

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

**ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

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

Выпуск №1 (7)

Апрель, 2016

- ♦ **СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
И ТЕОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ**
- ♦ **ПРОБЛЕМНО - ОРИЕНТИРОВАННЫЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**
- ♦ **ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
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:

С.А. Колодяжный, канд. техн. наук, доц.

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, доц.

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

Авдеев В.П., д-р техн. наук, проф.

Акамсина Н.В., канд. техн. наук, доц.

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, 2016

Подписано в печать 26.04.2016. Уч.-изд.л.20,7. Усл.-печ.л.20,8. Тираж: 500 экз. Заказ № 117. 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 ГАСУ
394006, г.Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

Уважаемые коллеги !

Вашему вниманию предлагается очередной выпуск научного издания: Научный вестник Воронежского государственного архитектурно – строительного университета.

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

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

- ¥ интегрированные информационные системы;*
- ¥ математическое моделирование и программирование;*
- ¥ искусственный интеллект и системы принятия решений;*
- ¥ активные системы и философия;*
- ¥ гипотезы, новые идеи и имитационное моделирование;*
- ¥ прикладные вопросы информатизации и многое др.*

Приветствуем своих читателей и приглашаем авторов к активному сотрудничеству.

*Главный редактор серии,
кандидат физ.-мат. наук, доцент*



Д.К. Проскурин

**Кафедра
информационных технологий и автоматизированного
проектирования в строительстве
представляет**

Специальность 230400 Квалификация – магистр

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
И ТЕХНОЛОГИИ**

Специальность 230700 Квалификация – магистр

ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Мы находимся в начале XXI века – века компьютеров и телекоммуникаций, века информации и технологий. Только обладая качественной и достоверной информацией можно добиться успеха в бизнесе и на производстве.

Эти специальности – Ваш шаг в будущее, это:

- ¥ интересная учеба и интересная работа;
- ¥ мир ЭВМ, сетей и телекоммуникаций;
- ¥ интеллектуальные системы, банки данных и базы знаний;
- ¥ бухгалтерские и планово – финансовые системы учета;
- ¥ системы автоматизированного проектирования;
- ¥ интегрированные информационные системы.

Обучение проводится по очной форме, в течение двух лет.

Магистры этих специальностей – это инженеры качественно нового уровня – специалисты в области компьютерных технологий, защиты информации и проектировании систем.

МЫ ЖДЕМ ВАС!

Телефон: (473) 276-39-72

E-mail: informsys_kaf@vgasu.vrn.ru



СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ

<i>Кононов А.Д., Кононов А.А.</i> Анализ статистических характеристик коэффициента эллиптичности и угла ориентации эллипса поляризации в информационной системе управления комплексом технологических машин ...	8	<i>Kononov A.D., Kononov A.A.</i> The analysis of the statistical characteristics of elliptic coefficient and corner of orientation of the ellipse of polarization in an intelligence system of handle of the complex of technological machines	8
<i>Сысоев Д.В.</i> Корреляционные плеяды конфликта, содействия и независимости в социальных группах	13	<i>Sysoev D.V.</i> Correlation pleiads of conflict conflict, contributing and independence in social groups	13
<i>Манохин В.Я., Сазонова С.А.</i> Анализ потокораспределения и формирование структурных графов в задачах безопасного функционирования систем теплоснабжения	25	<i>Manokhin V.Ya., Sazonova S.A.</i> Analysis of formation and structural flow distribution graphs in safe problems of functioning of heat ..	25
<i>Любимова М.А.</i> Моделирование системы дистанционного обучения как системы массового обслуживания	29	<i>Lyubimova M. A.</i> Modelling of system of distance learning as systems of mass service	29
<i>Сысоев Д.В., Швецова А.А.</i> Модель поиска данных в информационно - аналитических системах	31	<i>Sysoev D.V., Shvetsova A.A.</i> Model finding data in the information - analytical systems	31
<i>Жидко Е.А., Кирьянов К.А.</i> Концептуальные положения системного моделирования информационной безопасности хозяйствующего субъекта	33	<i>Zhidko E.A., Kiryanov K.A.</i> Conceptual provisions of the system modeling of information security business entity	33
<i>Сапрыкина А.В., Хаустов И.А., Шупилова Е.А.</i> Математические модели расчета процесса фильтрации газовых гетерогенных систем для различных условий	38	<i>Saprykina A.V., Khaustov I.A., Shipilova E.A.</i> Mathematical models of calculation of process of filtering of gas heterogeneous systems for various conditions	38
<i>Хвостов А.А., Журавлев А.А., Лукина С.И.</i> Математическая модель конвективного охлаждения булочных изделий	43	<i>Khvostov A.A., Zhuravlev A.A., Lukina S.I.</i> Mathematical model of convective cooling bakery products	43
<i>Мезенцев А.Б., Сазонова С.А.</i> Реализация условий однозначности при декомпозиционном подходе к математическому моделированию гидравлических систем	46	<i>Mezentsev A.B., Sazonova S.A.</i> Sales conditions in uniquely compositional approach to mathematical modeling of hydraulic systems	46

ПРОБЛЕМНО - ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Кононов А.Д., Кононов А.А.</i> Информационная система определения координат для автоматического управления движением технологических машин строительного комплекса .	52	<i>Kononov A.D., Kononov A.A.</i> Intelligence system of definition of coordinates for automatic control of a motion of technological machines of the building complex	52
---	----	--	----

<i>Воробьева О.В.</i> К вопросу автоматизации мониторинга доходов госслужащих, проводимого с целью установления и выявления коррупционных составляющих	57	<i>Vorobyova O.V.</i> To the question of automation of the monitoring of the income of government employees which is carried out for the purpose of establishment and identification of corruption components	57
<i>Мезенцев А.Б., Сазонова С.А.</i> Техническая диагностика гидравлических систем с определением несанкционированных отборов рабочей среды	61	<i>Mezentsev A.B., Sazonova S.A.</i> Technical diagnostics hydraulic system bution siphoning working environment	61
<i>Глушкова Е.И.</i> Применения информационных технологий в деятельности органов социальной сферы курской области	65	<i>Glushkova E.I.</i> Applications of information technologies in activity of bodies of the social sphere of kursk region	65
<i>Корелина Т.В., Маковий К.А., Копытина А.А.</i> Использование информационной модели здания в строительном производстве	67	<i>Korelina T.V., Makoviy K.A., Kopytina A.A.</i> The use of building information model in the construction industry	67
<i>Саврасова Л.Н.</i> Возможности смешанного обучения для повышения эффективности познавательной деятельности	71	<i>Savrasova L.N.</i> Possibility of blended learning to improve cognitive activity	71
<i>Хвостов А.А., Шипилова Е.А., Хобланды К.</i> Математическая модель клапанного гомогенизатора молока с учетом развития дефектов клапанов	74	<i>Khvostov A.A., Shipilova E.A., Khoblandy K.</i> Mathematical model of the valvate homogenizer of milk taking into account development of defects of valves	74
<i>Воробьева О.В.</i> К вопросу защиты информации в органах местного самоуправления	78	<i>Vorobyova O.V.</i> The question of information security in local governments	78
<i>Шипилова Е.А., Кулманакова М.М., Парт А.А.</i> Численные схемы для реализации математических моделей расчета процесса фильтрации газовых гетерогенных систем	83	<i>Shipilova E.A., Kulmanakova M.M., Part A.A.</i> Numerical schemes for realization of mathematical models of calculation of process of filtering of gas heterogeneous systems	83
<i>Сазонова С.А.</i> Обеспечение безопасности функционирующих гидравлических систем при решении задачи диагностики утечек	86	<i>Sazonova S.A.</i> Safety functioning hydraulic systems in solving problems finding leaks	86
<i>Любимова М.А.</i> Образовательная программа, как основа управления качеством образовательного процесса	92	<i>Lyubimova M.A.</i> Educational program as basis of quality management of educational process ...	92

ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И СТОХАСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

<i>Глущенко С.В.</i> О построении функций полезности для саморазвивающихся систем	95	<i>Glushchenko S.V.</i> On the construction of utility functions for self-developing systems	95
<i>Жидко Е.А., Лелецкий Д.Н.</i> Методология нейро-нечёткого эвентологического моделирования состязательности конкурирующих сторон	99	<i>Zhidko E.A., Leletskiy D.N.</i> Methodology neuro-fuzzy modeling of eventological competition competing	99
<i>Любимова М.А.</i> Процесс управления качеством образовательного процесса в образовательном учреждении	106	<i>Lyubimova M.A.</i> Quality management of educational process in educational institution ...	106
<i>Сазонова С.А.</i> Вспомогательные задачи диагностики утечек и безопасности функционирования трубопроводных систем	110	<i>Sazonova S.A.</i> Subtask leak diagnosis and safety pipeline systems	110
<i>Кириллов М.С.</i> Применение метода анализа иерархий при выборе комплектации автомобиля ...	114	<i>Kirillov M.S.</i> Application of the method of analysis hierarchies by selecting the vehicle equipment	114

Маковий К.А., Хицкова Ю.В., Герус С.В. Использование метода гибридных оценок в области информационных технологий 120	K.A. Makoviy, Yu.V. Hitskova, S.V. Gerus The use of hybrid method in the field of information technology 120
--	---

АЛГОРИТМЫ, ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Кононова М.С. Алгоритм выбора оптимальной схемы централизованного теплоснабжения жилой застройки 125	Kononova M.S. Algorithm of a select of the optimum scheme of the centralized supply by a heat by a core of building 125
Жданова О.А., Гурович О.В. Анализ длины и массы тела детей воронежского региона с использованием стандартов ВОЗ 129	Zhdanova O.A., Gurovich O.V. Analysis of height and body weight changes of the children in voronezh region using who's standards 129
Хвостов А.А., Журавлев А.А., Хаустов И.А. Ультразвуковой контроль структурно - молекулярных параметров полибутадиена в ходе синтеза 133	Khvostov A.A., Zhuravlev A.A., Khaustov I.A. Ultrasound control of structural and molecular properties of polybutadiene during the synthesis 133
Акимов В.И., Полуказаков А.В., Никулин С.Н. Методы и средства реализации преобразователей на основе "умных" датчиков для систем управления 136	Akimov V.I., Polukazakov A.V., Nikulin S.N. Methods and means of implementation converter based on "smart" sensor for control systems 136
Ошивалов А.В. Адаптация государственной информационной системы электронного межведомственного обмена субъекта российской федерации к работе в среде СМЭВ 3.0 142	Oshivalov A.V. Adaptation of the state information system of electronic interdepartmental exchange of subject of the russian federation to work in the environment of SMP 3.0 142
Минакова О.В., Жданова О.А. Построение региональных справочных показателей физического развития детей воронежской области . 145	Minakova O.V., Zhdanova O.A. Modeling reference indicators physical development of children voronezh region 145
Николенко С.Д., Сазонова С.А. Дистанционное обнаружение утечек в гидравлических системах с целью обеспечения безопасности функционирования при своевременном предупреждении аварий 151	Nikolenko S.D., Sazonova S.A. Remote detect leaks in the hydraulic system to ensure the safe operation at a timely warning accidents 151
Жидко Е.А., Леонов П.М. Информационная безопасность как аргумент эффективности поддержки проектного управления 154	Zhidko E.A., Leonov P.M. Information security as an argument effectively support project management 154
Аскаржанов А.А. Выбор архитектуры системы «Интеллектуальное здание» 160	Askarjanov A.A. Choice of «Intelligent building» system architecture 160



