системе было ликвидировано (в полуавтоматическом режиме) 10% записей-дубликатов, что, по отзывам владельцев информационной системы, заметно увеличило качество предоставляемой информации и

сделало услуги, предоставляемые организацией, владеющей системой, более привлекательными для конечных пользователей.

Библиографический список

1. Золотарев Е. В. Математическая модель процесса индексирования в информационно-поисковой системе / Е. В. Золотарев // Информационно-телекоммуникационные системы и управление. Материалы Всероссийской научной школы. - Воронеж, 2011. - С. 65-67

2. Смит Д. М. Абстракции баз данных: агрегация и обобщение / Д. М. Смит // СУБД. - 1996. - Вып. 2. - С. 141-160

3. Beijering K. Predicting intelligibility and perceived linguistic distance by means of the Levenshtein algorithm / Beijering K., Gooskens C., Heeringa W. // Linguistics in the Netherlands. - 2008. - Vol. 13. - С. 24

УДК 004.415.2

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Прикладной информатики и информационных систем»
Проректор по ИТ, канд. физ.-мат. наук, доцент Д.К. Проскурин
Ведущий программист, старший преподаватель Е.В. Колыхалова

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-920-400-42-28
E-mail: evvlako@gmail.com

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, chair "Applied informatics and information systems"
Vice rector for IT, Ph. Phys.-Mat. in Engineering, associate professor D.K. Proskurin
Leading programmer, senior teacher E.V. Kolykhalova

Russia, Voronezh, ph.: 8-920-400-42-28
E-mail: evvlako@gmail.com

Д.К. Проскурин, Е.В. Колыхалова

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕМПОРАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СТРУКТУР

В работе рассмотрены методики отображения темпоральности данных в предметной области при проектировании бизнес-логики информационных систем.

Ключевые слова: темпоральные данные, темпоральный класс, проектирование информационных систем.

D.K. Proskurin, E.V. Kolykhalova

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF TEMPORAL INFORMATION STRUCTURES MODELLING

The paper considers methods of temporal data displaying in the subject area in the design of the business logic of information systems.

Keywords: temporal data, temporal class, design of information systems.

Под темпоральными данными принято понимать любые данные, связанные с опре-

деленными моментами или интервалами времени.[1, с.3] Часто такие данные также называют временными или динамическими. Общепринятые реляционные модели в ос-

новном предназначены для работы со статическими объектами. Однако хранение истории изменения объектов востребовано во многих предметных областях. Таким образом, проведение исследований в области работы с темпоральными данными представляется нам актуальным и востребованным.

Задачи обработки темпоральных данных условно можно разделить на три основные группы:

1. Проектирование темпоральных данных на уровне бизнес-логики разрабатываемых приложений.

2. Моделирование баз данных, предназначенных для работы с темпоральными данными.

3. Разработка информационно-математических моделей, связанных с изменяющимися во времени объектами.

Цель данной работы рассмотреть вопросы учета темпоральности данных на стадии проектирования прикладной программы информационной системы.

Как известно, класс – это описание множества объектов, обладающих одинаковыми атрибутами, операциями, связями и

семантикой [2]. Как правило, семантика экземпляра класса, будучи определенной изначально, не меняется на всем протяжении существования экземпляра класса, однако атрибутам и связям экземпляров класса зачастую свойственно меняться с течением времени.

В случаях, когда проектируемый класс относится именно к темпоральным данным такую его природу необходимо учитывать на всех стадиях проектирования и разработки информационной системы. Приемы, применяемые при моделировании темпоральных данных, могут различаться в зависимости от конкретной предметной области и требований к системе.

Рассмотрим следующие ситуации проявления темпоральности экземпляров классов.

Меняется небольшое количество атрибутов. Одно из решений данной проблемы заключается в представлении атрибутов, которым свойственно изменяться с течением времени (темпоральных атрибутов), в виде отдельных классов. Назовем их классы-атрибуты.

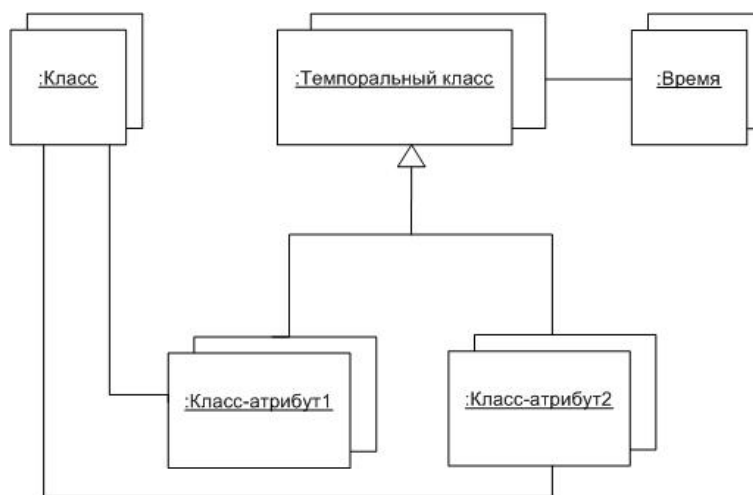


Рис.1. Схема применения метода темпоральных атрибутов при проектировании темпоральных данных

Как видно из рис.1 классы-атрибуты наследуют темпоральные свойства от некоторого Темпорального класса, связанного с экземплярами класса Время.

Однако такая схема работы с темпоральными атрибутами не лишена недостатков. Моделирование дополнительных классов потребует дополнительных затрат вре-

мени от разработчика и, соответственно, финансовых затрат заказчика. К тому же при достаточно частых изменениях большого числа атрибутов к используемым постоянным запоминающим устройствам будут предъявляться более высокие требования.

Таким образом, когда число меняющихся во времени атрибутов велико, использование приведенного выше метода моделирования окажется неэффективным. В таком случае более привлекательным представляется решение о связывании с экземплярами времени уже не отдельных атрибутов, а всего экземпляра класса.

Меняется большое число атрибутов экземпляра класса. В данной ситуации удобно использовать подход «Снимок» (Snapshot). Снимок данных – это представление данных в определенный момент времени. Снимок должен предоставлять время как одно из его видимых свойств.



Рис. 2. Схема применения метода «Снимок»

Из схемы, представленной на рис. 2 видно, что в случае использования метода

«Снимок» Класс является наследником Темпорального класса, связанного с экземплярами класса Время.

Преимуществом применения подхода «Снимок» является существенное сокращение числа классов, соответственно снижается сложность проектирования и разработки информационной системы. К тому же данному методу свойственно значительное упрощение запросов к базе данных по сравнению с методом темпоральных атрибутов. Однако если одновременно меняется небольшое число атрибутов экземпляра класса и такие изменения необходимо учитывать довольно часто стоит вернуться к предыдущему методу проектирования.

Другая проблема – моделирование темпоральных связей. Под темпоральной связью будем понимать связь, которая в разные временные промежутки соединяет разные экземпляры классов. В качестве решения проблемы обработки темпоральных ассоциаций можно использовать механизм создания ассоциативных объектов, каждый из которых представляет собой отдельный объект, содержащий ссылки на идентификаторы каждого из участвующих экземпляров.

В данном случае Ассоциативный объект будет наследником Темпорального класса, который в свою очередь связан с экземплярами класса Время.

При проектировании программных приложений естественно, что специалисты сталкиваются со всеми тремя ситуациями. Представим общую схему для всех трех ситуаций.

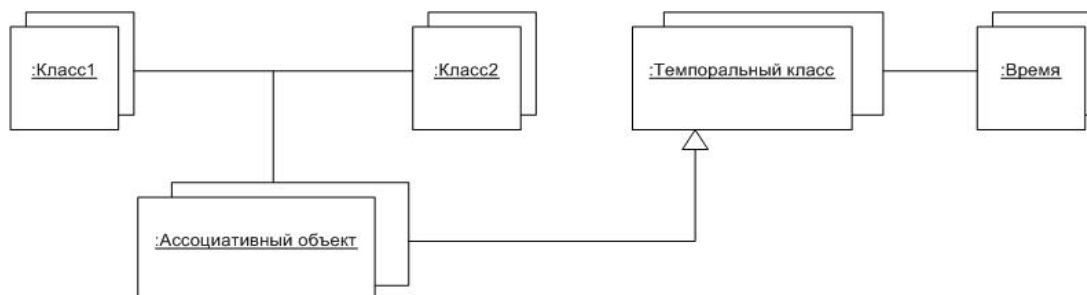


Рис. 3. Схема применения ассоциативных объектов для моделирования темпоральных ассоциаций

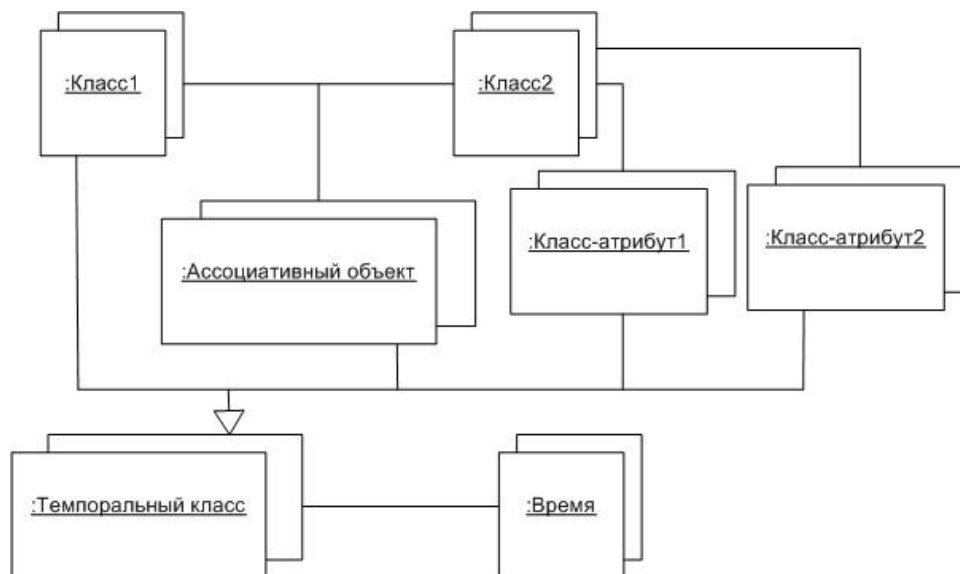


Рис. 4. Схема совместного использования трех подходов

Из схемы на рис. 4 в частности видно, что основной задачей при моделировании темпоральности данных представленными выше методами является проектирование темпорального класса, от которого другие классы наследуют темпоральные качества.

Центральными объектами при моделировании темпоральности данных становятся Темпоральный класс и класс Время.

При проектировании структуры темпорального класса на первое место выходит разработка наиболее часто востребованных методов, необходимых для проведения операций с изменяющимися во времени данными. К таким методам можно отнести функции агрегирования по времени, упорядочивание по времени и некоторые другие.

При проектировании класса Время также необходимо учитывать некоторые

особенности. Так, необходимо учитывать, что время разнотипно, в том смысле, что при проектировании информационной системы необходимо отличать время транзакционное от действительного. Кроме того, необходимо учитывать такую характеристику времени как периодичность.

Библиографический список

1. Костенко Б.Б., Кузнецов С.Д.. История и актуальные проблемы темпоральных баз данных. www.citforum.ru
2. Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя. ДМК Пресс, 2007. – 496 с.
3. Carlson, A., Estepp, S., Fowler, M., Temporal Patterns. www.hillside.net
4. Anderson, F.. A Collection of History Patterns. www.hillside.net



УДК 519.83

Воронежская государственная лесотехническая академия,
кафедра вычислительной техники и информационных систем
Д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей
школы РФ Ю.С. Сербулов

Воронежский государственный архитектурно-строительный
университет, кафедра «Прикладной информатики и
информационных систем»
Канд. техн. наук, доцент Д.В. Сысоев
Канд. техн. наук О.В. Курипта

Россия, г. Воронеж, тел.: 8-910-344-31-99
E-mail: kuripta-okcana@mail.ru

Voronezh State Academy of Forestry, chair of computer facilities
and information systems
D. Sc. in Engineering, Prof., honored worker of the higher school of
the Russian Federation Y.S. Serbulov

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
chair "Applied informatics and information systems"
Ph. D. in Engineering, associate professor D.V. Sysoev
Ph. D. in Engineering O.V. Kuripta

Russia, Voronezh, ph.: 8-910-344-31-99
E-mail: kuripta-okcana@mail.ru

Ю.С. Сербулов, Д.В. Сысоев, О.В. Курипта

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ СТОИМОСТИ ПОСТАВКИ ТОВАРА НА ОСНОВЕ ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОГО ПОДХОДА

Рассматривается задача определения величины стоимости, поставки единицы товара в реальном времени при непосредственном взаимодействии менеджера по закупкам с поставщиками на основе теоретико – игрового подходе.

Ключевые слова: система, коалиция, цена, принятие решения, теоретико – игровой подход.

Y.S. Serbulov, D.V. Sysoev, O.V. Kuripta

MATHEMATICAL MODEL OF A CHOICE OF STRATEGY OF COST OF DELIVERY OF GOODS ON THE BASIS OF GAME-THEORETIC APPROACH

The problem of determination of size of cost, commodity unit delivery in real time is considered at direct interaction of the purchasing manager with suppliers on the basis of the theorist – game approach.

Keywords: system, coalition, price, decision-making, theorist – game approach

Считаем, что оптимальная коалиция поставщиков товара – это коалиция, в которой каждый элемент коалиции характеризуется двумя основными критериями – стоимость поставки единицы товара и надежностью. Однако, если в качестве оценки критерия надежности выступает коэффициент сохранения эффективности, определяемый на основании статистических данных, имеющих в распоряжении лица принимающего решения (ЛПР), то величина стоимости поставки товара может оцениваться лишь при-

близительно. Это объясняется тем, что этап синтеза информационной системы решается независимо от поставщиков.

Тогда возникает задача определения конкретной величины стоимости, поставки единицы товара для каждого поставщика, что возможно в реальном времени только при непосредственном взаимодействии менеджера по закупкам с поставщиками. Также, менеджер по закупкам должен при этом согласовать с ним объемы поставляемого товара.

Сущность взаимодействия элементов ИС заключается в том, что менеджер по за-

купкам и поставщик должны согласовать величину стоимости товара, удовлетворяющую каждую из сторон. Однако для менеджера по закупкам это связано с минимизацией, а для поставщика с максимизацией данной величины.

Игрок I, менеджер по закупкам, имеет множество стратегий, каждая из которых представляет собой множество чистых стратегий следующей структуры:

$$Y_i = \{1, 2, \dots, p^y, \dots, s^y\}, \quad (1)$$

где s^y - мощность множества чистых стратегий менеджера по закупкам, соответствующая i -тому поставщику.

Игрок II, поставщик, имеет множество чистых стратегий:

$$X_i = \{1, 2, \dots, p^x, \dots, s^x\}, \quad (2)$$

где s^x - мощность множества чистых стратегий i -того поставщика.

Под чистой стратегией понимается множество номеров, соответствующих величинам стоимости поставки единицы товара. Последнее назовем смешанными стратегиями.

Каждому номеру из (1), (2) соответствует множество смешанных стратегий C , в качестве элементов которого предлагается принять значение стоимости, которое может предложить менеджер по закупкам i - му поставщику (и наоборот) за товар:

$$Y_i \rightarrow C^Y = \{C_1^Y, C_2^Y, \dots, C_p^Y, \dots, C_s^Y\}, \quad (3)$$

$$X_i \rightarrow C^X = \{C_1^X, C_2^X, \dots, C_p^X, \dots, C_s^X\}, \quad (4)$$

где C_p^Y, C_p^X - значение стоимости товара, предлагаемое менеджеру по закупкам i -му поставщику и наоборот соответственно.

Таким образом, менеджер по закупкам при взаимодействии с поставщиками в реальном времени выбирает некоторое значение

стоимости, т.е. смешанную стратегию, которой в свою очередь соответствует некоторый путь (чистая стратегия) достижения поставленной цели (наиболее выгодной величины стоимости поставки единицы товара).

Примем допущение:

$$C_1^Y = C_1^X, C_s^Y = C_s^X, \quad (5)$$

Содержательно это можно интерпретировать следующим образом. Поставщик не может предложить менеджеру по закупкам значение меньше себестоимости товара и больше максимальной рыночной стоимости. Аналогично формируется допущение для менеджера по закупкам. То есть, множества смешанных стратегий игроков ограничено сверху и снизу. Их число также совпадает $s^y = s^x$, так как может сложиться такое состояние, когда менеджер по закупкам не сможет выбрать стратегию из (3) для получения равновесного состояния (5), хотя и будет выполнено условие минимизации стоимости товара.

Таким образом, поставщик выбирает некоторую смешанную стратегию C_p^X (или соответствующую ей чистую стратегию), которой определяется состояние ИС. Если менеджер по закупкам принимает предложение поставщика, т.е. выполняется равенство (5), то ИС приходит в равновесное состояние, а определенное значение стоимости поставки единицы товара принимается окончательным вариантом. В противном случае возникает задача выбора наиболее перспективной с точки зрения менеджера по закупкам стратегии [1].

Тогда процедуру взаимодействия элементов ИС с позиции классической теории игр можно представить в виде матрицы игры размерностью $S^Y \times S^X$:

$$C_{p^Y p^X}^{f+1} = \begin{pmatrix} C_1^Y & C_{12}^f & C_{13}^f & \dots & C_{1p^X}^f & \dots & C_{1s^X}^f \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{p^Y 1}^f & C_{p^Y 2}^f & C_{p^Y 3}^f & \dots & C_p^Y & \dots & C_{p^Y p^X}^f \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{s^Y 1}^f & C_{s^Y 2}^f & C_{s^Y 3}^f & \dots & C_{s^Y p^X}^f & \dots & C_s^Y \end{pmatrix} \quad (6)$$

где C_p^Y - стоимость товара, соответствующая чистой стратегии менеджера по закупкам p^Y и чистой стратегии поставщика p^X , $I_{p^Y p^X}^f$ - матрицы игры f шага, представляющая собой сужение матрицы игра предыдущего шага по чистой стратегии p^X поставщика:

$$I_{p^Y p^X}^{f+1} = I_{p^Y p^X}^f \setminus \{p^Y = p^X, p^X\}, \quad (7)$$

$$W_{p^Y p^X}^f = \begin{pmatrix} C_1^Y & C_1^Y - C_2^X & C_1^Y - C_3^X & \dots & C_1^Y - C_p^X & \dots & C_1^Y - C_s^X \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_p^Y - C_1^X & C_p^Y - C_2^X & C_p^Y - C_3^X & \dots & C_p^Y & \dots & C_p^Y - C_s^X \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_s^Y - C_1^X & C_s^Y - C_2^X & C_s^Y - C_3^X & \dots & C_s^Y - C_p^X & \dots & C_s^Y \end{pmatrix} \quad (8)$$

Каждый элемент матрицы (8) представляет собой разницу между значением смешанной стратегии менеджера по закупкам и поставщика. Если $(C_p^Y - C_p^X) > 0$ - это означает, что чистая стратегия p^Y выгодна для менеджера по закупкам, т. е. приносит прибыль. Если $(C_p^Y - C_p^X) < 0$ - значит, что чистая стратегия p^Y невыгодна для менеджера по закупкам, так как убыточна. Диагональные элементы матрицы (8) соответствуют равновесному состоянию. При этом на каждом шаге взаимодействия менеджеру по закупкам необходимо осуществлять сужение матрицы выбора:

$$W_{p^Y p^X}^{f+1} = W_{p^Y p^X}^f \setminus \{p^Y = p^X, p^X\}, \quad (9)$$

т. е. на втором шаге менеджеру по закупкам нецелесообразно в качестве стратегии выбирать стоимость большую запрошенной по-

Здесь и далее под шагом понимается принятие решений по выбору стоимости поставки единицы товара каждым игроком при взаимодействии в реальном времени.