УДК 621.391.1

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Канд. физ.-мат. наук, профессор А.Д. Кононов, Д-р техн. наук, профессор А.А. Кононов
Россия, г.Воронеж, E-mail: kniga126@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Ph. Phy.-Mat. in Engineering, Prof. A.D. Kononov, D. Sc. in Engineering, Prof. A.A. Kononov
Russia, Voronezh, E-mail: kniga126@mail.ru*

А.Д. Кононов, А.А. Кононов

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОЭФФИЦИЕНТА ЭЛЛИПТИЧНОСТИ И УГЛА ОРИЕНТАЦИИ ЭЛЛИПСА ПОЛЯРИЗАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Аннотация: На основе базовых положений магнитоионной теории, описывающей флуктуации параметров двумерного сигнала, распространяющегося в анизотропной магнитоактивной среде канала радиопередачи движущимися технологическими машинами, получены выражения для математических ожиданий и дисперсий коэффициента эллиптичности и угла ориентации поляризационного эллипса информационного сигнала

Ключевые слова: управление машинами, канал связи, поляризационные параметры, статистические характеристики, магнитоактивная среда

A.D. Kononov, A.A. Kononov

THE ANALYSIS OF THE STATISTICAL CHARACTERISTICS OF ELLIPTIC COEFFICIENT AND CORNER OF ORIENTATION OF THE ELLIPSE OF POLARIZATION IN AN INTELLIGENCE SYSTEM OF HANDLE OF THE COMPLEX OF TECHNOLOGICAL MACHINES

Abstract: On the basis of base standings of the magnetic ionic theory featuring fluctuation of parameters of a bivariate signal spreading in the anisotropic magnetic fissile environment of the channel of a radio control by moved technological machines, the expressions for expectations both dispersions of elliptic coefficient and corner of orientation of the polarization ellipse of an information signal are obtained

Keywords: Handle of machines, data link, polarization parameters, statistical characteristics, magnetic fissile environment

Изучение возможностей создания систем дистанционного управления [1,2] движением мобильных объектов (в частности, технологических машин строительного комплекса [3,4]) с использованием связанных спутников приводит к необходимости учета эффектов трансформации поляризационной структуры информационного сигнала при распространении в ионосферном радиоканале.

Эти каналы характеризуются случайными комплексными передаточными функциями, их свойства могут быть описаны только с использованием статистических методов. В связи с тем, что совместное использование систем автоматического управления рабочими органами строительных машин [5-7] с системами дистанционного управления движением этих машин может быть высокоэффективным только при достаточно точном управлении, представляет интерес изучение

© Кононов А.Д., Кононов А.А., 2016

связей между статистическими характеристиками параметров сигнала (включая поляризационные), распространяющегося через магнитоактивную среду, и статистическими характеристиками ионосферного канала.

Поляризационные характеристики электромагнитных волн, прошедших ионосферный канал, определяются параметрами r и $\Delta\varphi = \Delta\varphi_2 - \Delta\varphi_1$. Величина параметра r зависит от угла α , образованного вектором напряженности магнитного поля Земли и направлением распространения волны, а также от соотношения частоты ω электромагнитного поля и ω_H – гиромангнитной частоты электронов в ионосфере [8]

$$r_{1,2} = \frac{2\sqrt{u}\cos\alpha}{u\sin^2\alpha \pm \sqrt{u^2\sin^4\alpha + 4u\cos^2\alpha}}, \quad (1)$$

$$r = r_1 = \frac{1}{r_2}, \quad 0 \leq r \leq 1, \quad u = \left(\frac{\omega_H}{\omega}\right)^2,$$

где индексы 1,2 (и соответственно плюс-минус) определяют параметр r для необыкновенной и обыкновенной волн.

Набеги фаз нормальных волн $\Delta\varphi_1$ и $\Delta\varphi_2$ подвержены значительным изменениям, так как они зависят от траектории распространения L и коэффициентов преломления среды n_1 и n_2 для необыкновенной и обыкновенной волн.

$$\Delta\varphi_1(t) = \frac{\omega}{c} \int_L n_1(t, l) dl, \quad \Delta\varphi_2(t) = \frac{\omega}{c} \int_L n_2(t, l) dl. \quad (2)$$

На характер флуктуаций коэффициентов преломления практически оказывают влияние два фактора – флуктуации электронной концентрации N и флуктуации магнитного поля Земли H . Однако в диапазоне КВ и УКВ флуктуации магнитного поля H , как правило, являются второстепенным фактором по сравнению с флуктуациями электронной концентрации. Поэтому случайный характер изменения поляризационной структуры сигнала, распространяющегося в ионосфере, в основном определяется флуктуациями N , и коэффициенты преломления n_i

можно записать в виде

$$n_i(t, l) = 1 - A_i N(t, l) \quad (i=1,2)$$

$$\text{и} \quad A_i \approx \frac{3.18 \cdot 10^9}{2\omega^2 (1 \pm \sqrt{u}\cos\alpha)}. \quad (3)$$

Зависимость электронной концентрации $N(t, l)$ по траектории распространения можно аппроксимировать как $N(t, l) = N_m(t) f(t, l)$, где $f(t, l)$ – профиль электронной концентрации ионосферного канала, а $N_m(t)$ – максимальная концентрация электронов по траектории распространения. За время прохождения сигнала через канал связи профиль $f(t, l)$ обычно можно считать неизменной функцией. В тоже время максимальная концентрация $N_m(t)$ представляет собой случайный процесс. Следовательно, из (2) и (3) получаем

$$\Delta\varphi_1(t) = C - C_1(t) N_m(t),$$

$$\Delta\varphi_2(t) = C - C_2(t) N_m(t), \quad (4)$$

где $C = \frac{\omega}{c} \int_L dl = \frac{\omega}{c} L'_0$, $C_1(t) = \frac{\omega}{c} A_1 \int_L f(t, l) dl$,

$$C_2(t) = \frac{\omega}{c} A_2 \int_L f(t, l) dl.$$

Приведённые в работе [8] выражения для амплитудных и фазовых поляризационных параметров ортогональных базисов разложения поля сигнала, распространяющегося через магнитоактивную среду, позволяют определить коэффициент эллиптичности $k_p(t)$ и угол ориентации поляризационного эллипса $\vartheta_p(t)$

$$k_p(t) = \frac{b - a}{b + a}, \quad (5)$$

где $a = \sqrt{(1-r)^2 + 2q_{II}(1-r^2)\cos\varphi(t) + q_{II}^2(1+r)^2}$ и $b = \sqrt{(1+r)^2 - 2q_{II}(1-r^2)\cos\varphi(t) + q_{II}^2(1-r)^2}$,

$$\vartheta_p(t) = \frac{1}{2} \arctg \frac{2(1+r^2)\sin\varphi(t)}{\left(\frac{1}{q_{II}} - q_{II}\right)(1-r^2) + 4r\cos\varphi(t)}. \quad (6)$$

Ввиду относительной сложности выражений для поляризационных параметров волны, распространяющейся в ионосфере, точное определение их статистических характеристик затруднительно. Однако, учитывая, что величина $\xi(t)$, равная $\frac{\Delta N(t)}{\bar{N}(t)}$, где $\Delta N(t)$ – случайное отклонение электронной плотности от её среднего значения $\bar{N}(t)$, много меньше единицы, можно относительно просто вычислить приближенно статистические характеристики поляризационных параметров.

В выражениях (7), (8)

$$\varphi(t) = \delta_{OI} + C_0(t)\bar{N}(t)[1 + \xi(t)], \quad (7)$$

где, $\xi(t)$ – величина, распределённая по нормальному закону с нулевым средним. Используя методику, приведенную в [9], в предположении стационарности случайного процесса $N_m(t)$ и малого изменения параметров канала $C_i(t)$ за время прохождения сигнала [10], получим для коэффициента эллиптичности k_p и угла ориентации распространяющегося двумерного сигнала управления

$$\langle k_p \rangle = \frac{\sqrt{\ell - \cos \tilde{\varphi}} - \sqrt{m + \cos \tilde{\varphi}}}{\sqrt{\ell - \cos \tilde{\varphi}} + \sqrt{m + \cos \tilde{\varphi}}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{C_0^2(\ell + m)}{\eta^2(m + \ell + 2\eta)} \times$$

$$\times \left[\eta \cos \tilde{\varphi} - \sin \tilde{\varphi} (m - \ell + 2 \cos \tilde{\varphi}) \cdot \left(\frac{1}{2\eta} + \frac{1}{m + \ell + 2\eta} \right) \right] \cdot \sigma_N^2 \quad (8)$$

$$\langle \vartheta_p \rangle = \frac{1}{2} \cdot \langle \delta_{OP} \rangle = \frac{1}{2} \left(\arctg \frac{\sin \tilde{\varphi}}{V_1} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2} \cdot \frac{u_1 [4V_1 \theta \sin \tilde{\varphi} - \sin 2\tilde{\varphi}] - \frac{1}{2} \lambda \gamma \sin \tilde{\varphi} [V_1^2 + \sin^2 \tilde{\varphi}]}{[V_1^2 + \sin^2 \tilde{\varphi}]^2} \cdot C_0^2 \sigma_N^2 \right) \quad (9)$$

В этой записи $C_0 = C_0(t_1) = C_0(t_2)$, $\bar{N} = \bar{N}(t_1) = \bar{N}(t_2)$ имеют смысл значений, характерных для данных времени года, суток, периода солнечной активности медленно меняющихся параметров канала распространения, соответствующих рассматриваемому моменту наблюдения, $\langle \rangle$ – символ усреднения, $\varphi(t) = \delta_{OI} + C_0(t)\langle N(t) \rangle$.

В приведенных выражениях

$$u_1(t) = \frac{1}{2} \lambda \gamma \cos \tilde{\varphi}(t) + 2\theta,$$

$$V_1(t) = \frac{1}{2} \lambda \gamma + 2\theta \cos \tilde{\varphi}(t),$$

$$\theta = \frac{r}{1+r^2},$$

$$\lambda = \frac{1 - q_{II}^2}{q_{II}}, \quad \gamma = \frac{1 - r^2}{1 + r^2},$$

$$\ell = \frac{1 + a^2 q_{II}^2}{2q_{II}a}, \quad m = \frac{a^2 + q_{II}^2}{2aq_{II}},$$

$$\eta^2(t) = m\ell + \frac{(1 - a^2)(1 - q_{II}^2)}{2q_{II}a} \cos \tilde{\varphi}(t) - \cos^2 \tilde{\varphi}(t),$$

$$a = \frac{1 - r}{1 + r}.$$

Выражения для корреляционных функций коэффициента эллиптичности и угла ориентации достаточно объемны, однако, в предположении стационарности случайного процесса $N_m(t)$ можно записать дисперсии коэффициента эллиптичности и угла ориентации

$$\sigma_k^2 = \frac{(\ell + m)^2 C_0^2 \sigma_N^2 \sin^2 \tilde{\varphi}}{\eta^2 (m + \ell + 2\eta)^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{C_0^4 (m + \ell)^2 \sigma_N^4}{\eta^4 (m + \ell + 2\eta)^2} \times \left[\eta \cos \tilde{\varphi} - \sin^2 \tilde{\varphi} (2 \cos \tilde{\varphi} + m - \ell) \left(\frac{1}{2\eta} + \frac{1}{m + \ell + 2\eta} \right) \right]^2 \quad (10)$$

$$\sigma_g^2 = \frac{1}{4} \cdot \sigma_{\delta_0}^2 = \frac{1}{4} \cdot \left(- \frac{C_0^2 u_1^2 \sigma_N^2}{(V_1^2 + \sin^2 \tilde{\varphi})^2} + \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{u_1 (40\theta_1 \sin \tilde{\varphi} - \sin 2\tilde{\varphi}) - \frac{1}{2} \lambda \gamma \sin \tilde{\varphi} (V_1^2 + \sin^2 \tilde{\varphi})}{(V_1^2 + \sin^2 \tilde{\varphi})^2} \right]^2 \times C_0^4 \sigma_N^4 \right) N^4 \quad (11)$$

В качестве иллюстрации на рисунке приведены средние значения и дисперсии коэффициента эллиптичности и угла ориентации принимаемой волны для трёх стацио-

нарных поляризаций поля излучения – ортогональные циркулярно-поляризованные колебания и сигнал с горизонтальной линейной поляризацией.

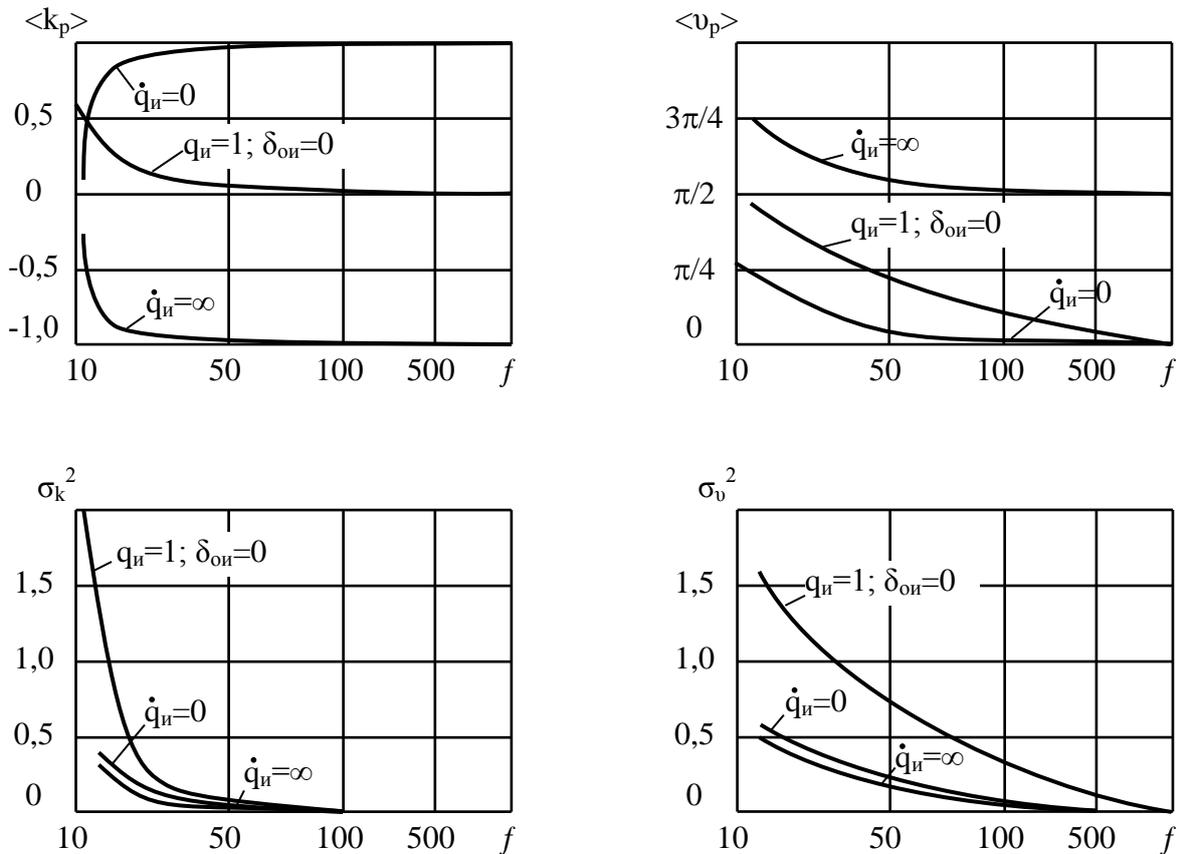


Рис. Частотные зависимости математических ожиданий и дисперсий коэффициента эллиптичности и угла ориентации принимаемого сигнала

Полученные результаты характеризуют степень разброса значений различных поляризационных параметров при распространении сигнала в магнитоактивной среде и, могут быть использованы для повышения помехозащищённости радиоэлектронных систем автоматического управления работой технологических машин строительного комплекса.

Библиографический список

1. Авдеев Ю.В. Сравнительный анализ фазовых методов определения координат в задачах дистанционного автоматического управления машинами дорожно-строительного комплекса / Ю.В.Авдеев, А.Д.Кононов, А.А.Кононов, Н.А.Варданян // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2014. – № 1. – С. 86–93.

2. Кононов А.А. Развитие научных основ повышения эффективности управления рабочими процессами землеройно-транспортных машин // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. Воронеж, 2007.

3. Авдеев Ю.В. Устройство цифровой обработки выходных сигналов координатной системы для дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / Ю.В.Авдеев, А.Д.Кононов, А.А.Кононов, Н.А.Варданян // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2011. – № 10. – С. 74–79.

4. Кононов А.Д. Алгоритм обработки сигналов датчиков системы следящего дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / А.Д.Кононов, Ю.В.Авдеев, А.А.Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2009. – № 3–4. – С. 95–99.

5. Устинов Ю.Ф. Повышение эффек-

тивности процесса разработки грунта косо-поставленным отвалом землеройно-транспортной машины / Ю.Ф.Устинов, А.Д.Кононов, А.А.Кононов, С.А.Иванов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2008. – № 1. – С. 69–72.

6. Кононов А.А. Экспериментальное определение уровня опорных сигналов для системы автоматического управления рабочим органом автогрейдера / А.А.Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2000. – № 7–8. – С. 99–101.

7. Кононов А.А. Разработка системы автоматического управления рабочим органом землеройно-транспортной машины // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 1998.

8. Маршаков В.К., Кононов А.Д., Кононов А.А. Плотности вероятности параметров поляризации сигнала, распространяющегося в магнитоактивной среде. // Сб. докладов IX научно-технической конференции «Радиолокация, навигация, связь». – Воронеж. – 2003, Т.3, С.1865–1870.

9. Кононов А.Д. Исследование возможностей создания координирующего программного устройства для реализации алгоритмов автоматического управления движением мобильных объектов / А.Д.Кононов, А.А.Кононов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж. – 2015. – № 1. – С. 9–13.

10. Авдеев Ю.В. К вопросу исследования радиоволнового канала системы дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / Ю.В.Авдеев, А.Д.Кононов, А.А.Кононов, В.Н.Аникин // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2010. – № 10. – С. 86–92.

УДК 62-50

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, канд. техн. наук, доцент Д.В. Сысоев
Россия, г. Воронеж, E-mail: sysoevd@yandex.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Ph. D. in Engineering, associate professor D.V. Sysoev
Russia, Voronezh, E-mail: sysoevd@yandex.ru

Д.В. Сысоев

КАТЕГОРИИ КОНФЛИКТА, СОДЕЙСТВИЯ И НЕЗАВИСИМОСТИ В СОЦИАЛЬНЫХ ГРУППАХ НА ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ПЛЕЯД

Аннотация: Рассматриваются возможности использования методов анализа канонических корреляционных плеяд с целью изучения взаимоотношений, возникающих среди участников социальной группы, анализа ядер конфликта, содействия и безразличия

Ключевые слова: конфликт, взаимодействие, модель, достижимость, функционирование, состояние

D.V. Sysoev

CATEGORIES OF CONFLICT, CONTRIBUTING AND INDEPENDENCE IN SOCIAL GROUPS ON THE BASIS OF BUILD-UP OF CORRELATION PLEADS

Abstract: The possibilities of usage of methods of the analysis of canonical correlation pleads are considered with the purpose of learning mutual relation originating among the participants of social group, analysis of kernels of conflict, contributing and indifference

Keywords: conflict, cooperation, model, reachability, functioning, condition

Как и ранее в [1], предположим, что на промежутке времени $t \in T$ действует некоторая социальная группа (СГ). Под СГ будем понимать целеустремленную систему $S = \{S_i\}_{i=1, \overline{N}}$, участниками которой являются целеустремленные индивидуумы S_i , умышленно сопродуцирующее достижение общей цели W [2]. В соответствии с определением, для каждого индивидуума S_i существует своя локальная цель W_i , достижение которой оценивается полезностью $X_i(t) \in \Delta_i$, $i = \overline{1, N}$, а достижение общей цели – полезностью $X_0(t) \in \Delta_0$.

Заметим, что наличие общей цели всем не означает, что участники группы не могут конфликтовать по поводу своих полезностей, по поводу других целей или по поводу действий по достижению целей. Они могут находиться во взаимоотношениях содействия, безразличия или независимости между собой, а ситуация взаимовлияний в группе характеризует целостные свойства системы S . При этом предполагается, что каждый участник S_i в момент времени $t = t_k$ может иметь как прямые контакты с другими участниками СГ, так и через посредников,

образуя так называемые отношения достижимости для группы участников $\{S^i\}_{n_i}$ ($\{S^i\}_{n_i} : \forall S_j \in \{S^i\}_{n_i}, S_i \bar{d} S_j$), \bar{d} - отношение достижимости, причем считается, что $S_i \in \{S^i\}_{n_i}$, т.е. $S_i \bar{d} S_i$. С течением времени они (контакты) могут исчезать и появляться, видоизменяться, образуя бинарные отношения конфликта - $>I$, содействия - $>I_c$, безразличия - $>I_6$ и независимости - $>I_n$.