Процедура выбора стратегии на основе матрицы (6) является сложной, громоздкой, требующей выполнения довольно жестких условий. В связи с этим, данную процедуру предлагается осуществлять на основе матрицы выбора следующего вида:

поставщиком в силу стремления к минимизации расходов.

Рассмотрим матрицу (8) с позиции взаимодействия элементов ИС. Вначале формируется матрица размером $s^Y \times s^X$. На первом шаге поставщиком выбирается некоторая чистая стратегия p^X . На втором шаге менеджеру по закупкам необходимо выбрать чистую стратегию p^Y . Если C_p^Y будет равно C_p^X , т. е. удовлетворяющее обе стороны и игра оканчивается. В противном случае строится новая суженная матрица выбора $W_{p^Y p^X}^2$.

Выбор стратегии в теории игр в случае антагонистического характера взаимодействия в основном осуществляется по минимаксной и максиминной методике. Однако, она применима, если для матрицы выбора (8) выполняется условие:

$$\max_{p^Y} \min_{p^X} (C_p^Y - C_p^X) = \min_{p^X} \max_{p^Y} (C_p^Y - C_p^X) \quad (10)$$

Если (10) выполняется, чистая стратегия p^Y считается наилучшей, а C_p^Y предлагается поставщику. При выполнении (5) и удовлетворении требований менеджера по закупкам игра завершается. В противном случае, матрица выбора (8) сужается, определяется новая чистая стратегия по (10), которая предлагается поставщику, и цикл

взаимодействия менеджер по закупкам - поставщик повторяется в реальном времени до наступления равновесного состояния.

В большинстве случаев условие (10) не выполняется, т. е. игра не имеет ярко выраженной точки равновесия.

Пусть для матрицы (8) построчно можно записать систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} C_1^Y \xi_1 + (C_2^Y - C_1^X) \xi_1 + \dots + (C_p^Y - C_1^X) \xi_{p^Y} + \dots + (C_s^Y - C_1^X) \xi_{s^Y} = \phi \\ \dots \\ (C_1^Y - C_p^X) \xi_1 + (C_2^Y - C_p^X) \xi_2 + \dots + C_p^Y \xi_{p^Y} + \dots + (C_s^Y - C_p^X) \xi_{s^Y} = \phi \\ \dots \\ \dots \\ (C_1^Y - C_s^X) \xi_1 + (C_2^Y - C_s^X) \xi_2 + \dots + (C_p^Y - C_s^X) \xi_{p^Y} + \dots + C_s^Y \xi_{s^Y} = \phi \end{cases} \quad (11)$$

где ϕ – показатель эффективности взаимодействия менеджера по закупкам и поставщика, является переменной величиной, $\xi = \{\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_{p^Y}, \dots, \xi_{s^Y}\}$ – вектор решения системы уравнений при условии:

$$\sum_{p^Y=1}^{s^Y} \xi_{p^Y} = 1, \quad (12)$$

Показатель ϕ используется в тех случаях, когда условия взаимодействия позволяют игрокам применить все стратегии одновременно. В данном же случае, величина ϕ показывает, насколько эффективно применение менеджера по закупкам всех чистых стратегий одновременно, взаимодействию с конкретным поставщиком на каждом из этапов игры.

Величина ξ_{p^Y} имеет смысл вероятности применения менеджером по закупкам при

матрице выбора (8) смешанной стратегии C_p^Y , т.е. вектор ξ позволяет оценить менеджеру по закупкам целесообразность выбора стоимости товара C_p^Y после сообщения своего решения поставщиком (выбранная им стратегия C_p^X сужает на каждом шаге матрицу выбора (9)). Таким образом, выбор стоимости товара менеджеру по закупкам необходимо осуществлять, исходя из величины ξ_{p^Y} , полученной для каждой стратегии, решая систему (11).

Предлагаемая методика применима, если величины s^X и s^Y невелики, что является недостатком. К достоинствам подхода можно отнести простоту решения. Если значения s^X и s^Y велики, то вероятность ξ можно определить, используя следующее выражение, при условии (12):

$$\xi_{p^Y} = ((C_p^Y - C_p^X) \sum_{p^X=1}^{s^X} \frac{1}{(C_p^Y - C_p^X)})^{-1}, p^Y = 1, s^Y. \quad (13)$$

Подход к определению ξ с использованием (13) обладает невысокой точностью и может быть оценен, как приближенный. Выбор стоимости товара в данном случае аналогичен представленному ранее.

Часто формирование матрицы выбора (8) на основе смешанных стратегий бывает затруднено, например, из-за отсутствия полной информации о структуре этого множества. В этом случае, выбор стратегии менеджера по закупкам при взаимодействии с поставщиком необходимо осуществлять на основании экспертных оценок. В качестве метода, предлагается использовать доминирование по полезности, так как каждая из чистых стратегий менеджера по закупкам и поставщика может быть оценена экспертно на предмет ее выгодности и целесообразности.

От того, какая чистая стратегия истинна, т.е. выбрана поставщиком, зависит выбор чистой стратегии менеджером по закупкам.

Антагонистический характер взаимодействия элементов ИС приводит к тому, что поставщик будет стремиться выбору той стратегии p^X , которая соответствует наибольшей смешанной стратегии C^X (наибольшей стоимости поставки единицы товара). Для менеджера по закупкам максимальную оценку будет иметь стратегия p^Y , соответствующая минимальной величине C^Y . В связи с тем, что задача решается со стороны менеджера по закупкам, то можно утверждать, что наибольшую вероятность выбора поставщиков будет иметь наименее выгодная стратегия p^X .

Реальные условия взаимодействия ме-

недждера по закупки товара и поставщиков не позволяют быть ему уверенным в том, полученное распределение цены на товар будет удовлетворять потребностям и интересам поставщиков, так как часть этой задачи решается не в диалоге с ними, а на основании информации полученной экспертно.

Поэтому обязательно менеджеру необходимо вступать во взаимодействие с каждым поставщиком в реальном времени для уточнения вопросов связанных о возможности поставки величины товара и его цены. Если i -й поставщик не может реализовать

необходимое количество товара, то значение R_i уточняется и задача распределения товара решается между элементами оптимальной коалиции $S_{\text{опт}}$ при фиксированном R_i .

Библиографический список

1. Фролов В.Н., Сербулов Ю.С., Сысов Д.В. Системное моделирование задач выбора и распределения ресурсов технологических систем // Математическое моделирование технологических систем. Вып.2: Сб. науч. тр./ Воронеж. гос. технол. акад.- Воронеж, 1997.-с.40-45.

УДК 681. 645.004.58-057.876

Воронежская медицинская академия им. Н.Н. Бурденко,
кафедра «Физики, математики и медицинской информатики»
канд. физ.-мат. наук, доцент Е.В. Богачева
канд. техн. наук, доцент Н.А. Гладских

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-908-149-00-32
E-mail: lлена_bogacheva@mail.ru

The Voronezh medical academy of N. N. Burdenko, Chief of the
"Physics, Mathematics and Medical Informatics"
Ph. Phys.-Mat. in Engineering, associate professor E.V. Bogacheva
Ph. D. in Engineering, associate professor N.A. Gladskih

Russia, Voronezh, ph.: 8-908-149-00-32
E-mail: lлена_bogacheva@mail.ru

Е.В. Богачева, Н.А. Гладских

МЕТОДИКА, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ОЦЕНОК ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕКСИДОЛА ПРИ ТЯЖЕЛЫХ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВЫХ ТРАВМАХ НА ДОГОСПИТАЛЬНОМ И РАННЕМ ГОСПИТАЛЬНОМ ЭТАПАХ

В данном исследовании был разработан подход, основанный на сравнении вероятностных характеристик признаков и определении количества информации, который является достаточно точным и хорошо подходит к исследованию тяжелых черепно-мозговых травм с использованием мексидола на догоспитальном и раннем госпитальном этапах.

Ключевые слова: словарь информативных признаков, математическая модель, мексидол, ТЧМТ (тяжелые черепно-мозговые травмы).

E.V. Bogacheva, N.A. Gladskih

EFFICIENCY OF USE MEKSIDOL AT RENDERING OF MEDICAL AID BY THE VICTIM WITH TCHMT ON PRE-HOSPITAL AND EARLY HOSPITAL STAGES

In the given research the approach based on comparison of likelihood characteristics of signs and definition of quantity of the information which is exact enough has been developed and well approaches to research of heavy craniocerebral traumas with use of meksidola on pre-hospital and early hospital stages. And which machine adaptation isn't labor-consuming and doesn't involve considerable computing expenses and resources.

Keywords: dictionary of informative signs, mathematical model, meksidol, HCT (heavy craniocerebral traumas).

Введение. Одной из важнейших проблем современной медицины является тяжелая черепно-мозговая травма (ТЧМТ). С ка-

ждым годом количество черепно-мозговых повреждений увеличивается, поэтому проблема оказания медицинской помощи пострадавшим на догоспитальном и раннем госпитальном этапах приобретает очень ак-

туальное значение.

Теоретический анализ. На предварительном этапе при расчете диагностических оценок необходимо получить перечень наиболее информативных признаков. В медицинских исследованиях понятие информативности признака связывают с его диагностической ценностью в задачах дифференциальной диагностики. Формирование словаря признаков, используемого для расчета диагностических оценок эффективности использования препарата, является важной и достаточно сложной задачей. При разработке словаря признаков приходится сталкиваться с некоторыми ограничениями. Одно из них состоит в том, что в словарь могут быть включены только те признаки, для которых имеется априорная информация, достаточная для описания классов на языке этих признаков. Другое ограничение заключается в том, что некоторые из признаков нецелесообразно включать в априорный словарь ввиду того, что они малоинформативны.

Методика. Построенный таким образом словарь признаков должен явиться информативной базой для расчета вероятности повторного инсульта [4].

Определение словаря признаков возможно с использованием следующих подходов:

- Игровой подход к построению словаря признаков.
- Метод, основанный на сравнении апостериорных вероятностей.
- Метод, основанный на сравнении вероятностных характеристик признаков.
- Метод, основанный на определении количества информации.
- Метод, базирующийся на определении информативности Кульбака.

Построение математических моделей является центральным этапом создания любой диагностической системы. От качества полученных моделей будут зависеть конечные результаты анализа объекта.

В настоящей работе эффективность математического моделирования определялась качеством формирования набора признаков,

выступающих в роли предикторов, и качеством проведения измерений.

При построении математической модели конкретного объекта или явления выделяют те его свойства и характеристики, которые, с одной стороны, содержат наиболее полную информацию об объекте, а с другой, допускают математическую формализацию.

В результате исследования эффективности Мексидола было установлено, что изменение скорости воздействия препарата приводит к изменению числовых характеристик признаков (АД, ЧСС, ЧДД).

В этой связи, при формировании набора признаков во внимание принимали те, относительно которых могла быть получена априорная информация, необходимая для описания моделируемых классов.

Выбор словаря признаков, используемого при построении системы распознавания, представляет собой самостоятельную и подчас достаточно сложную задачу. При разработке словаря признаков приходится сталкиваться с рядом ограничений. Одно из них состоит в том, что в словарь могут быть включены только те признаки, о которых имеется априорная информация, достаточная для описания классов на языке этих признаков. Будем называть словарь признаков, построенный с учетом этого ограничения, априорным словарем. Другое ограничение связано с тем, что некоторые из признаков нецелесообразно включать в априорный словарь ввиду того, что они малоинформативны. И, наконец, последнее ограничение связано с тем, что некоторые признаки и притом, как правило, наиболее информативные, не могут быть определены, ввиду отсутствия соответствующих измерителей, а ресурсы, ассигнованные на создание системы распознавания, не безграничны. Именно поэтому априорный словарь признаков, в общем случае, может быть использован лишь в качестве основы для построения реально используемого в системе распознавания рабочего словаря признаков. В рабочем словаре следует использовать лишь те признаки, которые с одной стороны, наи-

более информативны и, с другой - могут быть в принципе определены имеющимися или специально созданными средствами наблюдения.

Таким образом, задача разработки рабочего словаря признаков системы распознавания в общем случае сводится к тому, чтобы в пределах выделенных ресурсов определить перечень технических средств наблюдений, создание которых обеспечивает получение наиболее информативных признаков априорного словаря. Построенный таким образом рабочий словарь признаков, в свою очередь, в принципе позволяет реализовать максимально возможную эффективность системы распознавания. [3]

Определение словаря признаков в условиях ограничений на стоимость создания технических средств наблюдений. Данный метод базируется на том, что «сжатие» объектов, принадлежащих каждому данному классу, при одновременном «разведении» объектов, принадлежащих разным классам, и обеспечивает в конечном счете улучшение качества системы распознавания.

Игровой подход к построению словаря признаков. Этот метод используется в том случае, когда предпринимаются какие-либо мероприятия, препятствующие распознаванию объектов или явлений. Эта стратегия характерна тем, что она обеспечивает системе распознавания при любой схеме противодействия распознаванию объектов (в пределах выделенных для этого ресурсов) максимальный гарантированный результат.

Метод, основанный на сравнении апостериорных вероятностей. Пусть, как и раньше, проведена классификация объектов, определены и описаны на языке признаков классы, т. е. известны функции плотности. Пусть, кроме того, известны априорные вероятности появления объектов всех классов. Требуется произвести сравнительную оценку признаков, т. е. определить, какой из этих признаков качественнее, полезнее, обладает лучшими разделительными свойствами.

Метод, основанный на сравнении вероятностных характеристик признаков.

Оценить качество признаков можно также и в том случае, когда законы распределений неизвестны, однако известны первые и вторые моменты распределений.

Метод, основанный на определении количества информации. Сравнительную оценку качества двух признаков можно произвести также на основе определения количества информации, получаемой системой распознавания в процессе распознавания данного объекта в результате определения этих признаков.

Метод, базирующийся на определении информативности Кульбака. Методика расчета информативности признаков по Кульбаку основан на расчете диагностических коэффициентов.

Метод, базирующийся на определении информативности Кульбака достаточно точен и легко реализуем, но довольно распространен в существующих алгоритмах. Метод определения словаря признаков в условиях ограничений на стоимость создания технических средств наблюдений и метод, основанный на сравнении апостериорных вероятностей не применимы в данной предметной области из-за отсутствия и невозможности получения необходимых для их реализации данных. Игровой подход нельзя использовать из-за несоответствия предметной области условиям его применения. Таким образом, в рамках данного исследования были выбран подходы, основанные на сравнении вероятностных характеристик признаков и определении количества информации. Они редко встречается в литературе, но достаточно точны, хорошо подходят исследуемой предметной области и их машинная адаптация не является трудоемкой и не влечет за собой значительных вычислительных затрат и ресурсов.

Метод, основанный на сравнении вероятностных характеристик признаков.

С помощью выбранного метода оценить качество признаков можно в том случае, когда известны первые и вторые моменты распределений: m_{ij} и D_{ij} . Оценка, основанная на использовании этих данных, воз-

можно, так как признаки объектов X_j могут быть условно подразделены на две группы.

К первой группе относятся такие признаки, значения, которых мало изменяются при переходе от одного объекта данного класса к другому и заметно изменяются при переходе от объектов одного класса к объектам другого класса. Ко второй группе относятся признаки, которые чувствительны к переходам от объекта к объекту данного класса и лишь незначительно изменяются при переходах от одного класса к другому. Естественно, что признаки, относящиеся к первой группе, намного полезнее признаков второй группы.

Количественная оценка меры полезности или качества признаков X_j , $j = 1, 2, \dots, N$, может быть произведена следующим образом. Пусть некоторый механизм вырабатывает значения j -го признака объектов с вероятностями, равными априорным вероятностям появления объектов соответствующих классов $i = 1, \dots, N$.

Обозначим эти априорные вероятности через $P(\Omega_i)$. Математическое ожидание некоторой фиктивной случайной величины, принимающей значения m_{ij} с вероятностями $P(\Omega_i)$:

$$M[m_{ij}] = \sum_{i=1}^m m_{ji} P(\Omega_i), \quad (1)$$

а также математическое ожидание дисперсии j -го признака по классам, т. е.

$$M[D_{ij}] = \sum_{i=1}^m D_{ji} P(\Omega_i). \quad (2)$$

$$M_{\text{чсс}}[m_{ij}] = \frac{1}{3} \cdot (91,66 \cdot 0,6 + 90,72 \cdot 0,7 + 95,31 \cdot 0,7) = 61,74;$$

$$M_{\text{чсс}}[D_{ij}] = \frac{1}{3} \cdot (8,3 \cdot 0,6 + 20,5 \cdot 0,7 + 19,62 \cdot 0,7) = 11;$$

$$\overline{D}_{\text{чсс}} = \frac{1}{3} \cdot ((91,66 - 61,74)^2 \cdot 0,6 + (90,72 - 61,74)^2 \cdot 0,7 + (95,31 - 61,74)^2 \cdot 0,7) = 638;$$

$$K_{\text{чсс}} = \frac{61,74}{638} = 0,0967.$$

Результаты. Вычисляя аналогично коэффициенты для остальных показателей, были получены результаты и ранги.

Следует отметить, что диагностическая

Очевидно, что если $M[D_{li}] < M[D_{Si}]$, где $l, S = 1, \dots, N$, то при прочих равных условиях качество признака X_l выше, чем признака X_S , так как вдоль оси признака X_l объекты располагаются компактнее, чем в направлении оси признака X_S .

Определим теперь дисперсию математического ожидания распределений признаков при переходе от класса к классу

$$\overline{D}_{ij} = M\{[m_{ij} - M(m_{ij})]^2\}, \quad (3)$$

Очевидно, что если $\overline{D}_{li} > \overline{D}_{Si}$, то при прочих равных условиях качество признака X_l выше, чем признака X_S , так как в пространстве признака X_l изображения, относящиеся к разным классам, располагаются на удалениях, больших, чем в пространстве признака X_S . В качестве критерия сравнительной оценки признаков целесообразно использовать величину

$$K_j = M[D_{ij}] / \overline{D}_{ij}. \quad (4)$$

При этом наилучшим признаком является тот, который реализует

$$\min_j K_j = \min_j \frac{M[D_{ij}]}{\overline{D}_{ij}} \quad (5)$$

И значит, если $K_l < K_S$, то качество признака X_l выше, чем признака X_S .

Приведем априорные вероятности для показателя ЧСС: для первой группы – первичный осмотр – 60%, вторичный осмотр – 70%, контрольная группа – 70%.

значимость показателей будет определяться в прямой последовательности посчитанных рангов. Т.е. наиболее значимыми согласно выбранной методике будут показатели:

1. АД сист., мм рт ст, (догоспитальный этап) и др.
2. Шкала Orgogozo в баллах (догоспитальный этап).
3. SatO2 в % (догоспитальный этап).
4. ШКТ в баллах (догоспитальный этап).
5. ЧСС в мин. (догоспитальный этап).
6. ЧДД в мин. (догоспитальный этап).
7. Количество койко-дней (госпитальный этап).

Библиографический список

1. Чернов В.И. Основы статистического анализа в медицине / В.И. Чернов, И.Э.

Есауленко, С.Н. Семенов, Н.П. Сереженко. – Воронеж, 2003. – 113 с.

2. Гублер Е.В. Вычислительные методы распознавания патологических процессов / Е.В. Гублер – СПб.: Изд-во «Медицина», 1970. – 316 с.

3. Горелик А.Л. Построение систем распознавания / А.Л. Горелик, В.А. Скрипкин – М.: «Советское радио», 1974. – 425 с.

4. Горелик А.Л. Современное состояние проблемы распознавания / А.Л. Горелик, И.Б. Гуревич, В.А. Скрипкин – М.: Радио и связь, 1985. – 160 с.