В соответствии с введенными в [3, 4, 5] определениями будем говорить, что:

- S_i конфликтует с S_j ($S_i >I S_j$), если $S_i \bar{d} S_j$ и действие S_i на S_j таково, что функция $X_j(t)$ убывает (действие S_i снижает полезность S_j);
- S_i содействует S_j ($S_i >I_c S_j$), если $S_i \bar{d} S_j$ и действие S_i на S_j таково, что функция $X_j(t)$ возрастает (действие S_i повышает полезность S_j);
- S_i вступает в отношение безразличия с S_j ($S_i >I_6 S_j$), если $S_i \bar{d} S_j$ и действие S_i на S_j таково, что функция $X_j(t)$ не изменяется (действие S_i не меняет полезность S_j);
- S_i вступает в отношение независимости с S_j ($S_i >I_n S_j$), если $S_i \bar{d} S_j$, \bar{d} - отношение не достижимости (участник S_j не достижим из S_i).

Понятно, что аналогичные определения

можно дать и для участника S_j в условиях контрадостижимости $S_i \bar{d} S_j$ (для первых трех) и не достижимости $S_j \bar{d} S_i$ (для последнего), а также при $i, j = 0$.

Рассмотрим более детально механизм формирования этих отношений. Для этого определим для каждого участника множество действий в виде $\Delta_i = \{\delta_{i1}, \delta_{i2}, \dots, \delta_{im_i}\}$ и для СГ - $\Delta_0 = \times\{\Delta_i\}$, \times - символ декартового произведения. В факторном пространстве человеческих способностей, величины $\delta_{i1}, \delta_{i2}, \dots, \delta_{im_i}$ представляют собой возможные изменения как активные, так и пассивные в поведении индивидуума при достижении W в зависимости от его способностей, интеллигентности и др. В этих условиях $\forall S_i, i = \bar{1}, N$ естественно предположить наличие функций $X_i(t) = X_i(\delta_{i1}, \delta_{i2}, \dots, \delta_{im_i}, t)$ и для S - функции $X_0(t) = X(\times\{\delta_{i1}, \delta_{i2}, \dots, \delta_{im_i}\}, t)$.

Выберем произвольно двух участников $S_i, S_j \in S$ с $X_i(t) = X_i(\Delta_i, t)$ и $X_j(t) = X_j(\Delta_j, t)$. Предположим, что $S_i \bar{d} S_j$. Тогда в каждый момент времени $t = t_k$ в условиях одностороннего действия участника S_i (изменения значений величин $\delta_{i1}, \delta_{i2}, \dots, \delta_{im_i}$) можно говорить о существовании производных вида $X'_i(t_k) = \partial X_i(\Delta_i, t_k) / \partial \Delta_i$ и $X'_j(t_k) = \partial X_j(\Delta_j, t_k) / \partial \Delta_j$, причем каждая из этих производных может принимать значения $> 0, = 0, < 0$. Другими словами в условиях действия S_i в точке $t = t_k$ при $X'_i(t_k) > 0, X'_j(t_k) > 0$ полезности соответственно возрастают (обозначим это в виде $X_i(t_k)^+, X_j(t_k)^+$), при $X'_i(t_k) < 0, X'_j(t_k) < 0$ полезности соответственно убывают (обозначим это в виде $X_i(t_k)^-, X_j(t_k)^-$) и при $X'_i(t_k) = 0, X'_j(t_k) = 0$ полезности соответственно не изменяются (обозначим это в виде $X_i(t_k)^0, X_j(t_k)^0$).

Рассматривая теперь введенные отношения можно говорить о некотором базисе \mathfrak{R}_i отношений в условиях действия S_i и $S_i \bar{d} S_j$ ($\mathfrak{R}_i = \{S_i > I S_j: \{(X_i(t_k)^-, X_j(t_k)^-), (X_i(t_k)^0, X_j(t_k)^0), (X_i(t_k)^+, X_j(t_k)^+)\}; S_i > I_c S_j: \{(X_i(t_k)^-, X_j(t_k)^+),$

$(X_i(t_k)^0, X_j(t_k)^+), (X_i(t_k)^+, X_j(t_k)^+)\}; S_i > I_b S_j: \{(X_i(t_k)^-, X_j(t_k)^0), (X_i(t_k)^0, X_j(t_k)^0), (X_i(t_k)^+, X_j(t_k)^0)\}$). Подробно об этом можно найти в [4].

Аналогичный базис \mathfrak{R}_j можно построить и в условиях действия S_j при $S_i \bar{d} S_j$.

Более сложная картина взаимоотношений возникает в условиях совместных действий S_i и S_j при $S_i \bar{d} S_j, \bar{d}$ - отношение взаимодостижимости. Но и здесь существует аналогичный базис \mathfrak{R}_{ij} , состоящий как и ранее из девяти возможных отношений, формирование которых зависит от конкретных значений соответствующих производных функций полезностей.

Рассмотрим статистический подход к анализу взаимоотношений в условиях $S_i \bar{d} S_j$. Предположим, что функции полезностей представляются линейными формами вида:

$$X_i(t) = \lambda_{i1} \delta_{i1}(t) + \lambda_{i2} \delta_{i2}(t) + \dots + \lambda_{im_i} \delta_{im_i}(t),$$

$$(X_i(t) = \Lambda_i \cdot \Delta_i);$$

$$X_j(t) = \lambda_{j1} \delta_{j1}(t) + \lambda_{j2} \delta_{j2}(t) + \dots + \lambda_{jm_j} \delta_{jm_j}(t),$$

$$(X_j(t) = \Lambda_j \cdot \Delta_j);$$

$$\Lambda_i = (\lambda_{i\mu_i})_{\mu_i=1, m_i}, \Lambda_j = (\lambda_{j\mu_j})_{\mu_j=1, m_j}, \sum_{\mu_i} \lambda_{i\mu_i} = 1,$$

$$\sum_{\mu_j} \lambda_{j\mu_j} = 1.$$

В этом случае, корреляцию между этими линейными формами по аналогии с [6], будем называть канонической и ее оценку определять как

$$\tilde{\rho}_{ij} = \frac{cov(X_i(t), X_j(t))}{\sqrt{var(X_i(t)), var(X_j(t))}}. \quad (1)$$

Понятно, что все выше рассмотренные положения и утверждения справедливы и для всей системы в целом, т.е. при $i, j = 0$.

В соответствии с выше введенным определением СГ естественно предположить, что действия каждого участника группы направлены таким образом, чтобы максимизировать свою полезность ($X_i(t) \rightarrow \max$) в ограничениях, определяемых рамками социальной системы S .

Также как и в [1], будем считать, что функции $X_i(t)$, $X_0(t)$ могут быть количественно измеримы в каждый момент времени t и СГ функционирует в условиях действия на нее случайного поля. Отсюда следует, что в интервале времени $t \in T$ необходимо рассматривать вектор случайных функций $X_s(t) = (X_0(t), X_1(t), X_2(t), \dots, X_N(t))$, каждая из которых в фиксированный момент времени $t = t_k$ образует так называемое сечение $x_{i1}(t_k), x_{i2}(t_k), \dots, x_{in}(t_k)$, $i = \overline{0, N}$.

Это приводит к тому, что действие СГ в целом характеризуется матрицей наблюдений

$$X_s = [x_{i\xi}(t_k)]_{i=0, N; \xi=1, n}, \quad (2)$$

позволяющей провести статистический анализ взаимодействий участников СГ с точки зрения отношений $>I, >I_c, >I_6, >I_n$, используя в качестве критерия наличия рассматриваемых отношений выборочный коэффициент канонической корреляции $\tilde{\rho}_{ij} \forall i, j = \overline{0, N}$. Тогда в соответствии с выше введенными определениями, для $X_i, X_j \subset X_s$ можно говорить о симметричных бинарных отношениях вида: $\tilde{\rho}_{ij} < 0 \Leftrightarrow S_i \xrightarrow{>I} S_j$, $\tilde{\rho}_{ij} > 0, \Leftrightarrow S_i \xrightarrow{>I_c} S_j$, $\tilde{\rho}_{ij} = 0 \Leftrightarrow S_i \xrightarrow{>I_6} S_j$ либо $S_i \xrightarrow{>I_n} S_j$.

Заметим, что последнее отношение справедливо в условиях взаимной недостижимости $S_i \nleftrightarrow S_j$. В нашем случае, не теряя общности, можно предположить полную взаимодостижимость и рассматривать вместо двух отношений типа $\xrightarrow{>I_6}$ и $\xrightarrow{>I_n}$ одно $\xrightarrow{>I_6}$.

Использование оценок коэффициентов канонической корреляции при анализе стохастической системы S позволяет с помощью метода корреляционных плеяд выделить из СГ подгруппы участников (назовем их ядрами) в соответствии с рассматриваемыми отношениями, а именно:

1) корреляционные плеяды, в которых связи между участниками СГ характеризуются отрицательными оценками коэффициентов корреляции;

2) корреляционные плеяды, в которых связи между участниками СГ характеризуются положительными оценками коэффициентов корреляции;

3) корреляционные плеяды, в которых связи между участниками СГ характеризуются нулевыми оценками коэффициентов корреляции.

Понятно, что такие построения по определению приводят к упрощению рассматриваемой модели, а именно к симметричности рассматриваемых отношений, однако позволяют эффективно использовать для анализа корреляционные плеяды.

Для построения модели анализа, построенных таким образом корреляционных плеяд, используем результаты [3]. Введем в рассмотрение систему $S^M(t) = \{S(t), S_1(t), \dots, S_N(t)\}$ и представим ее в виде полного графа $G(t) = G(S^M, E, t)$, где $S^M = S^M(t)$ - множество вершин ($|S^M| = N+1$), $E = \{e_{ij}(t)\}$ - множество ребер ($|E| = M$).

Выделим $\forall t \in T$ из множества $S^M(t)$ подмножества элементов $S \xrightarrow{>I} (t)$, $S \xrightarrow{>I_c} (t)$, $S \xrightarrow{>I_6} (t)$, для которых справедливы бинарные отношения $\xrightarrow{>I}$ (корреляционную плеяду с $\tilde{\rho}_{ij} < 0$), $\xrightarrow{>I_c}$ (корреляционную плеяду с $\tilde{\rho}_{ij} > 0$), $\xrightarrow{>I_6}$ (корреляционную плеяду с $\tilde{\rho}_{ij} = 0$) соответственно. Это равносильно выделению $\forall t \in T$ подграфов $G(\xrightarrow{>I}) = G(\xrightarrow{>I}(S \xrightarrow{>I}, E \xrightarrow{>I}, t)$, $G(\xrightarrow{>I_c}) = G(\xrightarrow{>I_c}(S \xrightarrow{>I_c}, E \xrightarrow{>I_c}, t)$, $G(\xrightarrow{>I_6}) = G(\xrightarrow{>I_6}(S \xrightarrow{>I_6}, E \xrightarrow{>I_6}, t) \subset G(S^M, E, t)$, причем в общем случае $S \xrightarrow{>I} \cap S \xrightarrow{>I_c} \cap S \xrightarrow{>I_6} \neq \emptyset$, $E \xrightarrow{>I} \cap E \xrightarrow{>I_c} \cap E \xrightarrow{>I_6} = \emptyset$, $E \xrightarrow{>I} \cup E \xrightarrow{>I_c} \cup E \xrightarrow{>I_6} = E$. В этом случае говорят, что подграфы разделены ребрами.

Зафиксируем некоторое сечение $t = t_k \in T$ и далее будем полагать что $t = \text{const}$.

Бинарные отношения $\xrightarrow{>I}, \xrightarrow{>I_c}, \xrightarrow{>I_6}$ можно задавать матрицами смежности для соответствующих подграфов графа $G = G(S^M, E)$. Обозначим такие матрицы че-

рез $K = [k_{ij}]$ порядка $n \times n$, $n \leq N+1$, $K_C = [k_{ij}^c]$ порядка $m \times m$, $m \leq N+1$, $K_B = [k_{ij}^b]$ порядка $l \times l$, $l \leq N+1$, в которых $k_{ij}, k_{ij}^c, k_{ij}^b = 1$, если $S_i > I S_j$, $S_i > I_c S_j$, $S_i > I_b S_j$ и $k_{ij}, k_{ij}^c, k_{ij}^b = 0$, если указанные отношения не выполняются.

Рассмотрим общие свойства отношений $\overline{>I}, \overline{>I_c}, \overline{>I_b}$ и соответствующие особенности матриц K, K_C, K_B . Для этих целей введем взаимно однозначное обобщенное отношение $\vartheta = (\overline{>I} \vee \overline{>I_c} \vee \overline{>I_b})$, матрицу $\Omega(\vartheta) = (K \vee K_C \vee K_B)$, $\Omega(\vartheta) = [\omega_{ij}]$ порядка $r \times r$, $r = n \vee m \vee l$ и граф $U(\vartheta) = U(\check{S}, \check{E}) = U(K) \vee U(K_C) \vee U(K_B)$.

В общем случае отношение ϑ симметрично и не транзитивно, по построению, т.е. всегда $S_i \vartheta S_j$ и $S_j \vartheta S_i$, но для $S_i \vartheta S_j$ и $S_j \vartheta S_k$ не всегда $S_i \vartheta S_k$. Граф $U(\vartheta)$ всегда содержит одновременно дуги e_{ij} , e_{ji} , но не всегда - e_{ik}, e_{ki} .

Для $\forall i = \overline{1, r}$ и вершины $S_i \subset \check{S}$ определим сумму вида

$$\pi(s_i) = \sum_{i=1}^r \omega_{ij}, \quad (3)$$

Величина $\pi(s_i)$ определяет число ребер, выходящих из вершины S_i . Равенство суммы $\pi(s_i)$ нулю служит признаком выделения элементов S_i , действие которых не оказывает влияние на формирование отношения ϑ в соответствии с рассматриваемым графом $U(\vartheta)$, а значение $\pi_o(s_i) > 0$ определяет число подсистем на которые S_i оказывает влияние при формировании отношения ϑ .

При таком подходе число $\pi(s_i)$ может характеризовать важность (вес) каждого i -го участника СГ в формировании отношения ϑ между остальными участниками группы.

Рассмотрим множество $\Gamma(S_i)$ - вершин $S_j \subset \check{S}$, для которых в графе $U(\vartheta)$ существует ребро e_{ij} и множество $\Gamma^{-1}(S_i)$ вершин $S_k \subset \check{S}$, для которых существует ребро e_{ki} . Эти множества дают качественные характеристики

отношения ϑ в СГ, а именно $\Gamma(S_i)$ определяет участников, для которых действие i -го участника формирует это отношение; $\Gamma^{-1}(S_i)$ - определяет участников СГ, действие которых формирует отношение ϑ с i -го участником группы.

Продолжая аналогичный качественный анализ, совместно рассматривая не одну а несколько вершин $(S_1, S_2, \dots, S_\chi)$, $\chi \leq r$ можно ввести множества: $\cup \Gamma(S_1, S_2, \dots, S_\chi) = \Gamma(S_1) \cup \dots \cup \Gamma(S_\chi)$; $\cap \Gamma(S_1, S_2, \dots, S_\chi) = \Gamma(S_1) \cap \dots \cap \Gamma(S_\chi)$; $\cup \Gamma^{-1}(S_1, S_2, \dots, S_\chi) = \Gamma^{-1}(S_1) \cup \dots \cup \Gamma^{-1}(S_\chi)$; $\cap \Gamma^{-1}(S_1, S_2, \dots, S_\chi) = \Gamma^{-1}(S_1) \cap \dots \cap \Gamma^{-1}(S_\chi)$.

Тогда:

- $\cup \Gamma(S_1, S_2, \dots, S_\chi)$ - характеризует множество таких участников группы, что для каждого из них, существует хотя бы один участник из подгруппы $(S_1, S_2, \dots, S_\chi)$, обеспечивающий формирование с ним ϑ - отношения;

- $\Gamma^{-1}(S_1, S_2, \dots, S_\chi)$ - характеризует множество таких участников группы, каждый из которых формирует ϑ - отношение хотя бы с одним из участников из подгруппы $(S_1, S_2, \dots, S_\chi)$;

- $\cap \Gamma(S_1, S_2, \dots, S_\chi) \neq \emptyset$ - характеризует множество таких участников группы, что для каждого из них существует ϑ - отношение со всеми участниками подгруппы $(S_1, S_2, \dots, S_\chi)$;

- $\cap \Gamma^{-1}(S_1, S_2, \dots, S_\chi) \neq \emptyset$ - характеризует множество таких участников группы, каждый из которых формирует ϑ - отношение со всеми участниками подгруппы $(S_1, S_2, \dots, S_\chi)$.

Построим новый подграф $U(\vartheta^{tr})$ графа $U(\vartheta)$ по следующему правилу: будем считать, что вершины $S_i, S_j, S_k \subset \check{S}^{tr}$ если $S_i, S_j, S_k \subset \check{S}$ и из $S_i \vartheta S_j, S_j \vartheta S_k$ следует $S_i \vartheta S_k$. Другими словами ребра $e_{ij}, e_{jk} \subset \check{E}^{tr}$ тогда, если каждый путь в два шага в графе $U(\vartheta)$, в котором первый шаг делается по ребру e_{ij} можно заменить путем в один шаг по ребру e_{jk} , $i, j, k \in [1, r]$. Соответствующее графу $U(\vartheta^{tr})$ отношение ϑ^{tr} назовем транзитивной частью, а $\vartheta^b = \vartheta / \vartheta^{tr}$ - не транзитивной частью отношения ϑ . Понятно, что если отношение

\mathcal{G} транзитивно, то $\mathcal{G} = \mathcal{G}^{\text{tr}}$. Транзитивность подгруппы участников из СГ означает, что для любых двух участников этой подгруппы, находящихся в \mathcal{G} - отношении, всегда есть третий участник из этой подгруппы, находящийся в \mathcal{G} - отношении с этими двумя.

Близость $h(\mathcal{G}, \alpha)$ отношения \mathcal{G} к свойству tr (транзитивности) можно оценить количеством ребер, которые требуется удалить или добавить к графу $U(\mathcal{G})$, чтобы он описывал это свойство. Для оценки $h(\mathcal{G}, \alpha)$ рекомендуется построить транзитивное замыкание графа $U(\mathcal{G})$ в виде графа $U(\check{S}, \check{E} \cup \check{E}^{-1})$, где \check{E}^{-1} - является минимально возможным множеством ребер, необходимых для обеспечения транзитивности. Тогда $h(\mathcal{G}, \alpha) = |\check{E}^{-1}|$.

Рассмотрим некоторые структурно - топологические характеристики, изучаемых корреляционных плеяд, представляющих интерес для задач анализа бинарных отношений $\overrightarrow{>I}$, $\overrightarrow{I_c}$, $\overrightarrow{I_b}$.

Степень централизации. Характеризуется индексом центральности

$$\gamma = \left(\sum_{i=1}^r (\pi_{\max} - \pi_i(s_i)) / ((r-1)(\pi_{\max} - 1)) \right),$$

где $\pi_{\max} = \max_i \pi_i(s_i)$.

Индекс γ служит для количественной оценки степени централизации структурного представления бинарного отношения. Если $\gamma = 0$, то связи распределены равномерно, если же $\gamma = 1$, то структура, описывающая отношение \mathcal{G} имеет максимальную степень централизации.

Структурная избыточность. Характеризует относительную разность числа связей $|\check{E}|$, имеющих в структурном представлении бинарного отношения, и числа связей $|\check{E}|_{\min}$, минимально необходимого для связности графа. Вводится показатель

$$\varphi = (|\check{E}| - |\check{E}|_{\min}) / |\check{E}|_{\min} = (|\check{E}| / (r-1)) - 1.$$

Показатель φ оценивает меру избыточности структуры по связям. Если $\varphi > 0$, то

структура имеет максимальную избыточность (типа полный граф); $\varphi = 0$ - наблюдается случай с минимальной избыточностью; $\varphi < 0$ - структура отношения не связна.

Структурная компактность. Это свойство предлагается оценивать рядом показателей:

- диаметром структуры - $d(U(\mathcal{G})) = \max_{i,j} d(S_i, S_j)$, где $d(S_i, S_j)$ - расстояние между вершинами $S_i, S_j \in \check{S}$ (длина кратчайшего пути, соединяющего вершины S_i, S_j , равная числу ребер, составляющих этот путь);
- центром и радиусом структуры - вершина S_{00} является центром, если $\forall S_i \in \check{S} \left(\max_{S_j} d(S_i, S_j) \geq \max_{S_j} d(S_{00}, S_j) \right)$, а $d(S_{00}, S_j)$ - радиусом;

▪ относительным показателем, характеризующим структурную близость подсистем между собой - $\varepsilon_{\text{от}} = (\varepsilon / \varepsilon_{\min}) - 1$, где $\varepsilon = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r d(S_i, S_j)$, $\varepsilon_{\min} = r(r-1)$.

Рассмотрим отдельно свойства, отношений конфликта ($\overrightarrow{>I}$), содействия ($\overrightarrow{I_c}$) и безразличия $\overrightarrow{I_b}$ с матрицами K , K_c и K_b соответственно.

Первоначально рассмотрим эти свойства для $\overrightarrow{>I}$ и $\overrightarrow{I_c}$. Не теряя общности, возьмем граф $G(\overrightarrow{>I})$ отношения конфликта $\overrightarrow{>I}$. Сопоставим каждому ребру этого графа $e_{ij} \in E^{\overrightarrow{>I}}$ вес p_{ij} из множества весов $P = \{p_{ij} = |\tilde{p}_{ij}|; i, j = \overline{1, n}; p_{ij} = p_{ji} - \text{по построению}\}$.