УДК 519.81

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Прикладной информатики и информационных систем»
Канд. техн. наук О.В. Курипта

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-910-344-31-99
E-mail: kuripta-okcana@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, chair "Applied informatics and information systems"
Ph. D. in Engineering O.V. Kuripta

Russia, Voronezh, ph.: 8-910-344-31-99
E-mail: kuripta-okcana@mail.ru

О.В. Курипта

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ПОТЕНЦИАЛОМ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ ОРГАНИЗАЦИИ

Рассмотрены основные аспекты моделей, создаваемых на базе логико-лингвистических методов для принятия решения в процессе управления потенциалом трудовых ресурсов.

Ключевые слова: логико-лингвистические методы, принятие решения, потенциал.

О.V. Kuripta

DECISION-MAKING IN MANAGEMENT OF THE POTENTIAL OF MANPOWER OF THE ORGANIZATION

The main aspects of the models created on the basis of logiko-linguistic methods for decision-making in management process by potential of a manpower are considered.

Keywords: logiko-linguistic methods, decision-making, potential.

Особое значение приобретают вопросы моделирования форм управления потенциалом трудовых ресурсов (ПТР) организации, позволяющих повысить социально-экономическую эффективность любой организации. Управление ПТР в современных условиях является одной из наиболее важных сфер в организации, которая может обеспечить многократное повышение эффек-

тивности ее работы.

При исследовании или описании предметной области необходимы знания о задачах, решаемых в системах оценки потенциала трудовых ресурсов (ПТР), и стоящих перед ними целях. Определяются возможные стратегии управления и эвристические знания, используемые для оценки ПТР [8].

Решения должны отвечать определенным требованиям. Главные среди них – это обоснованность, четкость формулировок,

реальная осуществимость, своевременность, экономичность (определяемая по размерам затрат), эффективность (как степень достижения поставленных целей в сопоставлении с затратами ресурсов). Как правило, решения должны приниматься там, где возникает проблемная ситуация; для этого лицо принимающее решение (ЛПР) соответствующего уровня необходимо наделить полномочиями и возложить на них ответственность за состояние ПТР. Очень важным условием положительного воздействия решения на работу организации является его согласованность с ранее принятыми решениями, как по вертикали, так и по горизонтали управления (если, конечно, очередное решение не направлено на кардинальное изменение всей политики развития).

С этих позиций центральным компо-

нентом задачи управления ПТР организации является задача принятия решения (ПР), которая с точки зрения применяемого математического аппарата структурирована и классифицирована и освещена в литературе [1, 4, 5]. На рис. 1 показана унифицированная структурная модель причинно-следственных связей ПР [4], которая может быть охарактеризована для классификации задач выбора следующим кортежем формализованных элементов [4]: $\langle X, A, R, M, D \rangle$, где X - множество информационных переменных; A - множество шкал измерения; R - множество критериев оценки степени достижения цели; M - модель объекта в виде отображения $M: X \rightarrow R$; D - алгоритмические модели или система решающих правил.

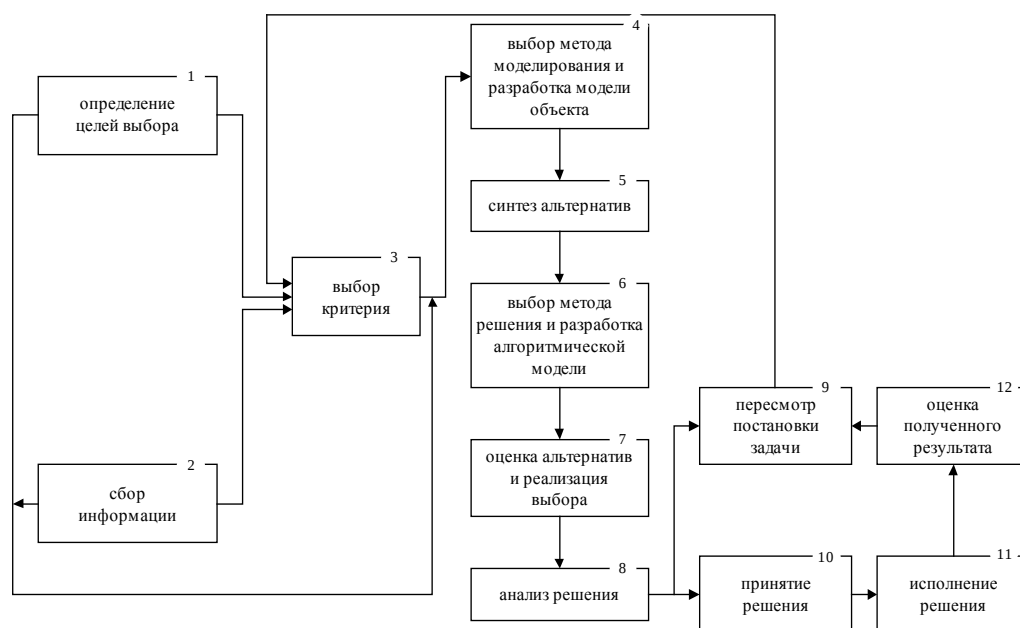


Рис. 1. Унифицированная структурная модель причинно-следственных связей задачи ПР

Классификация задач ПР в условиях неопределенности приведена на рис. 2. В классической теории ПР для оценки множества альтернатив построение функции выбора можно осуществлять на основе любого из разработанных методов [5]: по векторному критерию качества; на основе логических правил ПР и другие. Неполнота и неопреде-

ленность как исходной информации, так и критериев качества и исходов в постановке задачи управления ПТР организации делают процесс ПР очень сложным и трудно предсказуемым. Отсюда возникает задача процедурного описания актов ПР и построения функции полезности управления ПТР организации.

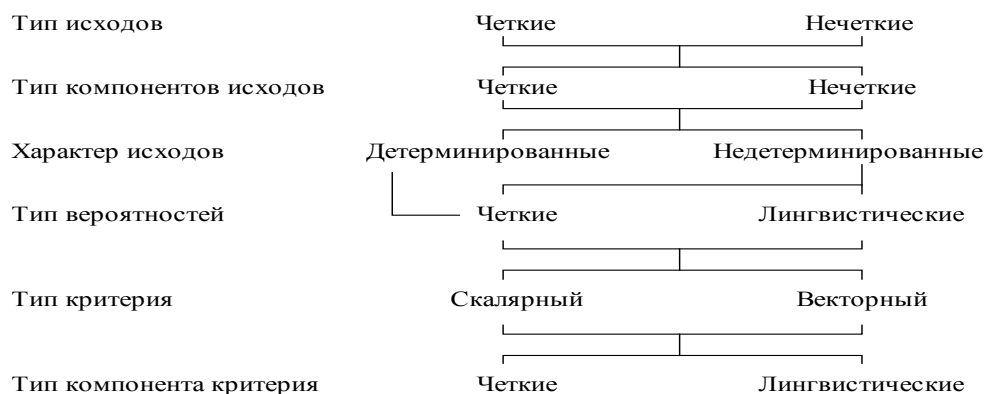


Рис. 2. Классификация задач ПР в условиях неопределенности

При рассмотрении управления ПТР организации выявляется наличие большого числа многоаспектных внешне- и внутрисистемных связей: взаимных и односторонних; конфликтных, содействующих и нейтральных; преднамеренных и случайных; между - и внутриуровневых; управляющих, информационных и физических и т.п.

На процесс управления ПТР существенное влияние оказывает так называемый человеческий фактор, имеющий активную природу. При исследовании поведения трудовых ресурсов необходимо учитывать механизмы интеллектуальной деятельности человека, лежащие в основе активности его поведения. Современная наука пока не дает точного ответа на вопросы о составе, структуре, алгоритмах функционирования интеллектуальной деятельности человека [3]. По этой причине разработка строгих количественных методов этих механизмов в настоящее время не представляется возможной.

В последние годы получили большое развитие методы логико-лингвистического моделирования [6,7].

Анализ поведения людей, участвующих в проведении практических исследований управления ПТР организации, показывает, что они формируют у себя специальную модель оценки ПТР, применяя ее впоследствии для выработки решений по выбору о его характере. При этом используется для построения моделей управления ПТР, в том числе и для принятия решений, преимущественно фразы и тексты естественного языка.

Отсюда вывод: раз человек на языковом (знаковом) уровне строит модель и проводит оптимизацию, то почему бы, не вскрыть эти механизмы и не воспроизвести их на ЭВМ хотя бы на уровне информационного подхода. Эти рассуждения и привели к зарождению логико-лингвистических методов моделирования управления, а также дали толчок к развитию новых методов поиска наилучших решений проблем на основе этих моделей.

Методы логико-лингвистического моделирования все шире стали проникать в область системных исследований и проектирования сложных систем.

Модели, создаваемые на базе логико-лингвистических методов, по самому смыслу своего создания принципиально открыты, то есть постоянно получают информацию от внешней среды и “учителя” (эксперта), пополняются, модифицируются, но процесс их функционирования и обучения никогда не завершается созданием замкнутой модели. По этой причине при использовании логико-лингвистических методов важное место занимает проблема разработки языковых, алгоритмических и программных средств общения ЭВМ и человека, а сами эти методы реализуются в виде диалоговых человеко-машинных систем.

В основу логико-лингвистических методов заложена следующая гипотеза: все, что необходимо знать для построения модели исследуемого объекта и его оптимизации, должно быть выражено в виде ограниченной

совокупности текстов на обычном естественном языке, то есть все сведения о ПТР и множестве возможных решений по управлению ПТР должны быть сообщены исследовательской системе (человек + ЭВМ) в виде последовательности фраз, написанных на проблемно-ограниченном естественном языке. Отсюда следует, что, для того, чтобы ЭВМ могла “воспринять” выраженную таким способом информацию с минимальными потерями смысла, необходимо при построении логико-лингвистических моделей использовать языки более высокого уровня, чем формальные количественные языки математики.

Логико-лингвистическая модель включает в себя формальную систему S_{Φ} , подсистему интерпретации S_{Π} и подсистему адаптации S_A , взаимодействующие с внешним миром M .

Формальная система S_{Φ} логико-лингвистической модели, как, любая другая формальная система, задается четверкой:

$$S_{\Phi} = \langle T, \Phi, A, \Theta \rangle, \quad (1)$$

где T - термы (алфавит) формальной системы, то есть множество базовых (далее не расчленяемых) элементов, используемых в данной системе для конструирования формул; Φ - синтаксис формальной системы, то есть правила конструирования в данной системе формул; A - аксиомы, то есть правильно построенные формулы, отражающие утверждения и положения, которые в данной системе априорно принято считать истинными; Θ - правила вывода новых формул, позволяющие при первоначально заданной системе аксиом породить все возможные в S_{Φ} формулы.

Под внешним миром, взаимодействующим с логико-лингвистической моделью, в общем случае понимается тройка $M = \langle M_1, M_2, M_3 \rangle$, где M_1 - субъект (человек), решение которого должна воспринимать и учитывать модель в процессе своего функционирования (им может быть эксперт

и т.п.); M_2 - документы, положения которых регламентируют изменения характеристик исследуемого объекта (ими могут быть постановления, нормативы и т.п.); M_3 - физическая реальность, в качестве которой могут выступать объекты управления, процессы проектирования и планирования.

При исследовании процесса управления ПТР организации логико-лингвистические методы, несмотря на слабое использование в решении этих задач, могут выступать в качестве инструмента формализованной структуризации проблемы, позволяющего на строго логической основе вскрывать и анализировать причинно-следственные связи, проводить локализацию задач исследования, выявлять наиболее существенные факторы и ограничения, и тем самым, вырабатывать качественные предложения и рекомендации, направленные на обоснование (поддержку) принимаемых управленческих решений без привлечения количественных оценок.

Концептуальное описание позволяет представить процесс управления ПТР в виде совокупности актов принятия решений на всех его фазах, конечным продуктом, которого является вариант комплекса принятия управленческих решений, согласованный с целями организации. Управленческое решение [2] — это концентрированное выражение процесса управления на заключительной стадии — это выбор альтернативы ЛПР в рамках его должностных полномочий, направленный на достижение целей организации. Выбор выступает как формула управленческого воздействия на ПТР и предопределяет действия, необходимые для проведения изменений его состояния.

Библиографический список

1. Гафт М. Г. Принятие решений при многих критериях. — М.: Знание, 1979. — 64 с.
2. Игнатъева А. В. Исследование систем управления / А. В. Игнатъева, М. М. Максимцов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. — 158 с.
3. Искусственный интеллект и психо-

логия. – М.: Наука, 1976. – С. 15–23.

4. Кини Р. Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р. Л. Кини, Г. Райфа / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.

5. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С. А. Орловский. – М.: Наука, 1981. – 206 с.

6. Поспелов Д. А. Большие системы:

Ситуационное управление / Д. А. Поспелов. М.: Знание, 1975. – 136с.

7. Поспелов Д. А. Логико-лингвистические модели в системах управления / Д. А. Поспелов. М.: Энергоиздат, 1981. – 201с.

8. Юрасов В. Г. Синтез развивающихся компьютерных систем вуза на основе прогностических моделей / В.Г. Юрасов. – Воронеж: ВГТУ, 1999. – 126 с.

УДК 62-50

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Прикладной информатики и информационных систем»

*Канд. техн. наук, доцент Д.В. Сысоев
Канд. техн. наук О.В. Курипта*

*Россия, г.Воронеж, тел.: 8-903-651-09-26
E-mail: Sysoevd@yandex.ru*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
chair "Applied informatics and information systems"
Ph. D. in Engineering, associate professor D.V. Sysoev
Ph. D. in Engineering O.V. Kuripta*

*Russia, Voronezh, ph.: 8-903-651-09-26
E-mail: Sysoevd@yandex.ru*

Д.В. Сысоев, О.В. Курипта

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

Рассмотрены подходы формирования и построения структурных моделей процесса принятия решений в иерархических системах.

Ключевые слова: модель, структурная модель, процесс принятия решения, процедура, операция, действие, взаимодействие.

D.V. Sysoev, O.V. Kuripta

MODELING OF HIERARCHICAL SYSTEMS IN DECISION-MAKING PROCESSES

Approaches of formation and creation of structural models of decision-making process in hierarchical systems are considered.

Keywords: model, structural model, decision-making process, procedure, operation, action, interaction.

Соответственно тому, как происходит членение системы (социальной, экономической) и ее представление иерархической совокупностью элементов, происходит и членение общей цели на совокупность частных целей и задач. Поэтому структурно процесс принятия решений (ППР) также строится по иерархическому принципу. На рис. 1 представлена такая структура. Здесь условно выделены три уровня ППР - этап, процедура и операция.

Возьмем произвольную k -ую процедуру и рассмотрим ППР в условиях формирования процесса принятия решения «сверху – вниз».

В этом случае, каждая k -я процедура управляет группой операций и сама управляется этапом. Информация движется от нижних уровней к верхним (от операций к этапам) и при этом агрегируется. Процедура ППР предстает перед этапом в виде черного ящика во главе со своим ЛПР и передает ему информацию лишь о результатах своей деятельности. То же самое можно сказать про

любой уровень иерархии по отношению к более высокому уровню.

Математическая модель любой части процесса ППР (этапа, процедуры, операции), в том числе задач синтеза, анализа и принятия решений, содержит:

- описание множества условий $\{Y\}$, в рамках которых возможно функционирование этой модели, в виде области допустимых решений ППР;

- описание законов, в соответствии с которыми можно находить (строить) допустимые решения и их характеристики.

Множество $\{Y\}$ может быть непрерывным или дискретным и характеризоваться выделяемыми ресурсами, технологическими и конструктивными ограничениями, как на параметры, так и на качественные показатели (критерии) исследуемого объекта, морально-психологическими факторами и др.

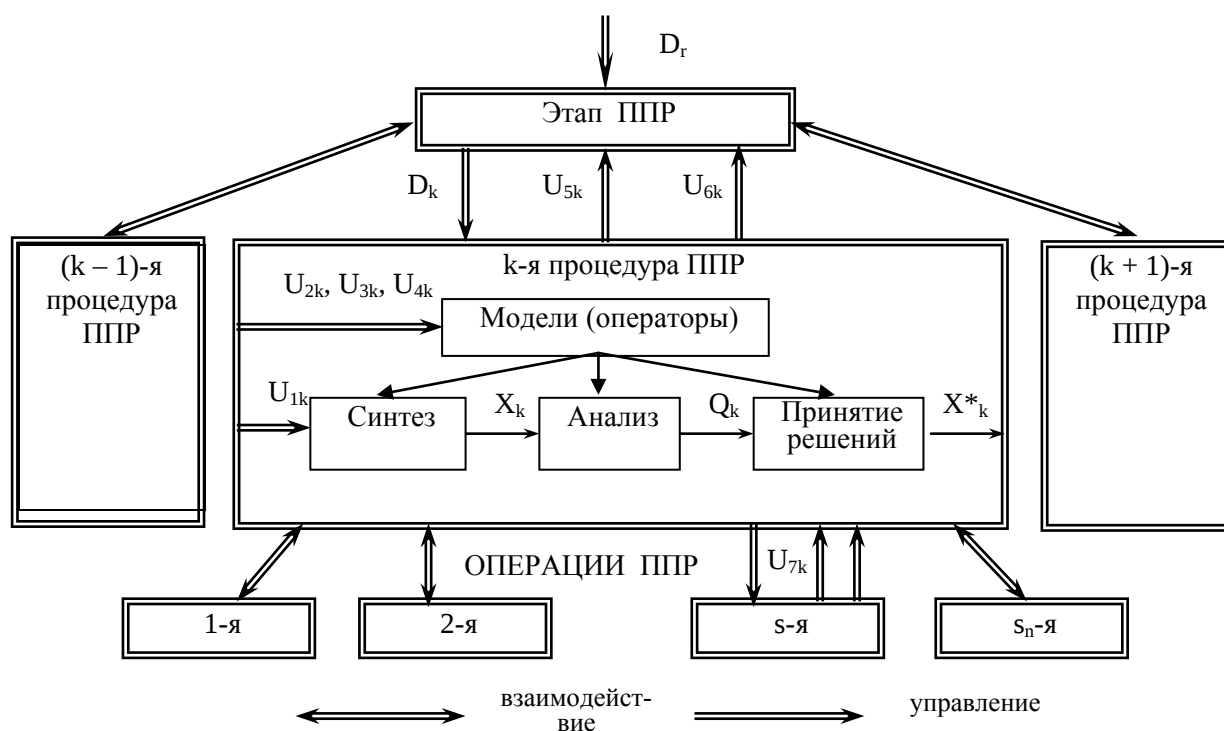


Рис.1. Структурная модель процесса принятия решений

Законы, в соответствии с которыми функционирует модель, могут иметь различный характер и описываться набором детерминированных или стохастических функционалов, функций, алгоритмов и формул нахождения параметров допустимых проектных решений. В общем случае этот набор представим в виде некоторого множества операторов (моделей) (ОП).

Для задачи синтеза определим множество условий Y_{kc} в виде области допустимых решений D_k . Область D_k строится в зависимости от целей и назначения процедуры ППР вышестоящего уровня (этапа) и форми-

руется параметрическими и критериальными ограничениями типа равенств, неравенств, дискретности, функциональной связи и др. В общем случае D_k является как бы заданием для k -й процедуры и может быть записана в виде $y_{kc} = D_k(X^*_\beta, X^*_k, X^*_\mu)$, где X^*_β - дискретное множество решений, полученное группой процедур (кроме k -й), управляемой этапом; X^*_k - дискретное множество решений, полученное в результате функционирования k -й процедуры; X^*_μ - требуемое множество решений более высокого уровня

иерархии (μ –го этапа проектирования) в зависимости от его целей и назначения.

В качестве множества моделей синтеза возьмем $ОП_{кc} = \{\Gamma_k\}$ – множество операторов, генерирующих допустимые решения из D_k . Причем возможен и оптимальный синтез, когда в качестве Γ_k выступают некоторые оптимизаторы (в этом случае задача синтеза как бы декомпозируется вглубь – сама представляется в виде синтеза, анализа и принятия решений).

Тогда, применяя к D_k оператор $\Gamma_k \in ОП_{кc}$, получим $\Gamma_k(D_k) = X_k \subset D_k$, где X_k – дискретное множество сгенерированных проектных вариантов (альтернатив).

Рассматривая далее с этих позиций задачу анализа, введем для нее область допустимых решений как $Y_{ka} = X_k\{\bar{x}_k\}$, где $\bar{x}_k$ – совокупность показателей, характеризующая сгенерированные решения.

Множество операторов $ОП_{кA} = \{A_k\}$ здесь представляется набором формул, алгоритмов и моделирующих программ, позволяющих найти значения критериальных оценок $\bar{q}$ в зависимости от целей рассматриваемой проектной процедуры (локальных целей) – W_k , то есть

$$A_k(X_k / W_k) = Q_k(X_k), \quad (1)$$

где $Q_k = \{\bar{q}_k(\bar{x}_k)\}$ – множество критериальных оценок.

Запись (1) означает, что оператор A_k применяется к множеству X_k при условиях W_k .

Тогда область допустимых решений для задачи принятия решений представляется в виде $Y_{кп} = Q_k\{\bar{q}_k\}$, а множество операторов $ОП_{кп} = \{P_k\}$ формируется различными схемами компромисса, возможными аппроксимациями функции полезности $F_k(\bar{q}_k)$ ЛПР. Результатом функционирования этой задачи является множество альтернатив X_k^* , которое строится на основе следующей формализованной схемы:

$$P_k(Q_k/F_k) = Q_k^*, \quad X_k^* = Q_k^{*-1}\{\bar{q}_k^{-1}(\bar{x}_k)\}$$

где $\bar{q}_k^{-1}$ – вектор – функция, обратная к $\bar{q}$ (обратное преобразование может быть неоднозначно); $\bar{X}^* = \{\bar{x}_k^*\}$ – множество решений, лучших с точки зрения ЛПР.

Рассмотрим в ППР действия ЛПР k –той процедуры. Его конечная задача – найти решения $X_k^* \subset D_k$. Что он может сделать самостоятельно в ППР, не прибегая к помощи ЛПР более высокого уровня? Он может:

- провести при заданном Γ_k дополнительный синтез вариантов решений, если его не устраивают построенные ранее, т.е. если $X_k^* = \emptyset$ (управление U_{1k});
- выбрать из множеств $ОП_{кc}$, $ОП_{ка}$, $ОП_{кп}$ (или построить новые) другие модели, операторы соответственно Γ_k , A_k , P_k , если вновь $X_k^* = \emptyset$ (управления U_{2k} , U_{3k} , U_{4k});
- передать управление в ППР ЛПР более высокого уровня при условии, что оно исчерпало все свои ресурсы, т.е. когда $X_k^* = \emptyset$ и $M_k = \emptyset$, $M_k = ОП_{кc} \cup ОП_{ка} \cup ОП_{кп}$ (управление U_{5k}).

Если задача решена, то есть $X_k^* \neq \emptyset$ найдено, то ЛПР k –той процедуры:

- передает управление ЛПР более высокого уровня для выработки решения (управление U_{6k});
- формирует область допустимых проектных решений для проектных операций (процедур более низкого уровня разбиения) и передает управление ЛПР этого уровня (управление U_{7k}).

ЛПР более высокого уровня (этапа) может воздействовать на решение задачи в k –той процедуре лишь путем изменения области допустимых проектных решений D_k или путем нового ее формирования. Оно это делает в условиях управлений U_{5k} и U_{6k} на основе полученной от k –той проектной процедуры информации.

УДК 519.83

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Прикладной информатики и информационных систем»

Канд. техн. наук, доцент Д.В. Сысоев

Канд. техн. наук О.В. Курипта

Воронежский филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский государственный торгово-экономический университет», старший преподаватель Е.В. Паршина

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-910-344-31-99

E-mail: kurlpta-okcana@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, chair "Applied informatics and information systems"

Ph. D. in Engineering, associate professor D.V. Sysoev

Ph. D. in Engineering O.V. Kurlpta

Voronezh branch of Federal public budgetary educational institution of higher education "Russian state trade and economic university", senior teacher E.V. Parshina

Russia, Voronezh, ph.: 8-910-344-31-99

E-mail: kurlpta-okcana@mail.ru

О.В. Курипта, Д.В. Сысоев, Е.В. Паршина

СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВЫБОРА И ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ЦЕНЫ НА ТОВАР НА ОСНОВЕ ТЕОРЕТИКО-ИГРОВОГО ПОДХОДА

В данном исследовании рассматривается решение задачи выбора и формирования оптимальной цены на товар среди множества поставщиков на основе теоретико-игрового подхода с применением в условиях неопределенности, векторной оценки функционирования и конфликтного подхода, основанного на использовании качественной информации к построению моделей выбора и принятия решений многоцелевого управления информационными системами.

Ключевые слова: система, теоретико – игровой подход, коалиция, конфликт

O.V. Kurlpta, D.V. Sysoev, E.V. Parshina

STRUCTURE OF INFORMATION SYSTEM OF A CHOICE AND FORMATION OF THE OPTIMUM PRICE OF GOODS ON THE BASIS OF GAME-THEORETIC APPROACH

In given research is considered the solution of a problem of a choice and formation of the optimum price of goods among a great number of suppliers on the basis of game-theoretic approach with application in the conditions of uncertainty, a vector assessment of functioning and the conflict approach based on use of qualitative information to creation of models of a choice and decision-making of multi-purpose management information systems.

Keywords: system, theorist – game approach, coalition, conflict

Необходимым условием обеспечения конкурентоспособности предприятия, как на международном, так и на внутреннем рынке является адекватная стратегия цены на предлагаемую продукцию. При этом для получения соответствующего уровня доходности от реализуемой продукции продавец должен учитывать не только структуру расходов, но и востребованность товара на рынке. Известно, что покупатель (фирма – посредник) «оценивает» предлагаемый товар, то есть определяет, в какой мере потребительские качества данного продукта соответствуют его потребностям. Выходя на рынок, продавец

должен предполагать, что его товар столкнется с конкуренцией не только со стороны товаров-аналогов, но и со стороны как функционально однородных, так и функционально разнородных групп товаров, если они представляют собой взаимозаменяемые товары, предназначенные для удовлетворения одной и той же потребности покупателя.

Таким образом, менеджеру по закупки продукции необходимо ежедневно в процессе оперативного планирования решать вопросы, связанные с выбором из множества поставщиков, распределение по ним количества закупаемого товара, а так же определять цену на закупаемую продукцию.

Изменение поведения во времени субъ-

ектов информационных систем делает многие методы выбора и распределения цены неприменимыми, а неполнота и неопределенность информации в описании свойств поставщиков, критериев оценки и исходов значительно осложняет процесс принятия решения и управления при взаимодействии менеджера по закупкам (фирма – посредник) и поставщиками (предприятие – изготовитель), которое, вследствие различия целей элементов информационной системы, носит антагонистический характер.

Для информационной системы задача выбора и формирования оптимальной цены на закупаемую продукцию среди множества поставщиков может быть решена в сочетании теоретико-игрового подхода к исследованию ресурсного взаимодействия элементов информационных систем и применением в условиях неопределенности, векторной оценки функционирования и конфликта подхода, основанного на использовании качественной информации к построению моделей выбора и принятия решений многоцелевого управления информационными системами[1].

Таким образом, возникает задача определения конкретной величины стоимости, поставки единицы товара для каждого поставщика, что возможно в реальном времени только при непосредственном взаимодействии менеджера по закупкам с поставщиками.

Центральным элементом информационной системы является менеджер по закупкам, одной из основных задач которого является минимизацией затрат закупки необходимой продукции R , получаемым от поставщиков.

Другими элементами рассматриваемой информационной системы (ИС) является большое число территориально разобщенных поставщиков, производящих некоторый товар для реализации. Менеджер по закупкам относительно формируют множество поставщиков N , производящих однородный товар R :

$$N = \{N_i\}, \overline{i = 1, n}, \quad (1)$$

Таким образом, информационная система состоит из двух подсистем: подсистема менеджер по закупкам и подсистема множества поставщиков N . С точки зрения теоретико – игрового подхода все элементы ИС могут быть названы игроками. Менеджера по закупкам определим, как игрока I . Поставщики с позиции менеджера по закупкам в ИС структурно не отличаются. Всем им свойственны одни и те же признаки. Кроме того, все они имеют определенную общность целей, хотя при этом могут быть не связаны друг с другом. Будем считать множество N некоторой подсистемой ИС, которую назовем игроком II .

Взаимодействие между менеджерами по закупкам и поставщиками регламентируется договорами, в которых определены лишь основные вопросы отношений: условия оплат, взаимозачетов, неустоек и др. Эти условия договоров могут в вероятностном смысле не соблюдаться или же не носят жесткий характер.

Требуемое для менеджера по закупкам количество товара R один поставщик обеспечить не в соответствии из – за не достаточной мощности. Эту величину в соответствии обеспечить лишь группа поставщиков, которую будем называть коалицией S . Понятие коалиции используется не в смысле жестко – связанного объединения поставщиков, как принято в теории игр, а с точки зрения их смысловой, целевой взаимосвязи, носящий условный характер.

Каждый поставщик действует в соответствии с собственными интересами. Это является основным фактором выбора стратегии i – го поставщика, т. е. каждый i – й поставщик имеет множество стратегий реализации товара:

$$X_i = \{1, 2, \dots, p^x, \dots, s^x\}, \overline{i = 1, n}, \quad (2)$$

где $p^x = \overline{1, s^x}$ - чистые стратегии i –го поставщика, количество которых может изменяться во времени кратно дню. На выбор i – м поставщиком стратегии из множества (2) влияет так же стратегия игрока I , менеджера по закупкам.

Структурно i - того поставщика можно представить в виде кортежа:

$$\langle X_i, F_i, R_i \rangle_i, \quad (3)$$

где F_i – множество внешних факторов, влияющего на i – го поставщика.

Зная структуру i -го поставщика, можно определить структуру игрока II, как подсистемы рассматриваемой ИС:

$$\Pi = \langle \langle X_i, F_i, R_i \rangle_i, N \rangle, i = 1, n. \quad (4)$$

Менеджер по закупкам является общей ИС, а следовательно, на него влияет множество внешних факторов F_{Π} . Это влияние отражается на множестве стратегий Y , а так же влияет на его выбор стратегии при взаимодействии с игроком II такого вида, чтобы она удовлетворяла не только его интересам, но и соответствовала структуре игрока II.

Тогда можно сделать вывод, что структура игрока I имеет вид:

$$I = \langle Y, F_{\Pi}, R \rangle, \quad (5)$$

где $Y = \{Y_i\}$ – множество стратегий поставщика.

Главным обстоятельством, влияющий на выбор менеджера по закупкам некоторой стратегии из множества Y , является выбор стратегии игроком II.

Требуемое для рентабельного функционирования продаж количество товара R определяется как

$$\sum_S R_i \geq R, \quad (6)$$

где S – выбранное множество поставщиков из числа возможных, $S \in N$.

Любое изменение в структуре игрока II не приведет к необходимости изменения в структуре игрока I. Так появление нового поставщика дополнит множество возможных стратегий X игрока II, а это и приведет к корректировке множества Y . То есть, изменение в структуре ИС будет адекватно отражено во множествах стратегий X и Y . Возникновение новых переменных игры отразится лишь на структуре множества влияющих факторов[2]

Введение обобщенного описания для

множества поставщиков, как игрока II, позволяет рассмотреть взаимодействие элементов ИС, как двух, а теоретико – игровые методы дают возможность моделировать ИС как игру двух лиц вида:

$$\Gamma = \langle I, II, F_{\text{ис}}, R \rangle, \quad (7)$$

где I – подсистема ИС, называемая менеджером по закупкам или игроком I; II – подсистема ИС, называемая игроком II, представляющая собой множество поставщиков товара; $F_{\text{ис}}$ - множество факторов, влияющих на ИС в целом, $F_{\text{ис}} = \{F_{\Pi}, F_i\}$; R - количество товара, которое с точки зрения теоретико – игрового подхода может быть названо выигрышем игры Γ , который получит в качестве прибыли менеджер по закупкам, для обеспечения устойчивого, безубыточного функционирования фирмы, или доход от продажи, который получит поставщик.

В целом рассматриваемая игра не может быть отнесена ни к одному конкретному существующему классу игр. Особенности в структуре и характере взаимодействия элементов ИС не позволяют применить к решению задачи выбора и распределения товара не только классические методы представления математической модели, но и решить с использованием, какого – либо одного класса игр.

Товарные взаимодействия элементов в данной ИС рассматривается с точки зрения менеджера по закупкам, имеющего задачу обеспечения товара R . Отдельный поставщик не может обеспечить таким количеством игрока I в силу не достаточной производительности. Поэтому менеджеру по закупкам требуется обратиться к нескольким поставщикам (коалиции) из множества N , которые обеспечат выполнения (6). Тогда множество N можно представить, как множество коалиций:

$$N = \{S_1, \dots, S_a, \dots, S_c\}, a = 1, c. \quad (8)$$

На базе этого можно сделать вывод о том, что обеспечение игрока I товаром представляется, состоящей из двух этапов – этап синтеза ИС и этап функционирования ИС.

Этап синтеза ИС включает в себя задачу определения множества условных коалиций, задачу определения оптимальной коалиции $S_{\text{опт}}$ и задачу распределения товара по ее элементам.

Этап функционирования ИС, используя результаты этапа синтеза ИС и предполагая непосредственное взаимодействие в реальном времени менеджера по закупкам и поставщика, это есть задача перераспределения товара по элементам оптимальной коалиции с целью согласования объема поставляемого товара и задачу определения стоимости поставки товара поставщиком в условиях конфликта элементов ИС.

Библиографический список

1. Информационные технологии выбора и распределения ресурсов технологических систем: монография / С.В. Величко, Ю.С. Сербулов, А.В. Лемешкин. – 2007. – 238с.
2. Фролов В.Н., Сербулов Ю.С., Сысов Д.В. Системное моделирование задач выбора и распределения ресурсов технологических систем // Математическое моделирование технологических систем. Вып.2: Сб. науч. тр./ Воронеж. гос. технол. акад.-Воронеж, 1997.-с.40-45.

УДК 519.81

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Прикладной информатики и информационных систем»
Канд. техн. наук О.В. Курипта

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-910-344-31-99
E-mail: kurlpta-okcana@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
chair "Applied informatics and information systems"
Ph. D. in Engineering O.V. Kurlpta

Russia, Voronezh, ph.: 8-910-344-31-99
E-mail: kurlpta-okcana@mail.ru

О.В. Курипта

ЛОГИКО – ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

Рассмотрены принципы построения логико-лингвистических моделей поддержки принятия управленческих решений в задачах оценки потенциала трудовых ресурсов.

Ключевые слова: логико – лингвистические модели, потенциал, правила, алгоритм.

O.V. Kurlpta

LOGIC – LINGUISTIC MODELS OF SUPPORT OF ADOPTION OF ADMINISTRATIVE DECISIONS IN PROBLEMS OF AN ASSESSMENT OF POTENTIAL OF MANPOWER

The principles of creation of logiko-linguistic models of support of adoption of administrative decisions in problems of an assessment of potential of a manpower are considered.

Keywords: logic – linguistic models, potential, rules, algorithm.

Существует множество математических моделей принятия решений в задачах управления потенциалом трудовых ресурсов (ПТР) организации, но большинство руководителей используют свои собственные накопленные с опытом эвристические или интуи-

тивные правила принятия решения, не гарантирующие математической оптимальности. Имеющиеся эмпирические данные указывают на то, что модели, основанные на здравых суждениях руководителей, действительно хорошо подходят для анализа сложной природы оценки ПТР организации. Способ рассуждения человека в задаче управления ПТР

организации можно представить как область приложения теории нечетких множеств.

Рассмотрим логико-лингвистические модели поддержки принятия управленческих решений. Руководители организаций всегда рассматривают результаты оценки ПТР в контексте с бизнес – процессами предприятия. Вопросы предсказания спроса, потенциал трудовых ресурсов организации в предшествующем периоде и уровень материально-производственных запасов — это важные аспекты для определения уровней производительности и уровня затрат рабочей силы на период t , ($t = 1, \dots, N$).

Определим:

- FS_t — прогноз потребления продукции на период t , учитывающий объем заказов торговых организаций на производимую продукцию, а также объемы продаж в прошлом периоде, сезонные колебания спроса на данную продукцию и др.;
- W_{t-1} — уровень рабочей силы в предыдущем периоде $t-1$;
- I_{t-1} — уровень материально - производственных запасов на конец $(t-1)$ -го периода;
- ΔW_t — изменение уровня рабочей силы в начале периода t по сравнению с периодом $t-1$;
- P_t — уровень производительности (планируемый объем производства продукции) на период t .

Функциональные зависимости приведенных выше переменных можно представить в виде:

$$\begin{aligned} P_t &= f(FS_t, W_{t-1}, I_{t-1}), \\ \Delta W_t &= g(FS_t, W_{t-1}, I_{t-1}). \end{aligned} \quad (1)$$

Для количественной модели отношения между переменными должны представляться в форме уравнений. При решении проблемы календарного планирования рабочей силы и управления наличными заказами нечеткие условные высказывания, моделирующие рассуждения человека, дают методологию для непосредственного представления утверждений типа: «Если прогноз потребления высокий, то производительность должна быть не низкой». Термины «высокий» и «не низкий» в этом примере представляют собой значения лингвистических переменных «прогноз потребления» и «производительность». Обнаруживается сходство этого нечеткого условного высказывания с вербальным протоколом: поскольку руководитель, по-видимому, мыслит нечеткими понятиями, то эвристическая модель, в которой используются лингвистические переменные, должна давать познавательную имитацию.

Исходя из перспективы имитационного моделирования, предположим, что справедливости первые три аксиомы теории управления организационными системами: лицо принимающее решение (ЛПР) имеет представление о важных переменных, чутко воспринимает стоимостную структуру этих переменных и умеет оперировать решающими правилами, связывающими важные переменные с решениями.

Алгоритм планирования производительности состоит из ряда утверждений (правил) об относительных значениях типа:

$$\text{ЕСЛИ } FS_t \text{ есть...И } I_{t-1} \text{ есть...И } W_{t-1} \text{ есть ...,то } P_t \text{ есть..., ИНАЧЕ ...} \quad (2)$$

Поскольку для прогнозов реализации наличные запасы и имеющийся уровень рабочей силы характеризуется как значимые факторы агрегиро-

ванного решения о рабочей силе, то алгоритм планирования рабочей силы обуславливается, аналогичным уравнением:

$$\text{ЕСЛИ } FS_t \text{ есть... } I_{t-1} \text{ есть...И } W_{t-1} \text{ есть ..., то } \Delta W_t \text{ есть...,ИНАЧЕ...} \quad (3)$$

В варианте решающего правила определения уровня рабочей силы для эмпирической проверки реальных решений руководителя в качестве решающей переменной используется изменение в уровне рабочей силы ΔW_t . Уровень W_t определяется простым уравнением

$$W_t = W_{t-1} + \Delta W_t, \quad (3)$$

конечные запасы I_t уравнением

$$I_t = I_{t-1} + P_t - S_t, \quad (4)$$

где S_t — действительный спрос в период времени t .

Рассматривая логико-лингвистические методы относительно возможности их применения для исследования ПТР организации, следует отметить одно важное обстоятельство: логико-лингвистические методы дают возможность исследовать и оценивать объекты и процессы, которые в принципе не могут быть проанализированы и оценены с помощью традиционных строгих математических методов оптимизации, либо такие оценки оказываются упрощенными.