В этом случае для $\forall S_i \in S^{\overrightarrow{>I}}$ можно как и ранее поставить в соответствие вес

$$\pi(s_i, p) = \sum_{i=1}^n p_{ij} k_{ij} / \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{ij} \right). \quad (4)$$

Тогда на множестве вершин $S^{\overrightarrow{>I}}$ можно задать отношение квазипорядка $b_0 : S_i b_0 S_j$ тогда и только тогда, когда $\pi(s_i, p) \geq \pi(s_j, p)$,

$i, j = \overline{1, n}$. Если предположить, что вероятность события $\pi(s_i, p) = \pi(s_j, p)$ мала (это как правило соответствует практическим задачам), то b_0 определяет отношение доминирования.

Оценивая взаимодействия участников корреляционной плеяды СГ в системе показателей $\pi(s_i, p)$ и отношения b_0 , можно говорить об их значимости (весе, важности) и предпочтениях в смысле формирования конфликта в системе в целом при выполнении общей целевой задачи. То же для отношения содействия.

Введение множества весов P позволяет построить более общие оценки показателей структурной компактности рассматриваемых отношений $\overline{>I}$ и $\overline{>I_c}$. Речь идет о $d(S_i, S_j)$ - расстоянии между вершинами S_i, S_j .

Пусть между вершинами S_i, S_j существует несколько путей

$$L_k (S_i = S_{k+0}, S_{k+1}, \dots, S_{k+m} = S_j),$$

$$\text{тогда } d(S_i, S_j) = \min_k \sum_{v=1}^m P_{k+(v-1), k+v}.$$

Это изменяет вычисления для показателей диаметра d , центра S_{00} и радиуса $d(S_{00}, S_j)$ графа, структурной близости $\varepsilon_{от}$.

Рассматривая отношения $\overline{>I}, \overline{>I_c}, \overline{>I_b}$, следует отметить, что в матрицах K, K_c, K_b этих отношений диагональные элементы равны $\kappa_{ii} = 0, \kappa_{ii}^b = 0$ и $\kappa_{ii}^c = 1$ соответственно (по построению).

Если же $\kappa_{ij}^b = 1 \forall j$ и $i \neq j$, то соответствующий i -ый участник СГ безразлично относится как к локальным интересам других участников, так и к выполнению целевой задачи. Он случайный человек в СГ – от него следует отказаться. При $\kappa_{ij}^b = 1 \forall j, j \neq i$ и $\kappa_{ii}^b = 0$ (отсутствие безразличного отношения только к первому элементу, определяющего системные свойства в целом по построению) формируется множество так называемых изолированных участников. Они, с одной стороны, безразлично относятся, к друг другу, с другой – участвуют в формировании

суммарных целевых свойств СГ [8].

Вернемся к структурному представлению, описываемому взаимодействию участников СГ в целом в виде графа $G = G(S^M, E)$ и подграфов $G(\overline{>I}), G(\overline{>I_c}), G(\overline{>I_b})$.

Разделение подграфов дугами позволяет ввести относительные количественные показатели, характеризующие веса отношений $\overline{>I}, \overline{>I_c}, \overline{>I_b}$ как частей от целого (полного) взаимодействия подсистем в виде

$$\alpha_k = |E^{\overline{>I}}| / |E|; \alpha_c = |E^{\overline{>I_c}}| / |E|; \alpha_b = |E^{\overline{>I_b}}| / |E|; \alpha_k + \alpha_c + \alpha_b = 1.$$

Здесь числа $\alpha_k, \alpha_c, \alpha_b$ характеризуют долю участников СГ, соответственно участвующих в отношениях конфликта, содействия и безразличия при выполнении общей целевой задачи.

Качественными характеристиками этих частей могут служить множества ребер $E^{\overline{>I}}, E^{\overline{>I_c}}, E^{\overline{>I_b}}$. Каждому такому множеству ставится в соответствии множества вершин (участников) $S^{\overline{>I}}, S^{\overline{>I_c}}, S^{\overline{>I_b}}$, которые участвуют в формировании изучаемых отношений. Причем для задач анализа могут представлять интерес пересечения $S^{\overline{>I}} \cap S^{\overline{>I_c}} \cap S^{\overline{>I_b}} \neq \emptyset; S^{\overline{>I}} \cap S^{\overline{>I_c}} \neq \emptyset; S^{\overline{>I}} \cap S^{\overline{>I_b}} \neq \emptyset; S^{\overline{>I_c}} \cap S^{\overline{>I_b}} \neq \emptyset$, выделяющие участников СГ, участвующих в формировании сразу трех отношений (конфликта, содействия, безразличия), а также попарно соответствующих двух отношений. Если $S^{\overline{>I}} \cap S^{\overline{>I_c}} \cap S^{\overline{>I_b}} = \emptyset$, то существуют взаимнооднозначные соотношения между множествами ребер и вершин в основном графе G . Другими словами разделение таково, что участники каждой из подгрупп участвуют в формировании лишь одного взаимоотношения, либо конфликта, либо содействия, либо безразличия.

Рассмотрим пример статического анализа ($t = t_k$) по выше изложенным результатам, используя для этих целей программное обеспечение из [8].

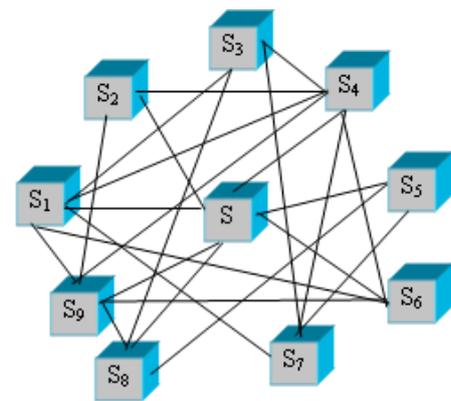
$$\tilde{\rho} = \begin{bmatrix} S & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 & S_7 & S_8 & S_9 \\ S & 1 & 0,80 & 0,36 & 0 & -0,47 & 0,92 & 0,37 & 0 & 0,97 & -0,47 \\ S_1 & 0,80 & 1 & 0 & -0,89 & -0,90 & 0 & -0,65 & -0,31 & 0 & -0,52 \\ S_2 & 0,36 & 0 & 1 & 0 & 0,53 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0,59 \\ S_3 & 0 & -0,89 & 0 & 1 & 0,78 & 0 & 0 & 0,91 & -0,39 & 0 \\ S_4 & -0,47 & -0,90 & 0,53 & 0,78 & 1 & 0 & 0,75 & -0,80 & 0 & -0,76 \\ S_5 & 0,92 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0,71 & 0,82 & 0 \\ S_6 & 0,37 & -0,65 & 0 & 0 & 0,75 & 0 & 1 & 0 & 0 & -0,55 \\ S_7 & 0 & -0,31 & 0 & 0,91 & -0,80 & 0,71 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_8 & 0,97 & 0 & 0 & -0,39 & 0 & 0,82 & 0 & 0 & 1 & -0,74 \\ S_9 & -0,47 & -0,52 & -0,59 & 0 & -0,76 & 0 & -0,55 & 0 & -0,74 & 1 \end{bmatrix}$$


Рис. 1 – Матрица оценок и граф, отображающий статистически значимые связи в соответствии корреляционной плеяде $\tilde{\rho}$

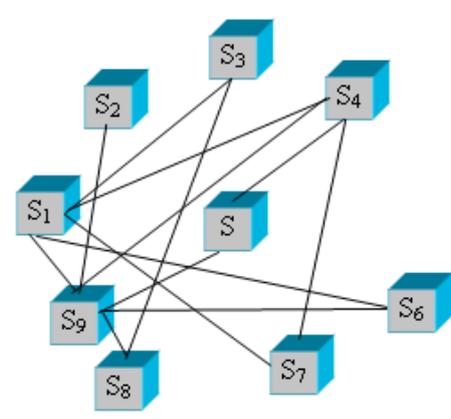
$$K = \begin{bmatrix} S & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 & S_7 & S_8 & S_9 & \mu_i & \mu_i(p) \\ S & 0 & 0 & 0 & 0 & -0,47 & 0 & 0 & 0 & -0,47 & 2 & 0,058 \\ S_1 & 0 & 0 & 0 & -0,89 & -0,90 & 0 & -0,65 & -0,31 & 0 & -0,52 & 5 & 0,200 \\ S_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0,59 & 1 & 0,037 \\ S_3 & 0 & -0,89 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0,39 & 0 & 2 & 0,079 \\ S_4 & -0,47 & -0,90 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0,80 & 0 & -0,76 & 4 & 0,180 \\ S_5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_6 & 0 & -0,65 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0,55 & 2 & 0,074 \\ S_7 & 0 & -0,31 & 0 & 0 & -0,80 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0,069 \\ S_8 & 0 & 0 & 0 & -0,39 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0,74 & 2 & 0,070 \\ S_9 & -0,47 & -0,52 & -0,59 & 0 & -0,76 & 0 & -0,55 & 0 & -0,74 & 0 & 6 & 0,230 \\ \mu_j & 2 & 5 & 1 & 2 & 4 & 0 & 2 & 2 & 2 & 6 & \Sigma=26 & \\ \mu_j(p) & 0,058 & 0,200 & 0,037 & 0,079 & 0,180 & 0 & 0,074 & 0,069 & 0,070 & 0,230 & \Sigma=1 & \end{bmatrix}$$


Рис. 2 – Матрица оценок и граф, отображающий статистически значимые связи в соответствии корреляционной плеяде конфликта K

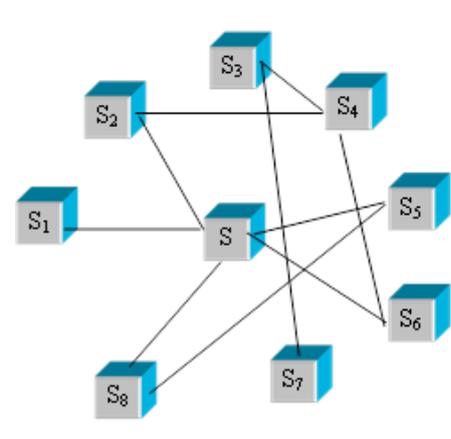
$$K_c = \begin{bmatrix} S & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 & S_7 & S_8 & S_9 & \mu_i & \mu_i(p) \\ S & 1 & 0,80 & 0,36 & 0 & 0 & 0,92 & 0,37 & 0 & 0,97 & 0 & 6 & 0,170 \\ S_1 & 0,80 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0,070 \\ S_2 & 0,36 & 0 & 1 & 0 & 0,53 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0,074 \\ S_3 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0,78 & 0 & 0 & 0,91 & 0 & 0 & 3 & 0,100 \\ S_4 & 0 & 0 & 0,53 & 0,78 & 1 & 0 & 0,75 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0,120 \\ S_5 & 0,92 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0,71 & 0,82 & 0 & 4 & 0,130 \\ S_6 & 0,37 & 0 & 0 & 0 & 0,75 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0,082 \\ S_7 & 0 & 0 & 0 & 0,91 & 0 & 0,71 & 0 & 1 & 0 & 0 & 3 & 0,100 \\ S_8 & 0,97 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,82 & 0 & 0 & 1 & 0 & 3 & 0,110 \\ S_9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0,039 \\ \mu_j & 6 & 2 & 3 & 3 & 4 & 4 & 3 & 3 & 3 & 1 & \Sigma=32 & \\ \mu_j(p) & 0,170 & 0,070 & 0,074 & 0,100 & 0,120 & 0,130 & 0,082 & 0,100 & 0,110 & 0,039 & \Sigma=1 & \end{bmatrix}$$