Для построения любой логико-лингвистической модели необходимо установить ее смысловое содержание (семантику), то есть на понятийном уровне определить: базовую систему аксиом в виде истинно интерпретированных, правильно построенных формул (выражений, утверждений), отображающих наши исходные представления о моделируемом объекте; базовую систему правил вывода, обеспечивающих при заданной начальной системе аксиом порождение всех истинных в модели формул (выражений, утверждений) и фактически являющихся формальным отображением накопленного опыта исследования подобных объектов.

Общая структура модели поддержки принятия решения складывается из утверждений относительных назначений для алгоритма планирования производительности (2) и для алгоритма планирования рабочей силы (3).

Руководитель должен будет принять обобщенное решение относительно рабочей силы и производительности. При этом в описании попытаемся отразить познавательный процесс гипотетического плановика, происходящий при анализе стоящей перед ним проблемы.

Предположим, что на первом шаге своего анализа ЛПР рассматривает так называемые требования для текущего периода (периода t), определяемые уравнением

$$\text{требования}_t = R_t = FS_t - I_{t-1} - I^*, \quad (5)$$

где I^* — некоторый нормальный инвентарный уровень. В этом выражении член $I_{t-1} - I^*$ показывает, будет ли инвентарное состояние выше нормального уровня, т. е. $I_{t-1} - I^* > 0$. В случае, когда $I_{t-1} - I^* > 0$ ЛПР для пробы решает сократить производство так, чтобы уменьшить инвентарную нагрузку, если $I_{t-1} - I^* < 0$, то принимается противоположное решение. Заключение получается гипотетическое, поскольку между затратами на рабочую силу, продолжительностью сверхсрочных работ, неполным рабочим днем и расходами на поддержание нужного инвентарного уровня должен быть найден компромисс, который еще не рассматривался. Поскольку FS_t — оценка спроса на период t , то уравнение (5) оценивает общие требования на период t — требования производства после учета инвентарного состояния. Заметим, что руководитель не обязан планировать производство именно такого количества продукции; он может выбрать для управления производством большую или меньшую величину в зависимости от других компромиссных решений.

Теперь установим связь познавательных процессов ЛПР с психологическим понятием вербального кодирования. Общие производственные требования анализируются с использованием лингвистических переменных. Пусть при определении значений FS_t и I_{t-1} лингвистическая переменная R_t

принимает значения «высокий» (H), назначаем лингвистические значения FS_t «средний» (A) и «низкий» (L). Теперь, и I_{t-1} , опираясь на различные условия: просто используя интуитивную логику,

$$\begin{aligned}
 R_t \text{ есть } H, & \text{ ЕСЛИ } FS_t \text{ есть } H \text{ И } I_{t-1} \text{ есть (самое большее } A), \\
 & \text{ ЕСЛИ } FS_t \text{ есть } SH \text{ И } I_{t-1} \text{ есть } L; \\
 R_t \text{ есть } A & \text{ ЕСЛИ } FS_t \text{ есть } SH \text{ И } I_{t-1} \text{ есть } SH, \\
 & \text{ ЕСЛИ } FS_t \text{ есть } A \text{ И } I_{t-1} \text{ есть } A, \\
 & \text{ ЕСЛИ } FS_t \text{ есть } SL \text{ И } I_{t-1} \text{ есть } SL, \\
 & \text{ ЕСЛИ } FS_t \text{ есть } RL \text{ И } I_{t-1} \text{ есть } L; \\
 R_t \text{ есть } L & \text{ ЕСЛИ } FS_t \text{ есть } L \text{ И } I_{t-1} \text{ есть (по крайней мере, } A), \\
 & \text{ ЕСЛИ } FS_t \text{ есть } SL \text{ И } I_{t-1} \text{ есть } H.
 \end{aligned} \tag{6}$$

Чтобы проиллюстрировать, как осуществляется эта процедура, рассмотрим первый вывод такого типа. Будем говорить, что требования к валовому производству «высокие», если выполняется одно из следующих двух условий. Первое: прогноз сбыта «высокий», а имеющийся инвентарный уровень «самое большее средний». Если бы наличный инвентарный уровень был выше среднего, то требование к валовому производству должно было бы быть немного меньше чем «высокое», даже если бы по предсказанию спрос был «высокий». Второе условие состоит в том, чтобы предсказание спроса было «вроде бы высокое» (SH), а инвентарный уровень «низкий». Поскольку при этом нужно увеличить инвентарный уровень, то требование к валовому производству нужно считать «высоким», даже если по предсказанию спрос на текущий период только «вроде бы высокий».

При анализе ситуации ЛПР считает, что имеющийся уровень рабочей силы W_{t-1} действует как фактор, который согласовывает требование к валовому производству с фактическим решением относительно производительности. Заметим, что именно на этом шаге согласовываются между собой затраты на изменение уровня рабочей силы, расходы на повышение инвентарного уровня, а также продолжительность сверхурочной работы и неполного рабочего дня. Например, если бы

требование валового производства было «высоким», а уровень рабочей силы – «низким», то ЛПР мог бы решить выпускать только «вроде бы высокое» количество изделий, поскольку производство «высокого» количества изделий потребовало бы слишком большого изменения рабочей силы и (или) слишком большого роста продолжительности сверхурочной работы.

Для получения 40 управляющих правил, образующих основу для нечетких алгоритмов планирования производительности и уровня рабочей силы, комбинировались различные условия требований с состояниями: уровень рабочей силы W_{t-1} «высокий», «вроде бы высокий», «средний», «вроде бы низкий» и «низкий».

Таким образом, 40 комбинаций W_{t-1} , I_{t-1} и FS_t (табл.1) служат в качестве определяющей структуры для всех возможных значений, которые три базовые переменные принимают в утверждениях относительных назначений, составляющих $(\Delta W_t, P_t)$ - модель. Для каждой из этих 40 комбинаций W_{t-1} , I_{t-1} и FS_t нужно выработать решение относительно ΔW_t и P_t (в форме лингвистической переменной). Решая данную задачу, ЛПР использует всю информацию о ценах, которая ему известна. Однако при этом не требуется никаких предположений относительно особой структуры рас-

ходов (например, линейной, квадратичной и т. д.). Обычно большая часть этой информации по своей природе бывает

неявной, т.е. она обусловлена суждением и опытом принимающего решение человека.

Таблица 1.

Алгоритмические правила планирования производительности и рабочей силы

Номер правила	Изменяемые переменные			Переменные решения		Номер правила	Изменяемые переменные			Переменные решения	
	FS_t	I_{t-1}	W_{t-1}	P_t	ΔW_t		FS_t	I_{t-1}	W_{t-1}	P_t	ΔW_t
1	H	AMA	H	H	Z	21	L	ALA	L	L	Z
2	H	AMA	A	RH	PRB	22	SL	H	H	SL	NVB
3	H	AMA	L	SH	PVB	23	SL	H	A	RL	NRB
4	SH	L	H	H	Z	24	SL	H	L	RL	Z
5	SH	L	A	RH	PRB	25	H	AMA	SH	H	PSB
6	SH	L	L	SH	PVB	26	H	AMA	SH	SH	PB
7	SH	SH	H	SH	NRB	27	SH	L	SH	H	PSB
8	SH	SH	A	A	Z	28	SH	L	SL	SH	PB
9	SH	SH	L	A	PRB	29	SH	SH	SH	A	Z
10	A	A	H	SH	NRB	30	SH	SH	SL	A	PSB
11	A	A	A	A	Z	31	A	A	SH	L	NSB
12	A	A	L	A	PRB	32	A	A	SL	A	PSB
13	SL	SL	H	SH	NRB	33	SL	SL	SH	A	NSB
14	SL	SL	A	A	Z	34	SL	SL	SL	A	Z
15	SL	SL	L	SL	PRB	35	RL	L	SH	A	NSB
16	RL	L	H	SH	NRB	36	RL	L	SL	A	Z
17	RL	L	A	A	Z	37	L	ALA	SH	RL	NB
18	RL	L	L	A	PRB	38	L	ALA	SL	L	NSB
19	L	ALA	H	SL	NVB	39	SL	H	SH	RL	NB
20	L	ALA	A	RL	NRB	40	SL	H	SL	RL	Z

При заполнении правой части табл.1 решения относительно ΔW_t и P_t принимались исходя из разумных соображений. Отметим, что никто не утверждает, что эти управляющие решения оптимальны, говорится только, что они разумные. Очевидно также, что качество этих управляющих правил должно зависеть от фактической структуры цен, сложившейся на конкретный момент времени на рынке товаров и услуг.

Для того чтобы применить нечеткие алгоритмы, нужно сначала параметризовать модельные переменные. На этом шаге описываются универсумы, на которых определяются значения (нечеткие подмножества) лингвистических переменных. В модели для

каждой переменной требуется определить два параметра – ее ожидаемую нижнюю и верхнюю границы. В действительности нижняя граница соответствует значению шкалы -1 и верхняя граница соответствует значению шкалы +1, используемому при определении базисных нечетких подмножеств.

Таким образом, предложен подход к заданию лингвистических переменных, который позволил разработать логико-лингвистическую модель поддержки принятия решений, основанную на построенных алгоритмических правилах логического вывода и направленную на формирование стратегий управления ПТР организации в контексте ее бизнес – процессов.



УДК 004.383.4

Воронежский государственный университет, кафедра
«Программного обеспечения и администрирования
информационных систем»
Канд. техн. наук, доцент И.Е. Воронина
Студент 4-го курса Н.Н. Ковтун

Россия, г. Воронеж
E-mail: Irina.Voronina@gmail.com

Voronezh state university, chair of "Software and administration
information systems"
Ph. D. in Engineering, associate professor I.E. Voronina
Student of the fourth year N.N. Kovtun

Russia, Voronezh
E-mail: Irina.Voronina@gmail.com

И.Е. Воронина, Н.Н. Ковтун

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ANDROID ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Статья посвящена разработке планировщика физических упражнений для мобильного устройства с ведением статистики их выполнения.

Ключевые слова: мобильное приложение, Android, физические упражнения.

I.E. Voronina, N.N. Kovtun

ANDROID APPLICATION TO SUPPORT PHYSICAL ACTIVITY

The article is devoted to the development of exercise planner for the mobile device to the conduct of their performance statistics.

Keywords: mobile application, Android, physical training.

Введение. Проблема создания планировщика физических упражнений для мобильных устройств весьма актуальна из-за уменьшения двигательной активности современного человека. Сюда можно отнести длительное сидячее положение, нагрузку на зрение, перегрузку кистевых суставов, возможность заболеваний органов дыхания и др. Частичным решением задачи может стать установка специального приложения на телефон или коммуникатор, которое будет регулярно напоминать пользователю о необходимости сделать перерыв и выполнить комплекс физических упражнений, направленный на снятие напряжения и общее оздоровление. Занятия может сопровождать музыка.

Немаловажной является возможность сбора статистики выполнения упражнений, а также выбор подходящего интервала выполнения.

Подобные приложения уже существуют. Среди них:

- Stretch Exercises 1.3 (платформа Android) – содержит несколько полезных физических упражнений, которые помогут снять боли в спине и пояснице. В приложении нет функции регулярных напоминаний о перерыве и статистики выполненных упражнений. Каждое упражнение пользователю приходится выбирать самостоятельно.
- Office Yoga 1.7 (платформа Android) – приложение содержит 9 простых физических упражнений, которые помогут снять усталость во время рабочего дня. В данном приложении также нет функций планировщика и

статистики.

- Time to Stretch 1.0 (платформа Android) – приложение содержит функцию периодического напоминания о необходимости сделать перерыв, но в нем отсутствует функция ведения статистики.

Ни в одном из перечисленных приложений нет полноценного комплекса упражнений для разных частей тела и возможности выбора музыкального сопровождения при выполнении тренировки.

Таким образом, целью работы было создание интерактивного приложения для мобильного устройства, которое:

- предоставляет пользователю стандартные комплексы оздоровительных упражнений;
- позволяет формировать собственный комплекс упражнений на основе стандартных;

- демонстрирует набор выбранных пользователем упражнений;
- формирует статистику выполнения упражнений;
- напоминает через установленные пользователем интервалы времени о том, что необходимо прерваться для выполнения упражнений.

Реализация приложения. В качестве программной среды была выбрана Eclipse IDE с установленным плагином Android Developer Tools. Данная среда рекомендована разработчиками Android для написания приложений и обладает наибольшей функциональностью. В качестве платформы SDK выбрана версия 2.1, так как она является совместимой с большинством мобильных устройств на базе Android.

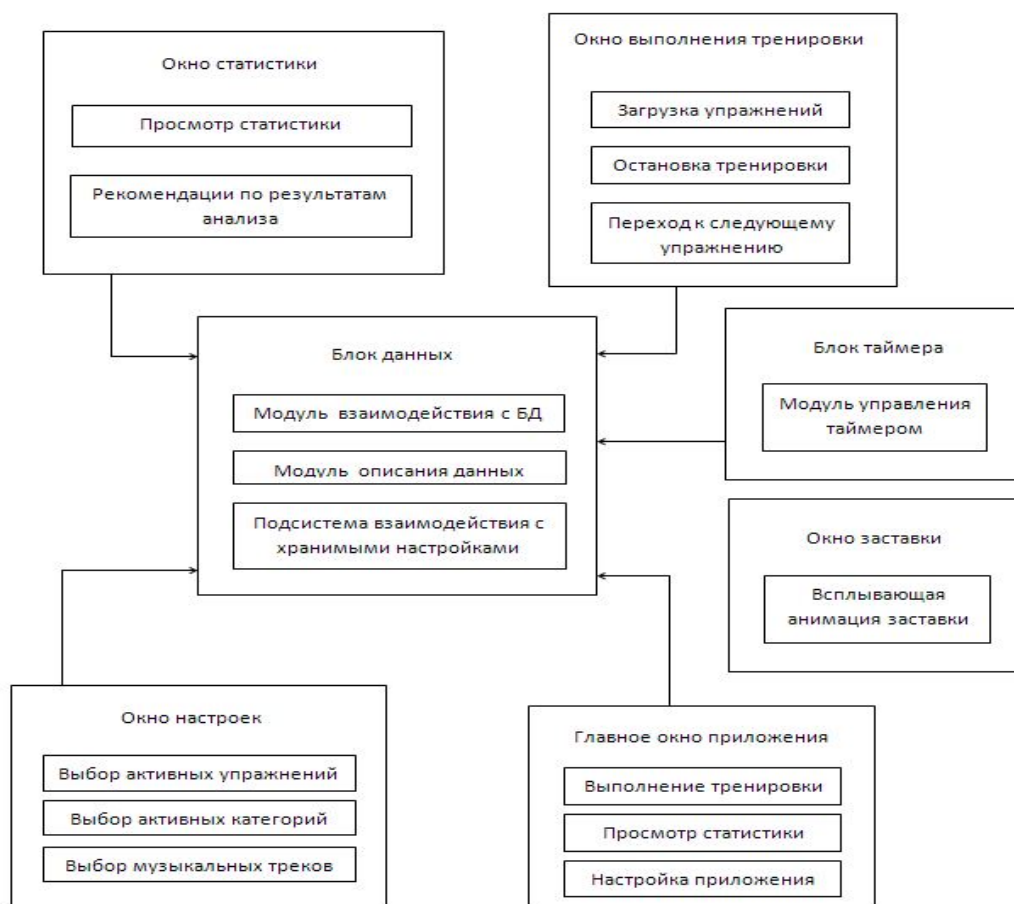


Рис. 1. Структура приложения

При разработке и отладке приложения использовались следующие инструменты:

- средство отладки Dalvik Debug Monitor Server (DDMS);

- эмулятор устройства Android Virtual Device (AVD);

- устройство LG P500 (версия Android 2.1).

Для работы приложения необходимо выполнение следующих требований к аппаратному обеспечению:

- процессор архитектуры ARM с частотой не ниже 200 МГц;
- не менее 32 МБ оперативной памяти;
- 1 МБ внутренней памяти на устройстве для установки приложения.

Программное обеспечение должно включать операционную систему Android версии не ниже 2.1.

Для реализации приложения были использованы следующие сущности:

- категории упражнений;
- упражнения;
- музыкальные треки;
- статистику выполнения упражнений.

Каждое упражнение относится к определенной категории (например, упражнения для рук, глаз и т.д.). Пользователю представлена возможность выбрать, какие из них будут предлагаться для выполнения во время тренировки, а какие будут пропущены. Он может включать и отключать категории целиком, что позволяет планировать тренировки. Реализована возможность использования рекомендаций опытных тренеров (экспертов) в виде готовых комплексов из нескольких упражнений. Для каждой категории определяется музыкальный трек, который запускается при начале выполнения упражнений данной категории.

Кроме самих упражнений в базе данных хранится статистика их выполнения – общая, и по отдельным категориям.

Структура приложения представлена на рис.1.

Для выполнения упражнений в приложении используется отдельное окно (с текстом и изображением). Оно автоматически появляется на экране через определенные промежутки времени, напоминая пользователю о том, что нужно выполнить серию упражнений.



Рис. 2. Окно выполнения упражнений

Особенности приложения. При запуске приложения появляется анимированная заставка, на которой указаны название приложения и его текущая версия. Затем открывается главное окно программы, содержащее следующие элементы управления:

- кнопка «Настройки» – управление настройками приложения;
- кнопка «Выполнить сейчас!» – выполнение комплекса упражнений;
- кнопка «Статистика» – просмотр статистики выполнения упражнений;
- кнопка «Остановить таймер» – остановка сервиса автоматического запуска тренировок.

Окно настроек содержит:

- кнопку «Изменить схему упражнений», позволяющую перейти к выбору активных упражнений;
- кнопку «Изменить схему категорий», по которой осуществляется переход к выбору активных категорий и настройке музыкальных треков;
- поле для ввода интервала и кнопку «Установить интервал»;

- выпадающий список «Режим» для установки режима таймера.

При нажатии на кнопку «Изменить схему упражнений» пользователь переходит к окну настройки активных упражнений. В нем расположен список всех упражнений, хранящихся в приложении. Напротив каждого элемента списка помещен флажок, с помощью которого пользователь может изменять активность упражнения.

При нажатии на кнопку «Изменить схему категорий» открывается окно настройки категорий. В нем содержится таблица, в первом столбце которой – название категории, во втором – выпадающий список, позволяющий выбрать музыкальный файл для воспроизведения при выполнении упражнений данной категории, а в третьем – флажок активности. Если категория отмечена как неактивная, то выпадающий список

будет недоступен.

Окно выполнения упражнений (рис. 2) содержит название упражнения, текстовое описание и поясняющее изображение, а также кнопки, позволяющие перейти к следующему упражнению, пропустить текущее упражнение, либо остановить тренировку.

Окно статистики содержит вкладку для суммарной статистики выполнения упражнений и дополнительно по одной вкладке для статистики по каждой отдельной категории упражнений.

Заключение. Интересной частью дальнейшей работы над развитием приложения являются вопросы оптимальной визуализации, а также наполнения методически обоснованными комплексами упражнений различного назначения. С этой целью планируется сотрудничество с кафедрой физического воспитания и спорта ВГУ.

УДК 621.315.592:546.28

Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра «Информационные технологии моделирования и управления»
Д-р техн. наук, профессор А.П. Ермаков

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-905-65-65-746
E-mail: terrabyte1@yandex.ru

Voronezh state university of engineering technologies, chair of «Information Technologies of Modelling and Management»
D. Sc. in Engineering, Prof. A.P. Ermakov

Russia, Voronezh, ph.: 8-905-65-65-746
E-mail: terrabyte1@yandex.ru

А.П. Ермаков

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ НИТЕВИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ

Разработаны датчики деформации, давления, температуры и скорости потока на основе нитевидных кристаллов кремния, на их базе изготовлены макетные образцы для научных исследований, новой техники и информационных технологий.