Рис. 3 – Матрица оценок и граф, отображающий статистически значимые связи в соответствии корреляционной плеяде содействия K_c

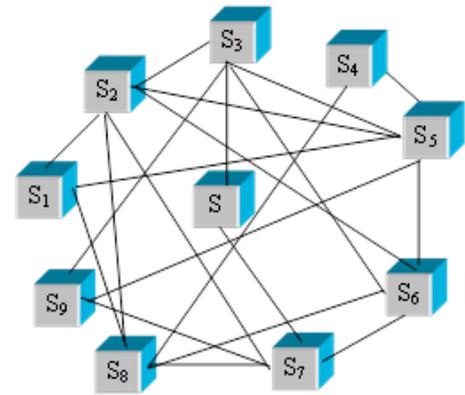
$$K_6 = \begin{bmatrix} S & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 & S_7 & S_8 & S_9 & \mu_i \\ S & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ S_1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 3 \\ S_2 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 6 \\ S_3 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 5 \\ S_4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 2 \\ S_5 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 6 \\ S_6 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 5 \\ S_7 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 5 \\ S_8 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 5 \\ S_9 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 3 \\ \mu_j & 2 & 3 & 6 & 5 & 2 & 6 & 5 & 5 & 5 & 3 & \Sigma = 42 \end{bmatrix}$$


Рис. 4 – Матрица оценок и граф, отображающий статистически значимые связи в соответствии корреляционной плеяде безразличия K_6

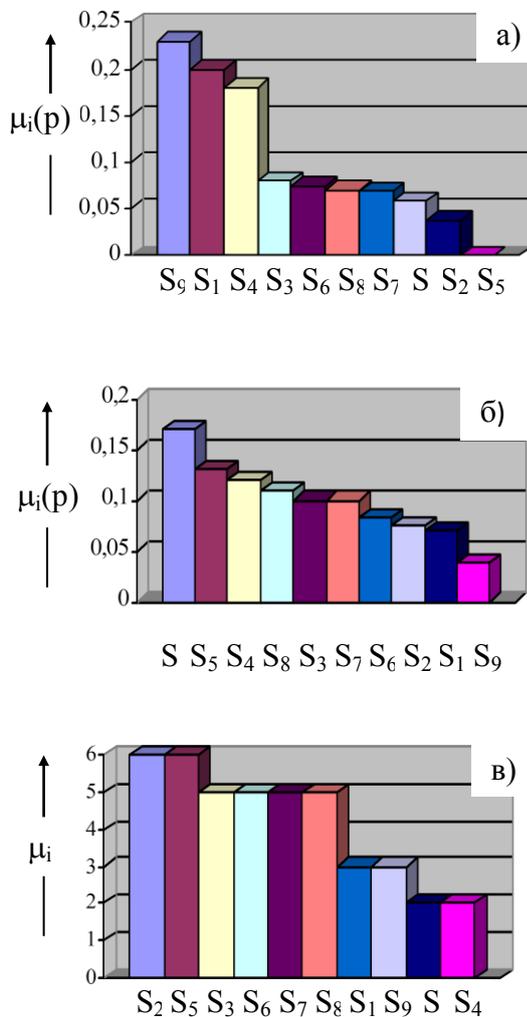


Рис. 5 - Диаграммы квазиотношений: а) ядра конфликта б) ядра согласия; в) ядра безразличия

На рис.1 приведены матрица $\tilde{\rho}$ оценок коэффициентов парной корреляции и соответствующий граф, отображающий статистически значимые связи участников некоторой гипотетической СГ, состоящей из девяти человек.

Учитывая системные свойства группы в целом рассматривалось множество $S^M(t) = \{S(t), S_1(t), \dots, S_9(t)\}$ по выборке из $n_B = 47$ наблюдений. Оценка значимости коэффициентов парной корреляции проводилась по критерию Стьюдента [9]:

$$\hat{t}_{ij} = \frac{\tilde{\rho}_{ij} \sqrt{n_B - 2}}{\sqrt{1 - (\tilde{\rho}_{ij})^2}} \geq \hat{t}_{ij}(\gamma, \alpha) \quad \forall i, j$$

с числом степеней свободы $\gamma = n_B - 2$ и уровнем значимости $\alpha = 0,05$.

На рис. 2 – 4 приведены матрицы смежности и соответствующие им графы для ядер (корреляционных плеяд) конфликта, содействия и безразличия. Последние колонки и строки матриц содержат значения весовых коэффициентов $\pi_i = \pi(s_i)$, характеризующих важность (вес) каждого i – го участника СГ в формировании того или иного отношения с остальными участниками группы.

На рис.5 представлены диаграммы, отображающие соответствующие отношения квазипорядка b_0 , заданные на множествах вершин ядер конфликта $S^{\bar{1}}$, содействия

$S^{>I_c}$ и безразличия $S^{>I_6}$.

Анализируя полученные результаты можно сделать следующие выводы.

Рассматривая системные свойства в целом (по отношению к системе S) видим:

- только два участника СГ - $\{S_4, S_9\}$ вступают в отношения конфликта по выполнению общей цели W. «Вес» этого конфликта невелик ($\mu(p) = 0,058$) по сравнению с существующими конфликтами в группе (рис. 2, 5);

- большинство участников содействуют выполнению общей цели - $\{S_1, S_2, S_5, S_6, S_8\}$. «Вес» такого содействия достаточный ($\mu(p) = 0,170$), что определяет необходимых целевых свойств системы (рис.3, 5);

- в группе имеются два участника - $\{S_3, S_7\}$ безразлично относящиеся к целевым задачам системы (рис. 4), причем S_3 конфликтует с S_1 и S_8 , которые содействуют выполнению цели W (рис. 2) и содействует S_4 и S_7 (рис. 3). Но S_4 конфликтует с S, а S_7 безразлично относится к выполнению цели W. В тоже время, S_7 содействует S_3 с большим весом, чем с S_5 , да и еще конфликтует с S_1 (рис. 3, 2);

- с наибольшим весом содействуют выполнению целевых задач участники - $\{S_1, S_5, S_8\}$ (рис. 3). Построим для них множества $\cup \Gamma(S_1, S_5, S_8) = \Gamma(S_1) \cup \Gamma(S_5) \cup \Gamma(S_8)$ и $\cap \Gamma(S_1, S_5, S_8) = \Gamma(S_1) \cap \Gamma(S_5) \cap \Gamma(S_8)$ соответственно для ядра содействия (рис. 3) и ядра конфликта без учета самой системы S (рис. 2). В первом случае имеем $\cup \Gamma(S_1, S_5, S_8) = \{S_1, S_5, S_7, S_8\}$; $\cap \Gamma(S_1, S_5, S_8) = \emptyset$. Во втором случае имеем $\cup \Gamma(S_1, S_5, S_8) = \{S_3, S_4, S_6, S_7, S_9\}$; $\cap \Gamma(S_1, S_5, S_8) = \emptyset$. Отсюда следует, что этой группе участников при выполнении целевых задач практически приходится, надеется только самих на себя и в некоторой степени на участника - S_7 . При этом функционирование группы осуществляется в условиях конфликта с группой участников - $\{S_3, S_4, S_6, S_7, S_9\}$.

Рассматривая теперь внутригрупповые отношения, следует заметить:

- участник СГ- S_5 не вступает в отношение конфликта с другими участниками группы, в тоже время активно содействует выполнению целевых задач (рис. 2, 3, 5); участник - S_9 наоборот активно участвует в отношениях конфликта с другими участниками группы, не содействует выполнению общей цели; практически безразлично отношение участников - $\{S_2, S_5\}$ к выполнению своих локальных задач другими участниками группы (рис. 4);

- наиболее, важное значение, в формировании ядра конфликта имеет поведение участников - $\{S_9, S_1, S_4\}$, ядра согласия - $\{S, S_5, S_4\}$, ядра безразличия - $\{S_2, S_5, S_1, S_6, S_7, S_8\}$;

- построенное разделение общего графа (рис 1.) дугами на подграфы (рис. 2, 3, 4) характеризует долю участников СГ, соответственно участвующих в отношениях конфликта, содействия и безразличия в виде

$$\alpha_k = \frac{|E^{>I}|}{|E|} = 52/200 = 0,26;$$

$$\alpha_c = \frac{|E^{>I_c}|}{|E|} = 64/200 = 0,32;$$

$$\alpha_6 = \frac{|E^{>I_6}|}{|E|} = 84/200 = 0,42;$$

$$\alpha_k + \alpha_c + \alpha_6 = 1;$$

- анализ пересечений $S^{>I} \cap S^{>I_c} \cap S^{>I_6} = \{S, S_1, S_2, S_3, S_4, S_6, S_7, S_8\}$ говорит о том, что практически все участники СГ, участвуют в формировании сразу трех отношений (конфликта, содействия, безразличия) и в группе отсутствуют четкие границы их разделения на независимые подгруппы;

- в таблице приведены структурно - топологические характеристики, изучаемых корреляционных плеяд. Откуда видно, что наибольшую централизацию имеет ядро конфликта. Другими словами имеются лидеры, которые объединяют вокруг себя единомышленников с точки зрения формирования отношений конфликта. Скорее всего это участники - $\{S_9, S_1, S_4\}$ (рис. 5).

Динамика рассматриваемых отношений представляет собой один из этапов анализа, который заключается в сравнении состояний этих отношений для различных серий реализаций функционирования СГ.

Таблица

	Конфликт	Содействие	Безразличие
Центральность, γ	0,69	0,57	0,36
Избыточность, φ	1,90	2,60	3,70
Компактность, ε	0,60	0,69	0,80

Пусть $t \in T = [t_0, t_\tau]$. Разобьем временной интервал точками $t_0 = t_1, t_2, \dots, t_\xi = t_\tau$ и построим временной ряд графов

$$G(t): \{G(t_1), G(t_2), \dots, G(t_\xi)\},$$

в соответствие которому построим временные ряды подграфов вида:

$$\begin{aligned} G(\vec{>I}, t): \{G(\vec{>I}, t_k)\}_{k=1, \dots, \xi}; \\ G(\vec{>I}_c, t): \{G(\vec{>I}_c, t_k)\}_{k=1, \dots, \xi}; \\ G(\vec{>I}_6, t): \{G(\vec{>I}_6, t_k)\}_{k=1, \dots, \xi}. \end{aligned} \quad (5)$$

Эти ряды являются основой для проведения анализа в динамике. Они позволяют провести оценки соответствующих показателей.