Ключевые слова: Информационные технологии, датчики, нитевидные кристаллы.

A.P. Ermakov

APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES FOR IMPROVEMENT OF METROLOGICAL CHARACTERISTICS SENSORS ON THE BASIS OF WHISKERS

Sensors of deformation, pressure, temperature and stream speed on the basis of silicon whiskers are developed, on their base model samples for the scientific researches, new equipment and information technologies are made.

Keywords: Information technologies, sensors, whiskers.

Применение передовых информаци-

онных технологий позволяет улучшить метрологические характеристики датчиков на основе нитевидных кристаллов кремния.

Нитевидные кристаллы (НК) кремния являются бездислокационными и имеют высокую удельную прочность. Комплекс полученных результатов позволил создать на основе НК р Si <111> ряд миниатюрных, малоинерционных и особопрочных тензорезисторов. Определены возможности их применения, разработаны и изготовлены на их основе приборы для новой техники и информационных технологий, позволяющие осуществлять измерения деформации, давления, усилия, перемещения. Разработанные устройства и приборы имеют малые габариты, малую инерцию $\sim 15 \cdot 10^{-2}$ с, повышенную чувствительность, а также стабильность свойств и более широкие границы применения в сравнении с аналогичными приборами, изготовленными из массивных монокристаллов. Разработана методика измерения оригинальными термоанемометрами малых скоростей газовых потоков и методики оценок возможных ошибок измерений. Установлены для них основные погрешности измерений. Выявлено, что с увеличением удельного сопротивления от $2 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^{-4}$ Ом·м коэффициент тензочувствительности НК при 300K возрастает от 25 до 150. Зависимость относительного изменения электросопротивления от деформации ненаклеенных НК кремния при 300K носит линейный характер, отклонение от которого наблюдается при больших деформациях, непосредственно перед разрушением. В области температур 250–600K коэффициент тензочувствительности слабо зависит от температуры, а температурный коэффициент тензочувствительности $\leq 0,1 \text{ K}^{-1}$.

Впервые созданы на основе НК кремния измерительные микрокомпози́ты и изучены их электрические свойства. Экспериментально обнаружена неоднозначность температурных и вольтамперных зависимостей измерительных микрокомпози́тов с различными материалами матрицы, даже при одних и тех же параметрах НК кремния. Установлено, что различие температурных коэффициентов линейного расширения матрицы и НК приводит к деформации сжатия или

растяжения последнего, что определяет различие зависимости температурных НК и измерительного микрокомпози́та. Выявлено, что температурные и вольтамперные зависимости измерительного микрокомпози́та являются функцией параметров НК, матрицы и их отношения и носят характер размерного эффекта. Разработана модель и сделаны оценки влияния длины НК и «краевого» эффекта на электросопротивление измерительного микрокомпози́та и коэффициент передачи деформации от НК к матрице.

С помощью разработанных методик и установок впервые созданы на основе НК кремния измерительные микромодули и изучены их электрические свойства, позволившие выявить широкие возможности их использования при создании приборов и устройств новой техники и информационных технологий, пригодных для измерения температуры, скоростей потока газа, параметров колебаний, давления, деформации и др. В диапазоне температур 77–750K проведено сравнение электрических свойств НК кремния наклеенных на титан, сталь, композиционный материал при помощи различных клеев (БФ-2, ВС-10Т, каолин, цапон-лак и др.). Установлено, что абсолютные значения коэффициента тензочувствительности при сжатии всегда имеют меньшие значения, чем при растяжении. Коэффициент передачи деформации для НК кремния, наклеенных клеем БФ-2 на балку из композиционного материала, достигает 0,9, что обеспечивает лучшую линейность вольтамперных характеристик и наибольший коэффициент рассеяния. С ростом температуры и уменьшением удельного сопротивления НК коэффициент тензочувствительности измерительного микромодуля уменьшается.

В сравнении с НК для модуля зависимость коэффициента тензочувствительности в диапазоне температур от 77 до 450K проявляется более ярко, а температурный коэффициент тензочувствительности оказывается больше, что обусловлено более сильной температурной зависимостью упругих постоянных связующего. Рост толщины связующего

улучшает его изоляционные свойства, но ухудшает передачу деформации от балки к НК. Величина гистерезиса электросопротивления микро модуля максимальна при первом цикле нагружения и уменьшается с каждым последующим.

Установлены возможности применения измерительных микро модулей, разработаны и изготовлены на их основе приборы для новой техники и информационных технологий, позволяющие осуществлять измерения температуры, скорости потока, давления и деформации.

Разработаны различные варианты измерительных микро модулей для измерения температуры, скорости потока газового (жидкостного) потока. В отличие от измерительного микро композита, представляющего собой систему, состоящую из двух взаимодействующих элементов (НК и матрицы), измерительный микро модуль представляет собой систему из трех взаимодействующих элементов (НК - связующее - подложка или НК - связующее - НК).

Разработанные микро модули применяются в устройствах для измерения стационарных и пульсирующих температур, однородных и неоднородных тепловых полей. Наибольшим быстродействием и тепловой инерцией ($\sim 3 \cdot 10^{-2}$ с) обладают измерительные микро модули, в которых НК только своими концами крепятся связующим к подложке. Преобразователь температуры с регулируемыми параметрами содержит электрически изолированные и жестко механически скрепленные связующим терморезисторы. При температурах 77-150 К работает терморезистор с отрицательными температурным коэффициентом сопротивления, а при 150-800 К - другой терморезистор с положительным температурным коэффициентом сопротивления. Включение измерительного модуля в электрическую цепь электронного частотного преобразователя повышает чувстви-

тельность, расширяет функциональные возможности и улучшает метрологические характеристики. Чувствительность к температуре измерительных микро модулей с аналоговым выходом составляет $\sim 0,1-0,5\%K^{-1}$, а с частотным выходом $\sim 60 \cdot 10^5$ Гц·ом $^{-1}$. Экспериментально установлено, что измерительный микро модуль можно использовать в качестве прибора с регулируемыми параметрами, малоинерционного бесконтактного регулируемого сопротивления с малой потребляемой мощностью, термоанометра газожидкостного потока в диапазоне скоростей $(5-200) \cdot 10^{-3}$ мс $^{-1}$ и чувствительностью $\sim (0,1-0,2)$ В·с·м $^{-1}$.

При проведении контроля параметров окружающей среды важно учитывать температуру, скорость газового потока и др. Разработанные нами миниатюрные нитевидные полупроводниковые преобразователи позволяют независимо одним и тем же измерителем регистрировать температуру либо скорости движения газожидкостных потоков в широком диапазоне (от единиц мм/с до десятков м/с). Температура и ее градиент контролируются при малых (10^{-4} А) рабочих токах, не приводящих к разогреву измерителя. Тепловая инерция при этом составляет 10-50 мс. В режиме термоанометра (10^{-3} А) НК разогревается выше температуры спокойной окружающей среды. В движущемся потоке образец охлаждается и его сопротивление уменьшается пропорционально скорости потока. По величине электросопротивления измерителя определяется скорость потока в области ее малых значений (менее 0,5 м/с). По мере увеличения скорости потока чувствительность устройств уменьшается. Поэтому для измерения средних (единицы м/с) и больших (десятки м/с) использованы тензосвойства НК. В потоке образец увеличивает свою длину и получает деформацию, являющуюся функцией скорости потока. При этом электросопротивление возрастает про-

порционально скорости потока. Диапазон измеряемых скоростей ограничен только прочностными характеристиками подложки, т.к. в качестве измерителя используются нитевидные кристаллы кремния, имеющие прочность, близкую к теоретически рассчитанной для твердых тел.

Для измерения скоростей движения неустановившихся, пульсирующих и стационарных газовых и жидкостных потоков разработан измерительный микромодуль на двух НК р Si <111>. Измерительный микромодуль имеет уникальные характеристики, благодаря использованию двух основных особенностей НК по сравнению с массивными монокристаллами. Одной из которых является миниатюрность размеров и, как следствие, малая тепловая инерция, второй - уникальная прочность, достигающая нижнего предела теоретической прочности в наиболее тонких и совершенных НК. При малых скоростях потока устройство работает в режиме термоанемометра, а при больших скоростях потока - в режиме тензопреобразователя. Основной и дополнительный чувствительные элементы выполнены из НК р Si <111>. В режиме термоанемометра основной чувствительный элемент разогревается выше температуры окружающей среды в спокойном состоянии, что позволяет определять скорость потока по изменению его электросопротивления. В диапазоне малых скоростей (10^{-3} -0,4)м/с выходная характеристика линейна. При дальнейшем увеличении скорости потока наблюдаются отклонения от линейной зависимости и уменьшение чувствительности термоанемометра, что снижает точность измерений. Поэтому для измерения средних (0,3-10)м/с и больших (>10м/с) скоростей потока используются тензосвойства основного чувствительного элемента. Для температурной компенсации используется дополнительный чувствительный элемент. В устройстве предусмотрена компенсация как

температурных изменений газового (жидкостного) потока, так и тензорезистивного эффекта, обусловленного расширением корпуса и чувствительных элементов. В результате основной чувствительный элемент становится термокомпенсированным не только в режиме термоанемометра, но и в режиме тензорезистора при использовании дополнительного чувствительного элемента, включенного в смежное плечо измерительного моста либо в схемы преобразователей аналогового сигнала в частоту следования импульсов, что улучшает метрологические характеристики, расширяет функциональные возможности и границы применимости НК.

Один из вариантов разработанных измерительных микромодулей использовался при создании миниатюрного датчика всестороннего давления, предназначенного для измерения давления окружающей среды, глубины погружения в жидкость, высоты подъема над поверхностью, быстротекающих процессов и скорости пульсаций давления. В датчике использован корпус стандартной микросхемы и заводская технология заключительных стадий сборки и контроля герметичности. При создании датчика использованы оригинальные способы и методики наклейки НК на упругий элемент, полимеризации связующего, напыления металлических контактных площадок и их последующего вжигания, создания низкоомных контактов и их формовки, выполненные на уровне изобретений. НК р Si <111> с 4-6 омическими контактами наклеен на металлическую мембрану, в качестве которой служит крышка промышленного корпуса микросхемы 401.14-1 либо в том же корпусе в качестве основания использовалась керамическая мембрана. 4-6 контактов в НК образуют 3-5 тензорезисторов. Это создает условия для расширения функциональных возможностей улучшения метрологических характеристик и повышения надежности датчика. В зоне его расположения можно измерять давление, температуру, ее разность и градиент. При разрушении одного или нескольких тензоре-

зисторов датчик остается работоспособным, что свидетельствует о его высокой надежности. Толщина мембраны определяет чувствительность и рабочий диапазон давлений датчика. Поэтому утонение мембраны сужает диапазон измеряемых давлений, но повышает чувствительность датчика. Керамическое основание и герметично присоединенные крышки образуют замкнутый объем с некоторым постоянным давлением газа. Изменение давления окружающей датчик внешней среды приводит к прогибу мембраны с наклеенным на нее НК. При этом тензорезистор претерпевает деформацию растяжения и его сопротивление изменяется. Падение напряжения на тензорезисторе пропорционально давлению с нелинейностью преобразования $\sim 10^{-3}$. Далее падение напряжения регистрируется на ленте самопишущего потенциометра в виде аналогового сигнала либо преобразуется в частоту, что и регистрируется частотомером.

Объективность и достоверность экспериментальных результатов есть главные требования к любым средствам измерения, в том числе и с применением преобразователей на основе НК кремния, поэтому поиск новых путей повышения точности измерений и обобщение ранее известных способов является актуальной задачей. Разработан способ определения деформаций, механических величин и температуры первичными преобразователями на основе НК, позволяющий снизить ошибку измерения деформации в условиях протекания пластической деформации ($\approx 0,5-0,6\%$) с 10% до $0,01\%$ за счёт учёта структурных изменений в НК. Последнее достигается тем, что в процессе градуировки и измерений на объекте контролирует внутреннее трение в монокристалле, с учетом величины которого и определяют деформации и температуру. Контроль достоверности осуществляется автоматически при использовании дистанционной

передачи информации и ЭВМ. При переходе в область микропластичности наблюдается нелинейный рост внутреннего трения и электросопротивления, который объясняется ухудшением кристаллической структуры в приповерхностном слое НК полупроводников. Способ позволяет учитывать ошибки, связанные со структурными нарушениями в НК, возникающими в процессе градуировки и эксплуатации. При этом возрастает точность измерения физических величин датчиками созданными на основе нитевидных преобразователей. Повышению точности измерений, расширению функциональных возможностей и границ применимости НК способствуют разработанные частотные преобразователи механических напряжений, малых скоростей газового потока с чувствительностью к измеряемому параметру $(60-105)\cdot\text{Гц}\cdot\text{Ом}^{-1}$.

Результаты, полученные при исследовании электрических свойств ненаклеенных НК кремния и систем на их основе (измерительных микрокомпозитов и измерительных микромодулей), впервые созданных на основе НК кремния составляют физическую основу для создания миниатюрных высокочувствительных первичных измерительных преобразователей различных физических величин (деформации и температуры, скорости потока и др.), имеющих стабильные измерительные характеристики в относительно широком диапазоне температур и деформаций. Выявлены возможности применения созданных первичных преобразователей, разработаны и изготовлены на их основе устройства и приборы для научных исследований, новой техники и информационных технологий.

Библиографический список

1. Ермаков А.П. Основы информатики и вычислительной техники / Учеб. пособие с грифом УМО. - Старый Оскол.: ТНТ, 2010. - 260 с.

УДК 539.216.1 :[538.975:539.374]

*Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра «Информационные технологии моделирования и управления»
Д-р техн. наук, профессор А.П. Ермаков*

*Воронежский государственный технический университет, кафедра «Системы информационной безопасности»
Канд. техн. наук, доцент С.А. Ермаков*

*Россия, г.Воронеж, тел.: 8-905-65-65-746
E-mail: terrabyte1@yandex.ru*

*Voronezh state university of engineering technologies, chair of «Information Technologies of Modelling and Management»
D. Sc. in Engineering, Prof. A.P. Ermakov*

*Voronezh state technical university, chair of «Systems of Information Security»
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Ermakov*

*Russia, Voronezh, ph.: 8-905-65-65-746
E-mail: terrabyte1@yandex.ru*

С.А. Ермаков, А.П. Ермаков

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ПОТЕРИ ИНФОРМАЦИИ

Механизм нечеткой логики требует формирования оценок ключевых параметров и представления их в виде нечетких переменных. При этом необходимо учитывать множество источников информации и качество самой информации. Для решения поставленной задачи использованы алгоритм Мамдани и программа «Fuzzy Logic».

Ключевые слова: нечеткая логика, алгоритм Мамдани, Fuzzy Logic, множества, риски.

S.A.Ermakov, A.P.Ermakov

USE OF THE THEORY OF INDISTINCT LOGIC FOR THE ASSESSMENT OF RISK OF LOSS OF INFORMATION

The mechanism of indistinct logic demands formation of estimates of key parameters and their representation in the form of indistinct variables. Thus it is necessary to consider a set of sources of information and quality of information. For the solution of an objective Mamdani's algorithm and the Fuzzy Logic program are used.

Keywords: indistinct logic, Mamdani's algorithm, Fuzzy Logic, sets, risks.

Успешность деятельности предприятия на рынке, вне зависимости от отрасли, к которой оно принадлежит, все больше зависит от его способности накапливать, эффективно обрабатывать и анализировать информацию самого различного характера. Поэтому и убытки, которые связаны с нарушением работы автоматизированных систем и утратой ценной информации, способны мгновенно парализовать деятельность организации.

Очень быстро эти проблемы выходят на самый верхний уровень управления организацией, поскольку неизбежно затрагивают функции защиты организации в целом. Появление и осознание проблем информационной безопасности приводит к необходимости измерения величины информационного риска. Только на основе оценки риска можно определить необходимую степень защиты, стратегии развития информационной структуры организации и поддерживать на должном уровне безопасность организации.

Отличительной особенностью информационных систем является то, что помимо объективных законов в их функционировании существенную роль играют субъективные представления. Действительно, при исследовании безопасности информационных систем значительное количество информации о системе может быть получено от различных групп людей:

а) имеющих опыт управления данной системой и представляющих ее цели и задачи, но не знающих досконально особенностей ее функционирования;

б) знающих особенности функционирования системы, но не имеющих полного представления о ее целях;

в) знающих теорию и практику организации защиты, но не имеющих четких представлений о целях, задачах и особенностях функционирования системы в целом и т. п.

Поэтому получаемая от них информация, как правило, носит субъективный характер, и ее представление на естественном языке не имеет аналогов в языке традицион-

ной математики и содержит большое число неопределенностей типа: «много», «мало» если речь идет о вложениях денежных средств в совершенствование системы защиты или об изменении количества персонала, занятого вопросами защиты; «не выполнены частично», «выполнены частично», «почти выполнены» и т. д. — если речь, идет о выполнении требований руководящих документов по защите информации и т. д. Поэтому и описание подобной информации на языке традиционной математики обедняет математическую модель исследуемой реальной системы и делает ее слишком грубой.

Другая особенность заключается в том, что при декомпозиции объекта информатизации, представляющего собой информационную систему, на отдельные подсистемы (автоматизированные системы, системы связи, выделенные помещения и т. д.) в целях его аттестации по требованиям безопасности информации, практически невозможно точно описать связи (отношения) выделенных подсистем с остальной частью информационной системы. Информация же, полученная от экспертов, чаще всего бывает выражена в понятиях, которые имеют нечеткий смысл с точки зрения классической математики.

В реальных ситуациях принятия решений по защите информационных систем цели и задачи защиты зачастую субъективны и точно не определены. Это происходит преимущественно по той причине, что цели и поступки злоумышленника, от возможных действий которого и строится защита, с одной стороны, точно неизвестны, а с другой — противоположны действиям защищающейся стороны. Поэтому при построении моделей принятия решения по построению защиты таких систем возникает необходимость использования нечеткой логики.

При использовании нечеткой логики в области анализа защиты информационных систем открывается возможность моделирования множества неопределенностей, в том числе неопределенности, выраженной в градациях новой информации, поступающей в систему во входных потоках данных, неопределенности, возникающей при анализе каналов утечки, неопределенности, возникающей при определении уровней конфиденциальности сведений на объекте информатизации и ущерба от их разглашения.

Рассматривается вопрос применения

теории нечетких множеств к оценке информационных рисков автоматизированных систем. Решается задача создания программного обеспечения для нахождения четких значений информационных рисков, в наибольшей степени отвечающих входным данным и базе продукционных правил, которая отражает логику взаимосвязи входных величин и риска, представленных в виде нечетких переменных. Анализируются известные методы оценки информационных рисков, рассматриваются их преимущества и недостатки.

Известны различные методики оценки информационных рисков. Их можно классифицировать по типу используемой в них процедуры принятия решения на:

- одноэтапные, в которых оценки риска выполняется с помощью одноразовой решающей процедуры;

- многоэтапные, с предварительным оцениванием ключевых параметров.

Одноэтапные методики, как правило, используются на начальной стадии развития информационной инфраструктуры организации, когда ключевые факторы, определяющие информационную безопасность, еще не выявлены.

Многоэтапные методики, с предварительным оцениванием ключевых параметров, являются более конструктивными.

В настоящей статье рассматривается механизм получения оценок рисков на основе нечеткой логики, который позволяет заменить приближенные табличные методы грубой оценки рисков современным математическим методом, адекватным рассматриваемой задаче.

Базу знаний, при оценивании рисков на основе нечеткой логики, составляют правила, отражающие логику взаимосвязи входных величин и риска. В общем случае это логика, отражающая реальные взаимосвязи, которые могут быть формализованы с помощью правил вида «если ..., то ...».

Механизм нечеткой логики требует формирования оценок ключевых параметров и представления их в виде нечетких переменных. При этом необходимо учитывать множество источников информации и качество самой информации. В общем случае это достаточно сложная задача, однако в каждом конкретном случае могут быть найдены и формально обоснованы достаточно убедительные ее решения.

Реализована программа для оценки рисков с использованием теории нечетких множеств с использованием алгоритма Мамдани. В среде Borland C++ осуществлена разработка программы «Fuzzy Logic», которая позволяет выполнять оценку риска безопасности на основе двух входных переменных, например, вероятность осуществления угрозы и стоимостные потери. В программе учтены исключительные ситуации, которые могут возникнуть

при ее выполнении. В качестве примера были проведены вычисления с входными переменными «Вероятность» и «Цена потери».

Библиографический список

1. Щербаков В.Б. Безопасность беспроводных сетей: стандарт IEEE 802.11 / В.Б. Щербаков, С.А. Ермаков. - М.: РадиоСофт, 2010. - 256 с.

УДК 621.72: 541.6

Воронежский государственный университет инженерных технологий, кафедра «Информационных и управляющих систем»
Д-р техн. наук, доцент А.А. Хвостов
Д-р техн. наук, профессор В.К. Битюков
Д-р техн. наук, доцент С.Г. Тихомиров
Канд. техн. наук, доцент И.А. Хаустов
Ассистент А.П. Попов

Россия, г.Воронеж, тел.: 8-906-581-62-68
E-mail: khvtol1974@yandex.ru

Voronezh state university of engineering technologies,
«Information and managing directors of systems» chair
D. Sc. in Engineering, associate professor A.A. Khvostov
D. Sc. in Engineering, Prof. V.K. Bitjukov
D. Sc. in Engineering, associate professor S.G. Tihomirov
Ph. D. in Engineering, associate professor I.A. Khaustov
Assistant A.P. Popov

Russia, Voronezh, ph.: 8-906-581-62-68
E-mail: khvtol1974@yandex.ru

В.К. Битюков, С.Г. Тихомиров, И.А. Хаустов, А.А. Хвостов, А.П. Попов

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРА НА ОСНОВЕ ИНТЕРПОЛИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

В статье рассмотрен метод обработки экспериментальных данных, полученных гелем проникающей хроматографией. Предлагаемый метод позволяет получать дискретный фракционный состав растворенного полимера и использовать эти данные в математическом моделировании процессов деструкции и полимеризации.

Ключевые слова: молекулярно-массовое распределение, гель, проникающая хроматография, синтетические полимеры.

V.K. Bitjukov, S.G. Tihomirov, I.A. Khaustov, A.A. Khvostov, A.P. Popov

THE CALCULATION METHODS OF FRACTIONAL COMPOSITION OF POLYMER SOLUTIONS ON THE BASIS OF INTERPOLATION INTEGRAL FUNCTION OF THE MOLECULAR-MASS DISTRIBUTION

It is considered in the article the method of processing of the experimental data, received by means of the gel penetrating chromatography. This method allows to obtain the discrete fractional composition of dissolved polymer and use these data in mathematical modeling of destruction and polymerization processes.

Keywords: molar mass distribution, gel, permeation chromatography, synthetic polymers.

Введение. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии является мощным средством исследования и количественного анализа синтетических и природных полимеров. Метод позволяет проводить фракционирование полимеров по их молеку-

лярным массам, химическому составу, функциональным группам. Типичная хроматограмма, полученная в процессе эксклюзивного разделения, представляет собой кривую с одним или несколькими максимумами.

Результатом приборной обработки данных хроматографического анализа являются кривые молекулярно-массового распределения (рис.1), представленные в

© Битюков В.К., Тихомиров С.Г., Хаустов И.А.,
Хвостов А.А., Попов А.П., 2013

дифференциальной и интегральных формах (кривая 1 и 2 соответственно). Прямая 3 – калибровка хроматографической колонки для конкретного полимера.

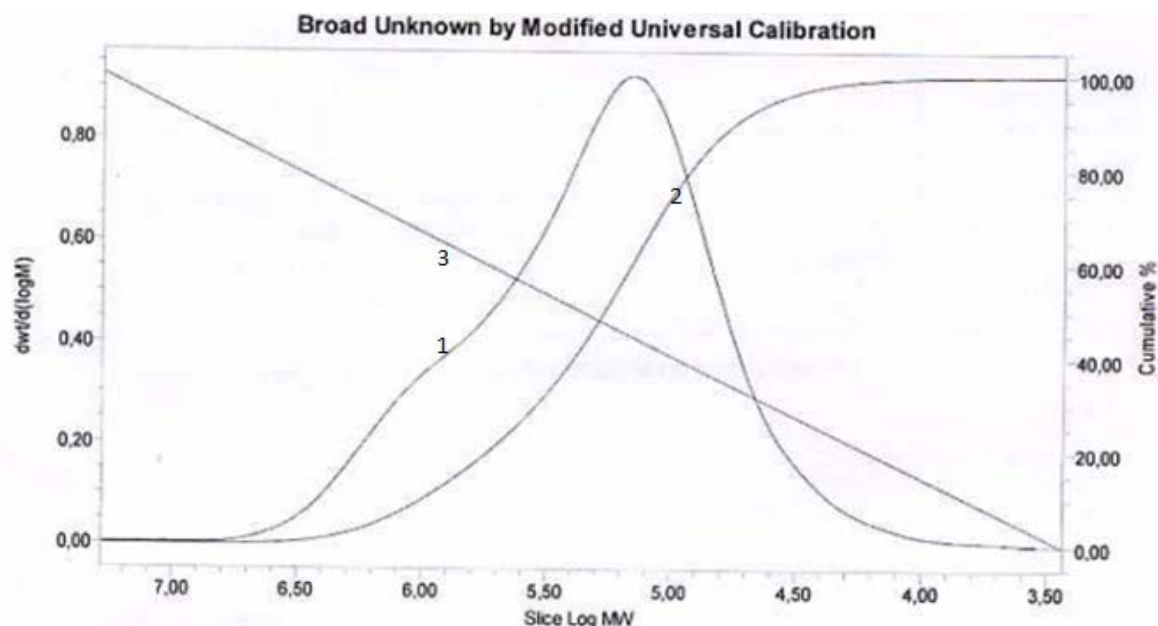


Рис. 1. Результаты хроматографического анализа

Из кривых с использованием соответствующих расчетов определяются статистические значения молекулярных характеристик, они являются данными оценки качества большинства промышленных полимеров.

Теоретический анализ. По результатам хроматограммы полимера получают так называемые теоретические фракции [1], т.е. весовые доли которых одинаковы (табл. 1, столбцы 1, 7).

Таблица 1.

N	Slice MW (Daltons)	Slice Log MW	Slice Volume (ml)	Slice Area	dw t/d(log M)	Cumulative %	Slice $[\eta]$ (dl/g)	Outside V_o-V_t
1	2732506	6,436561	23,354	405	0,076683	1,000	13,196341	No
2	2161861	6,334828	23,722	687	0,132361	2,000	11,218957	No
.....								
100								

Расчет средневесовых и среднечисленных молекулярных масс в этом случае производится по следующим зависимостям

$$\overline{M}_w = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m M_i, \quad (1)$$

$$\overline{M}_n = \frac{m}{\sum_{i=1}^m \frac{1}{M_i}}, \quad (2)$$

где m - число фракций результатов гелепро-

никающей хроматографии полимера.

Такой подход выделения фракционного состава полимера, принятый в эксклюзивной хроматографии весьма удобен для построения интегральных и дифференциальных молекулярно-массовых распределений, для расчета среднестатистических характеристик полимеров, т.е. для анализа их качества и использования для промышленных целей.

Однако эксклюзивная хроматографии не позволяет напрямую получать дискретный фракционный состав полимера, где в качестве фракций рассматриваются составные части полимера, выделенные из общего объема по признаку

$$M_i \leq M < M_i + dM. \quad (3)$$

Методика. Дискретное представление фракционного состава предполагает, что молекулярно-массовое распределение каждой фракции симметрично относительно ее среднего молекулярного веса и фракция не содержит молекул с молекулярной массой большей, чем средний молекулярный вес следующей фракции и в ней отсутствуют молекулы с молекулярной массой меньшей,

чем средний молекулярный вес предыдущей фракции.

Дискретное представление фракционного состава полимеров делает возможным использование результатов геля проникающего анализа при моделировании фракционного состава полимеров в процессах синтеза полимеров и деструкции полимера, проводимых в растворе.

Для перехода к фракционному составу и оценки среднестатистических характеристик полимера рассмотрим интегральную характеристику молекулярно-массового распределения. Она показывает, как изменяются суммарные весовые доли фракций полимера (w) с изменением их молекулярного веса.

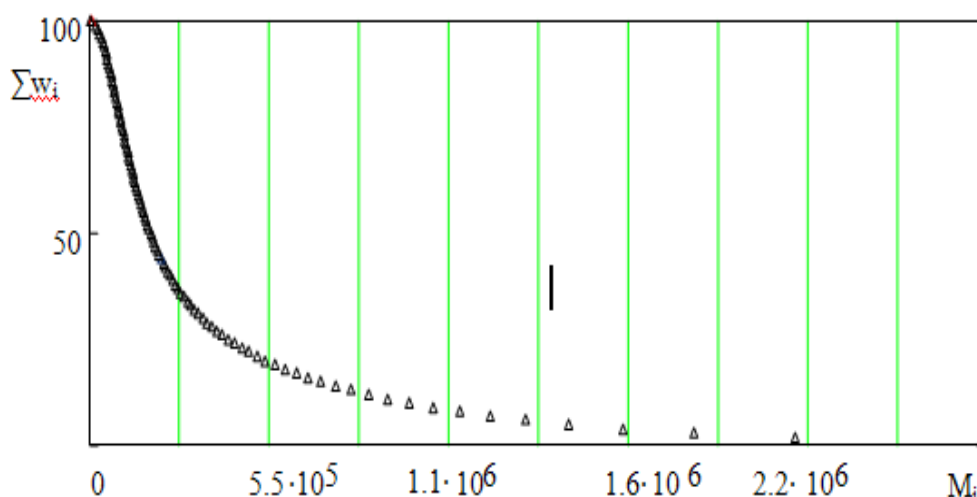


Рис. 2. Интегральная функция молекулярно - массового распределения

Хроматограмма, представленная не в линейных координатах разбивается на равные части через одинаковые dM (рис. 2).

Для каждого M_i рассчитываются w_i ($i \in \{1, 2 \dots N\}$). $N = M_{\max}/dM$.

Для расчета межтабличных значений w_i используется метод интерполяции степенным многочленом второго порядка по каждому трем значениям теоретических фракций.

Далее численно определяются весовые доли фракций

$$dw_i = w_{i+1} - w_i, \quad i \in \{1, 2 \dots N - 1\}, dw_N = 0. \quad (4)$$

Расчет среднестатистических характеристик полимеров производится в этом случае по следующим зависимостям

$$\overline{M}_w = \frac{\sum_{i=1}^N M_i \cdot dw_i}{\sum_{i=1}^N dw_i}, \quad (5)$$

$$\overline{M}_w = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{dw_i}{M_i} \right)}. \quad (6)$$

На рис.3. проиллюстрирован пример полученного дискретного молекулярно-массового распределения по результатам восстановления фракционного состава полимера.

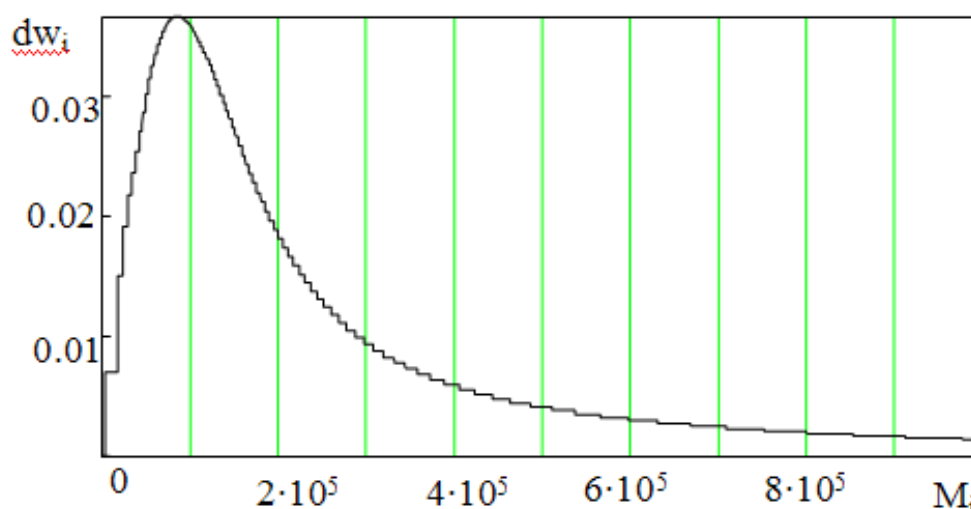


Рис. 3. Дискретное представление фракционного состава полимера

Результаты. Сравнение рассчитанных средних молекулярных масс, полученных по результатам расчета дискретного фракционного состава и результатам хроматографии показало отклонение менее 1%, что позволяет использовать полученную методику для обработки данных эксклюзивной хроматографии в научных исследованиях и практи-

ческих задачах.

Библиографический список

1. Практическое руководство по определению молекулярных весов полимеров / А. И. Шатенштейн и др. – М.: Издательство «Химия», 1964г. –188 с.

УДК 681.3.06

ДООО «Газпроектинжиниринг», программист 1 категории
отдела автоматизации проектных работ Т.В. Корелина

Россия, г.Воронеж, тел.: (473) 226-36-88
E-mail: tkorelina@GASP.RU

ДООО "Gazprojectengineering", Programmer of 1 category
of department of automation of project works T.V. Korelina

Russia, Voronezh, ph.: (473) 226-36-88
E-mail: tkorelina@GASP.RU

Т.В. Корелина

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ САПР ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

В данной статье рассматривается пример комплексной САПР проектной организации.

Ключевые слова: САПР, технология проектирования, единое информационное пространство, проектировщик, база данных

T.V. Korelina

TECHNOLOGY OF DESIGN OF COMPLEX CAD DESIGN ORGANIZATION

This article describes an example of an integrated CAD design organization.

Keywords: CAD, design technology, unified information space, designer, database.

Современный рынок проектных работ

требует перехода на новые технологии. Заказчики всё чаще обращают внимание не только на стоимость проекта, но и на техни-

ческое оснащение организации, ее способность в сжатые сроки выпустить качественный проект. Наряду с бумажными документами уже нередко фигурируют исходные электронные файлы, информационная и трехмерная модель проектируемого объекта. Все это вынуждает проектные организации повышать уровень технического оснащения – предприятия покупают компьютерную технику и программное обеспечение для автоматизации процессов проектирования.

Считавшийся до недавнего времени стандартным подход компаний при покупке САПРовских решений (продажа программного обеспечения, обучение будущих поль-

зователей и предоставление технических консультаций специалистам заказчика) оказывается явно недостаточным. Необходимо проведение комплексной автоматизации, не только обеспечивающей потребности максимального количества проектных специальностей, но и корректную передачу данных между рабочими местами различного назначения, создание единого информационного пространства. Только это позволяет существенно повысить качество выпускаемой документации, уменьшить количество ошибок, сократить сроки проектирования и тем самым обеспечить необходимую эффективность инвестиций в САПР.



Рис.1. Модульная структура системы автоматизации работы в AutoCAD

Одна из главных задач комплексной автоматизации – создание единого информационного пространства. Что мы имеем в виду, используя этот термин? В нашем случае

единое информационное пространство включает в себя САПР AutoCAD, ЭДО LotsiaPDMPlus и базу данных продукции предприятия (собственная разработка).

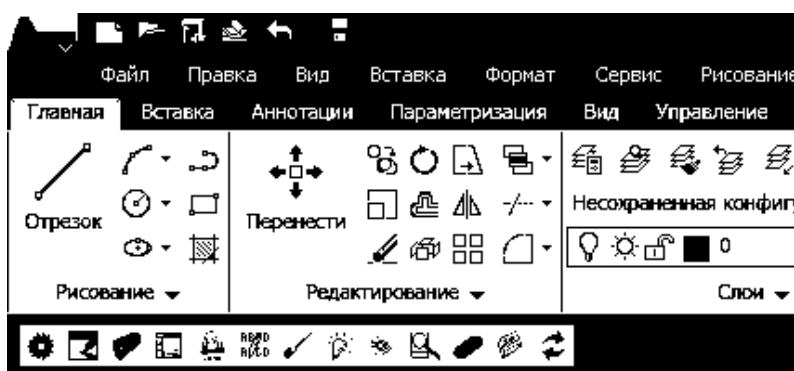


Рис. 2. Вид разработанного меню в AutoCAD

Поскольку работа с графической информацией в нашей организации осуществляется на базе AutoCAD, для обеспечения различных специалистов надежным меха-

низмом обмена ей необходима строгая регламентация. Именно поэтому на предприятии был разработан стандарт по работе в среде AutoCAD, описывающий как об-

щие принципы использования «электронного кульмана», так и правила для представителей каждой конкретной специальности: применение масштабов,

слоев, цветов, типов и весов линий, текстовых и размерных стилей, блоков и штриховок, стилей печати, вплоть до правил именования файлов.

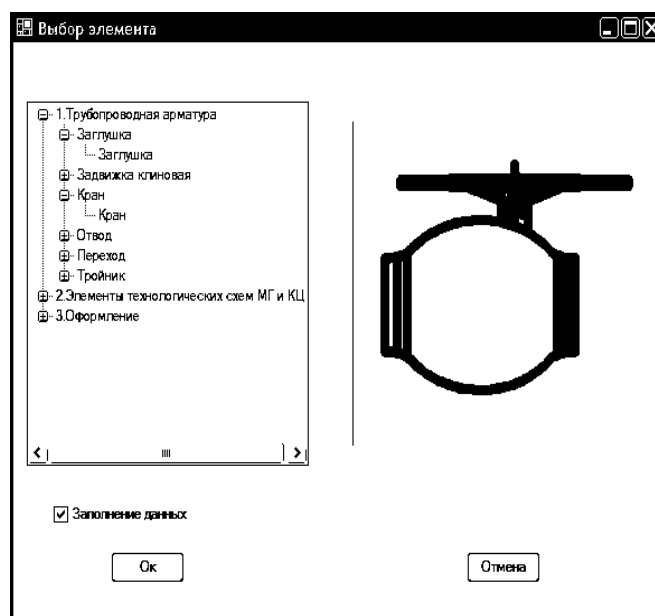


Рис. 3. Диалоговое окно «Выбор элемента»

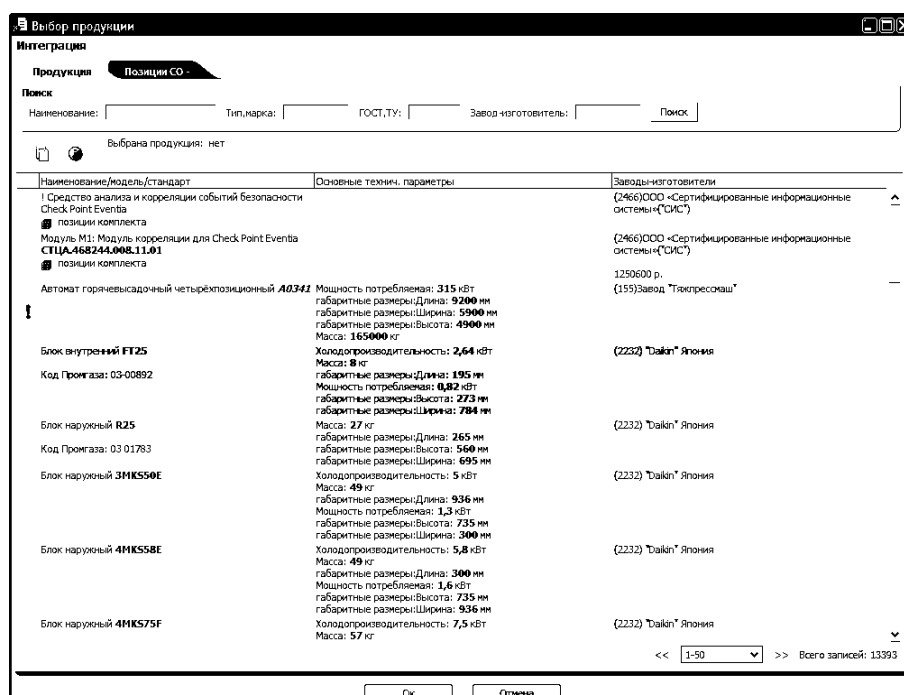


Рис. 4 Диалоговое окно выбора продукции

Для удобства работы пользователя едином информационном пространстве весь функционал был вынесен в отдельное меню

AutoCAD, представленное на рис. 2.

Теперь, если проектировщику надо провести трубу, он просто выбирает ее из

меню и ведет в соответствии с необходимой технологией. При этом графический элемент автоматически попадает на отведенный ему стандартом слой и имеет все требуемые атрибуты (цвет, вес и т.д.).

Для вставки элемента из графической базы данных откроется диалоговое окно «Выбор элемента» рис.3, из которого выбирается необходимый элемент из уже существующей графической базы элементов.

При активном переключателе «Заполнение из БД» получаем связь графического элемента с параметрами элементов, экспортируемыми из БД продукции предприятия. Для этого необходимо выбрать нужный продукт из диалогового окна базы.

Сейчас, когда работа по созданию единого информационного пространства находится на завершающем этапе, можно подвес-

ти некоторые итоги. Прежде всего, следует отметить, что на предприятии значительно повысилась производительность труда. Это стало возможно благодаря:

- использованию централизованной БД продукции при разработке проекта;
- целостности и преемственности проектных данных между отделами;
- использованию централизованного архива проектов в электронном виде;
- увеличению прозрачности проектирования за счет инструментов, осуществляющих контроль в режиме реального времени.

Библиографический список

1. Зуев С.А., Полищук Н.Н. САПР на базе AutoCAD - как это делается. — СПб.: БВХ-Петербург, 2004. - 1168 с.

УДК 004.932.2

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Прикладной информатики и информационных систем»
канд. техн. наук, доцент Д.В. Сысоев
студент 4-го года обучения О.Н. Жданов
студент 4-го года обучения В.С. Арапов*

*Россия, г.Воронеж, тел.: (473) 276-39-72
E-mail: slava.arapov@gmail.com*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, chair "Applied informatics and information systems"
Ph. D. in Engineering, associate professor D.V. Sysoev
student of the 4th year of training O.N. Zhdanov
student of the 4th year of training V.S. Arapov*

*Russia, Voronezh, ph.: (473) 276-39-72
E-mail: slava.arapov@gmail.com*

О.Н. Жданов, В.С. Арапов, Д.В. Сысоев

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОМЕРНОГО ЗНАКА АВТОМОБИЛЯ

В данной статье рассматривается проблема автоматизированного определения регистрационного номерного знака автомобиля. Для решения этой проблемы рассматриваются две подзадачи – выделение номерной пластины и распознавание символов на ней.

Ключевые слова: автомобильные номера, распознавание образов, распознавание символов, шаблонный метод, бинаризация.

O.N. Zhdanov, V.S. Arapov, D.V. Sysoev

THE AUTOMATED DEFINITION REGISTRATION PLATE OF THE CAR

This article addresses the problem of automated determination registration plate of the vehicle. To solve this problem, we consider two sub-tasks - selection and recognition of license plate characters on it.

Keywords: license plates, pattern recognition, character recognition, template method, binarization

Введение. В данной статье рассматривается проблема автоматизированного опре-

деления регистрационного номерного знака автомобиля. Программный продукт, применяемый в данной системе, может быть применен в очень широком спектре задач, свя-

занных с автотранспортом.

Для решения задачи определения регистрационного номерного знака выделяются две подзадачи: выделение самой номерной пластины и распознавание символов на ней.

Решение подзадачи распознавания происходит в три этапа – изображение предварительно обрабатывается с целью повышения качества изображения, на нем выделяются отдельные символы, которые, впоследствии, распознаются.

Методы распознавания. При распознавании текста используются следующие процедуры: а) предварительная обработка изображения; б) выделение отдельных символов изображения; в) распознавание символов изображения.

Предварительная обработка изображения, включающая в себя, фильтрацию помех, шумов, выравнивания гистограмм и применение специальных фильтров, применяется всегда, после получения изображения.

Далее происходит процедура выделения отдельных символов на изображении.

Заключительная процедура – распознавания полученных символов изображения.

На данный момент используются три различных подхода к распознаванию символов изображения – структурный, шаблонный и признаковый.

В структурном подходе распознавания объект описывается как граф, чьи узлы являются элементами входного объекта, а дуги – пространственными отношениями между ними. При таком подходе обычно подаются на вход векторные изображения. Элементами структуры символа являются составляющие этот символ линии.

Шаблонный подход заключается в преобразовании каждого символа в растровое изображение и последующим сравнением его с шаблонами в базе. Выбирается шаблон, у которого наименьшее количество точек, отличающихся от распознаваемого изображения. Такой подход очень быстр и точен, но только при условии работы с теми шрифтами, которые внесены в базу шаблонов.

Признаковый подход и его методы ба-

зируются на применении усредненного изображения каждого отдельного символа распознаваемого изображения, которое представляется как объект в N – мерном пространстве признаков. N – мерный вектор, получаемый при распознавании изображения сравнивается с эталонными, и приписывается к тому, который подходит больше прочих.

Скелетные образы. Для дальнейшего распознавания символ подвергают так называемой процедуре скелетизации. Для этого применяют один из следующих методов.

Метод Щепина. В этом методе в каждом внутреннем и внешнем контуре распознаваемого изображения определяют исходные левые верхние точки.

Вокруг каждой очередной из них определяют расположение восьми соседних точек. Рассматриваемую точку удаляют, при условии, если она не оказывается концевой, и если после этого соседние точки все ещё образуют связное множество.

Когда исходная и соседние точки проанализированы и, возможно, удалены, рассматривают следующую точку контура, так, чтобы при этом остаться на границе распознаваемого изображения. Процесс удаления точек контура происходит до тех пор, пока не останутся только не удаляемые точки.

Метод скелетизации с шаблонами. Целью формирования скелетного изображения применяются шаблоны для удаления лишних пикселей где знаком «X» отмечены пиксели любого цвета (рис. 1). В любой области распознаваемого изображения, согласно одному из шаблонов удаляется центральный черный пиксель. Изображение просматривается несколько раз, пока не останется подходящих для удаления пикселей.

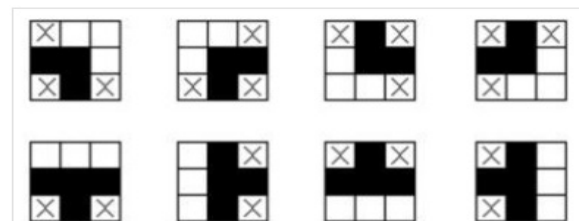


Рис. 1. Шаблоны скелетизации

С целью подготовки к этапу распознавания изображения, в получившемся скелете выделяются ключевые точки соединения нескольких ребер скелета и концевых точек.

После получения описания скелета, в нем производят огрубляющую предобработку,

которая состоит в объединении близких триодов и удалении коротких линий.

Нейронные сети. Главное достоинство применения искусственных нейронных сетей в системах распознавания образов заключается в их самостоятельном обучении.

Таблица 1.

Задача распознавания символов.

Дано	Черно-белое изображение буквы или цифры размером 30×30 пикселей.	Входной вектор из $30 \times 30 = 900$ двоичных символов
Необходимо	Определить букву или цифру ($13 + 10 = 23$ символа)	Построить нейронную сеть с 900 входами и 23 выходами, которые помечены символами. К примеру, если на вход подаётся картинка с цифрой «1», то максимальное значение выходного сигнала – на выходе «1»

После того, как поставлена задача выбирается тип нейронной сети и её обучение.

Обучение нейронной сети представляет собой многократное сопоставление изображений с конкретным символом в нейронной сети. После анализа изображения получаем выход нейронной сети, необязательно верный. Зная правильный ответ, желаемый выход, к примеру, для символа «1» будет таким: (1, 0, 0, ..., 0), для символа «2» - (0, 1, 0, ..., 0) и т.д.

Чем больше изображений с символами используется для обучения, тем меньше ошибок будет в работе нейронной сети. После того, как нейронная сеть обучится, можно использовать её на практике.

Анализ методов показал, что наиболее подходящим является шаблонный метод: искажения данных из-за грязных номеров или неудачной фотографии не критичны, в номерах используется один шрифт, 23 символа (13 букв, 10 цифр).

Бинаризация изображения. Для процедур сегментации и распознавания требуется бинарное изображение, которое состоит только из черных и белых пикселей. Преобразование исходного цветного изображения осуществляется за несколько этапов.

Сначала исходное изображение преобразуется в черно-белое, распознаётся и выре-

зается местоположение номера.

Далее производится процедура бинаризации с 50% черных пикселей (рис. 2).

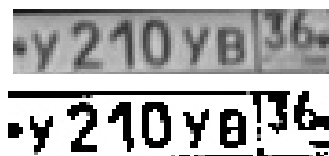


Рис. 2. Номерной знак до бинаризации и после бинаризации

Далее применяется фильтр позволяющий увеличить контраст обрабатываемого изображения. Затем снова следует процедура бинаризации (рис. 3).

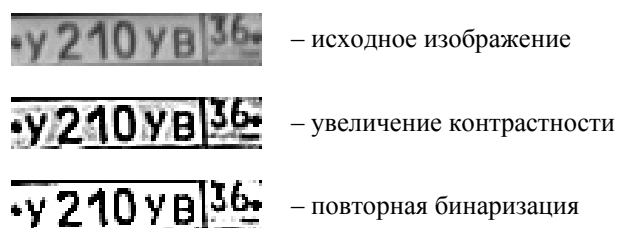


Рис. 3. Отфильтрованное изображение

Отфильтрованное изображение подлежит сегментации. Выделение символов проводится слева направо. Ищется точка, которая, возможно, принадлежит символу. Так как на номере возможна тень, верхние и

нижние точки не учитываются. От выбранной точки строится четырехсвязная область и выделяется символ. Исходя из ГОСТ Р 50577-93, ширина области имеет определённые границы, и символы не сольются друг с другом. В результате получаются границы, в которых расположен символ. Далее осуществляется переход к следующей точке, принадлежащей другому символу и т.д. Некоторые из полученных областей отбрасываются, остаётся 8 символов для распознавания (рис. 4).



Рис. 4. Результат работы сегментации

Задача распознавания изображения упрощается, так как от положения распознаваемой области понятно, буква или цифра должна получиться в результате.

После сравнения каждого символа с

эталоном, имеем 10 или 13 оценок для каждой области. Символ с максимальной оценкой – подходящий.

Выводы. Безусловно, распознавание регистрационных номеров автомобилей – не самая простая задача, однако крайне необходимая и вполне выполнимая. Системы распознавания номеров полезны для ГИБДД, автоматизированных парковок и других учреждений и организаций. Развитие подобных программных систем позволит автоматизировать и упростить многие задачи.

Библиографический список

1. Д.А.Тархов. Нейронные сети. Модели и алгоритмы. (Справочник.) М., Радиотехника, 2005, 328 с
2. Р.Дуда, П.Харт. Распознавание образов и анализ сцен. М., Мир, 1976, 512 с
3. ГОСТ Р 50577-93 "Знаки государственные регистрационные транспортных средств. Типы и основные размеры. Технические требования". – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 34 стр.

УДК004.435

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Прикладной информатики и информационных систем», студент 4-го года обучения С.В. Данько
студент 4-го года обучения А.А. Шишкин

Россия, г.Воронеж, тел.: (473) 276-39-72
E-mail: danko@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, chair "Applied informatics and information systems"
student of the 4th year of training S.V. Danko
student of the 4th year of training A.A. Shishkin

Russia, Voronezh, ph.: (473) 276-39-72
E-mail: danko@vgasu.vrn.ru

С.В. Данько, А.А. Шишкин

РЕГУЛЯРНЫЕ ВЫРАЖЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ШАБЛОНОВ ПОИСКА И ЗАМЕНЫ ТЕКСТА

В статье рассматриваются основные понятия в тематике регулярных выражений, их функции, особенности, синтаксис и область применения.

Ключевые слова: регулярные выражения, программирование, формальные языки.

S.V. Danko, A.A. Shishkin

REGULAR EXPRESSIONS AS A TOOL FOR CREATING A SEARCH PATTERNS AND TEXT REPLACING

The article considers the basic concepts in the subject of regular expressions, functions, features, syntax and scope.

Keywords: regular expressions, programming, formal languages.

Термин «регулярные выражения» берет свое начало из дискретной математики, в

этом контексте класс регулярных множеств над конечным алфавитом определяется следующим образом:

1. $\emptyset$ — регулярное множество;

2. $\{\varnothing\}$ ($\varnothing$ — пустое слово) — регулярное множество;

3. $\{a\}$ — регулярное множество для любого a из V (a считается также однобуквенным словом, V — конечный алфавит) [1]. Однако основной областью применения регулярных выражений принято считать сферу информационных технологий, а именно веб-программирование.

Ввиду того, что абсолютное большинство сред разработки и высокоинтеллектуальных языков программирования содержат встроенные модули (часто ими являются методы классов [2]), обеспечивающие работу регулярных выражений, их использование далеко не всегда ограничивается сферой веб-разработки. Даже в таком популярном тек-

стовом редакторе, как Microsoft Word 2010, существуют расширенные возможности поиска и замены текста с помощью регулярных выражений. Их использование помогает в решении абсолютно разных задач, когда возникает необходимость найти, заменить части текстовых шаблонов или символов.

В общем смысле под регулярными выражениями (далее предлагается использовать одно из общепринятых сокращенных названий — RegEx) подразумевается система анализа текста на соответствие строке-образцу, иначе шаблону, которая задает параметры поиска. Регулярные выражения удобны тем, что позволяют подвергнуть найденные данные сложной модификации.

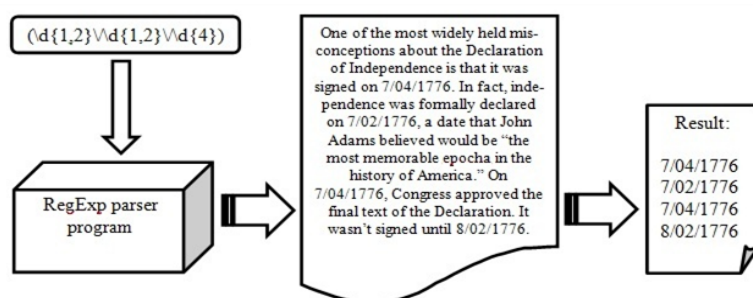


Рис.1. Механизм поиска в тексте данных, соответствующих регулярному отношению

Использование RegEx оправдано тем, что помогает избавиться при парсинге от большого количества мусорной информации и отобрать нужную информацию из текста практически любой длины. Обычно выделяют три основные функции регулярных выражений:

1. Сопоставление (*match*) — проверка строки на заданный шаблон, соответствие текста подстроке-образцу.

2. Поиск (*find*) удобен в случаях, когда необходимо из текста выделить фрагменты, соответствующие данному регулярному выражению (для целей проверки правильности ввода пользовательских данных, для сбора однотипной информации и т.д.)

3. Замена (*replace*) позволяет не только найти удовлетворяющую шаблону информацию, но и заменить в тексте нужные последовательности символов на другие.

Возможности, которые открывает использование регулярных выражений, сложно переоценить: важно научиться их использовать. Синтаксис регулярных выражений — это обычные символы (литералы) и специальные символы (метасимволы) [3]. Таким образом, «страшный» набор символов при достаточном его изучении выглядит достаточно простым: метасимволы для возможности их отличия от обычных экранируются, вся «регулярка» оказывается лишь правилом, на соответствие которому проверяются все подстроки интересующего пользователя текста.

Существуют таблицы, группирующие основные RegEx в классы, удобные для применения. **Якоря** работают в большинстве языков программирования и используются для обозначения начала и окончания слова, строки, текста. **Диапазоны** в контексте регу-

лярных выражений включают граничные значения, группа обозначается круглыми скобками, диапазон – квадратными. **Символьные классы** особенно важны, т.к. определяют тип данных, на соответствие которому составляется регулярное выражение. Символом \s обозначается пробел, \d – цифра, \w – слово. **Кванторы** нужны для определения заданного числа повторений какой-нибудь части шаблона. Если обратиться, к примеру, проиллюстрированному на рисунке 1, первая часть данного регулярного выражения \d{1,2} соответствует одной либо двум цифрам (в нашем случае, это число, обозначающее порядковый номер месяца). **Мета-символы** имеют специальное значение при работе с RegEx, поэтому, если они используются в тексте, их необходимо экранировать.

Полезным инструментом для изучения регулярных выражений является программный продукт под названием RegexBuddy, это мощный инструмент для создания, проверки и отладки регулярных выражений.

Фактически это комплексный справочник, система тестирования и словарь в одном продукте. Примеры и готовые шаблоны, а также построчное объяснение самостоятельно написанных или взятых извне регулярных выражений способны значительно облегчить процесс обучения механизму RegEx. Интерфейс программы представлен на рис. 2.

Таблица 1.

Экранируемые символы и их значения.

Мета-символ	Описание
^	Начало строки
\$	Конец строки
.	Любой символ, кроме переноса строки (\n)
?	0 или 1 (квантор)
*	0 или больше (квантор)
+	1 или больше (квантор)
	Оператор альтернативы (a b)
\	Экранирующий символ

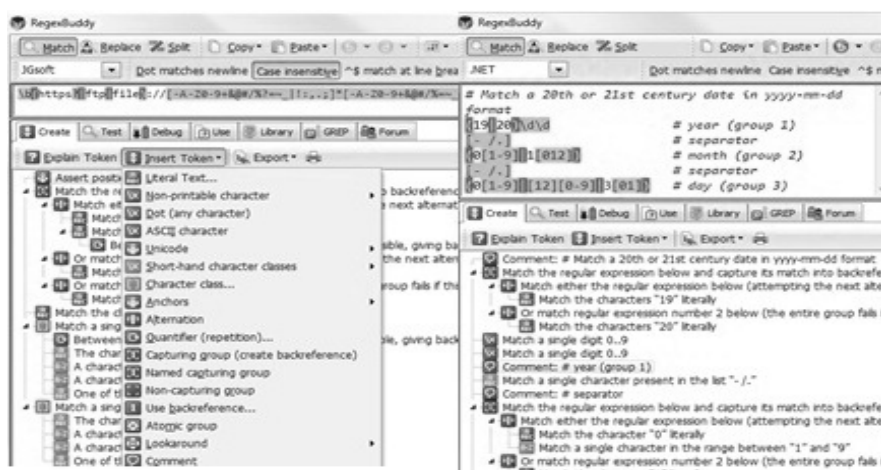


Рис.2. Интерфейс программы RegexBuddy

Библиографический список

1. Сапаров А.Ю., Бельтюков А.П. Применение регулярных выражений в распознавании математических текстов. Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Комп. науки. 2012. № 2. С.63-73.
2. Михаил Купаев. Регулярные выра-

жения. Журнал «Технология Клиент-Сервер». 2001.

3. Жабин В.В. Реализация поисковых запросов на языке регулярных выражений. Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2012. Т. 17. № 1. С. 199-201.