Так анализ долей участников участвующих в формировании соответствующих отношений во времени позволяют провести временные ряды, построенные по (5)

$$\begin{aligned} a_k(t): \{a_k(t_k)\}_{k=1, \dots, \xi}; a_c(t): \{a_c(t_k)\}_{k=1, \dots, \xi}; \\ a_6(t): \{a_6(t_k)\}_{k=1, \dots, \xi}; \{a_k(t) + a_c(t) + a_6(t) = \alpha\}_{t=t_k}. \end{aligned}$$

Они характеризуют изменения во времени мощностей (весов) соответствующих частей отношений $\vec{>I}, \vec{>I}_c, \vec{>I}_6$. Причем с увеличением, например $a_k(t)$, вес отношения $\vec{>I}$ как части в целом увеличивается, а отношений $\vec{>I}_c$ и $\vec{>I}_6$ уменьшается.

В общем случае изменения относительных показателей $a_k(t), a_c(t), a_6(t)$ можно связывать с качественными изменениями во временных рядах

$$\begin{aligned} E^{\vec{>I}}(t): \{E^{\vec{>I}}(t_k)\}_{k=1, \dots, \xi}; \\ E^{\vec{>I}_c}(t): \{E^{\vec{>I}_c}(t_k)\}_{k=1, \dots, \xi}; \\ E^{\vec{>I}_6}(t): \{E^{\vec{>I}_6}(t_k)\}_{k=1, \dots, \xi}. \end{aligned}$$

Для изучения динамики отношения доминирования следует построить соответ-

ствующий временной ряд для \mathcal{G} :

$$Rn(t): \{S_1(t_k) b_0 S_2(t_k) b_0 \dots b_0 S_r(t_k)\}_{k=1, \dots, \xi},$$

где и нумерация приведена в соответствии с важностью (весом $\pi(s_i)$) участников $S(t) \subset \Gamma(S_i)$.

Кроме оценок важности участников в выполнении целевой задачи в каждый момент времени при помощи таких рядов можно посмотреть как они отличаются друг от друга в разные моменты времени и насколько отличаются. Для решения второй задачи предлагается использовать меру близости в различных сечениях при $t = t_\lambda$ и $t = t_\mu$ ($\lambda \neq \mu$), например Хеммингова типа [11]. Так если $Rn(t_\lambda)$ и $Rn(t_\mu)$ произвольные доминирования из $Rn(t)$, то мера близости определяется по формуле

$$\rho(Rn(t_\lambda), Rn(t_\mu)) = \sum_{i < j} |r_{ij}^\lambda - r_{ij}^\mu|, \text{ где}$$

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } S_i b_0 S_j; \\ 0, & \text{если не выполняется } S_i b_0 S_j; \\ -1, & \text{если } S_j b_0 S_i. \end{cases}$$

Для оценки характеристик качественных и количественных изменений во времени свойств транзитивности необходимо построить временной ряд

$$U(\mathcal{G}^tr, t): \{U(\mathcal{G}^tr, t_k)\}_{k=1, \dots, \xi}.$$

Аналогично можно проанализировать и структурно - топологические свойства изучаемых отношений. Для этого достаточно построить временные ряды:

$$\gamma(t): \{\gamma(t_k)\}_{k=1, \dots, \xi} - \text{степени централизации};$$

$$\varphi(t): \{\varphi(t_k)\}_{k=1, \dots, \xi} - \text{структурной избыточности};$$

$$d(U(\mathcal{G}, t)): \{d(U(\mathcal{G}, t_k)\}_{k=1, \dots, \xi}; \quad \varepsilon_{отн}(t):$$

$$\{\varepsilon_{отн}(t_k)\}_{k=1, \dots, \xi} - \text{структурной компактности.}$$

Вернемся теперь к более детальному рассмотрению канонической корреляции \tilde{r}_{ij} ,

вычисляемой по формуле (1) и видно как она оценивает базис взаимоотношений \mathfrak{R}_{ij} . Совместно с корреляцией рассмотрим регрессии

$$X_i/X_j: (X_i - \bar{X}_i) = \tilde{B}_{ij}(X_j - \bar{X}_j) \Leftrightarrow \Leftrightarrow X_i = \tilde{B}_{ij}X_j + \tilde{C}_{ij}, \tag{6}$$

$$X_j/X_i: (X_j - \bar{X}_j) = \tilde{B}_{ji}(X_i - \bar{X}_i) \Leftrightarrow \Leftrightarrow X_j = \tilde{B}_{ji}X_i + \tilde{C}_{ji}, \tag{7}$$

где $\tilde{B}_{ij} = \frac{\text{cov}(X_i(t), X_j(t))}{\text{var}(X_j(t))}$,

$\tilde{B}_{ji} = \frac{\text{cov}(X_i(t), X_j(t))}{\text{var}(X_i(t))}$ - оценки коэффициентов

регрессии и $\tilde{C}_{ij} = \bar{X}_i - \tilde{B}_{ij} \bar{X}_j$, $\tilde{C}_{ji} = \bar{X}_j - \tilde{B}_{ji} \bar{X}_i$ - оценки свободных членов.

Дело в том, что регрессионный анализ исходит из того, что одна из переменных зависит от другой. В тоже время корреляционный – рассматривает эти переменные как равнозначные. В нашем случае уравнение (6) – это зависимость X_i от X_j (регрессия X_i по X_j), а уравнение (7) - это зависимость X_j от

X_i (регрессия X_j по X_i). Величина $\tilde{\rho}_{ij}$ характеризует лишь степень рассеивания наблюдаемых точек (статистики) относительно прямой линии регрессии (чем ближе $|\tilde{\rho}_{ij}|$ к 1, тем теснее эта связь) и не содержит никакой информации о «силе» этой связи (насколько эта регрессия может быть крутой или пологой). «Силу» такой связи можно оценить с помощью величин коэффициентов регрессии \tilde{B}_{ij} и \tilde{B}_{ji} , которые определяют не что иное как тангенсы углов наклона прямых относительно осей OX_j , OX_i соответственно.

На рис. 6 приведено совместное поведение регрессий (6) и (7) при разных значениях коэффициента корреляции. Здесь видно, что он охватывает практически все возможные случаи взаимоотношений базиса \mathfrak{R}_{ij} .

Действительно, для $X_i(t_k)^- \Rightarrow X_j(t_k)^-$ (рис. 6а), $X_j(t_k)^+$ (рис. 6в), $X_j(t_k)^0$ (рис. 6б); для $X_i(t_k)^+ \Rightarrow X_j(t_k)^-$ (рис. 6в), $X_j(t_k)^+$ (рис. 6а), $X_j(t_k)^0$ (рис. 6б); для $X_i(t_k)^0 \Rightarrow X_j(t_k)^-$ (рис. 6г), $X_j(t_k)^+$ (рис. 6г), $X_j(t_k)^0$ (рис. 6д). Аналогичные соотношения можно увидеть и для $X_j(t_k)$.

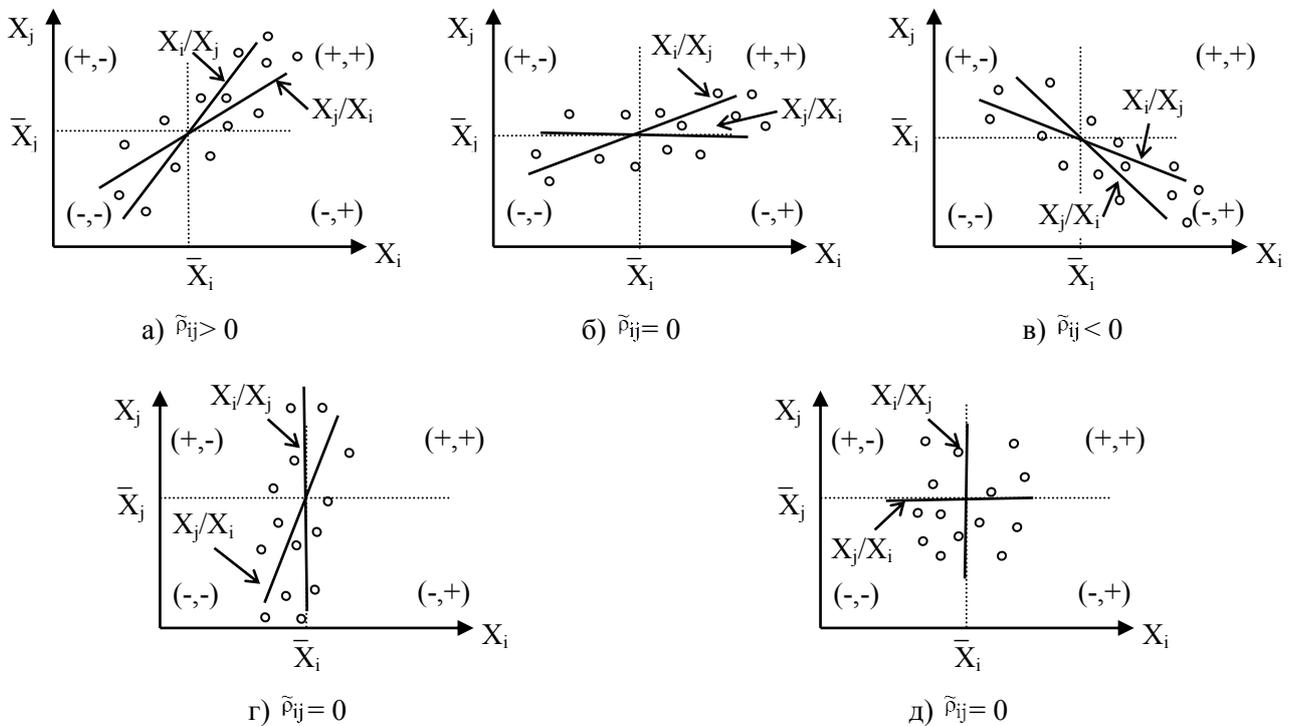


Рис. 6 - Поведение регрессий при различных значениях коэффициента корреляции

Плохо то, что при $\tilde{\rho}_{ij} = 0$ возможны три случая (рис. 6б, 6г, 6д). Здесь либо $S_i > I_6 S_j$ либо $S_j > I_6 S_i$ либо $S_i > I_6 S_j \wedge S_j > I_6 S_i$. Для того, чтобы разделить эти три случая необходимо провести дисперсионный анализ уравнений регрессии (6) и (7) [9, 10].

В предположении, что все модели адекватно описывают представленную статистику согласно [10], поведение участников СГ, представленное на рис. 6а, 6в соответствует значимой линейной регрессии с $\tilde{B}_{ij}, \tilde{B}_{ji} > 0$ и $\tilde{B}_{ij}, \tilde{B}_{ji} < 0$ соответственно; поведение, представленное на рис. 6б соответствует незначимой линейной регрессии X_j/X_i и значимой линейной регрессии X_i/X_j с $\tilde{B}_{ij} > 0, \tilde{B}_{ji} = 0$ ($X_j = \bar{X}_j$); поведение, представленное на рис. 6г соответствует значимой линейной регрессии X_j/X_i и незначимой линейной регрессии X_i/X_j с $\tilde{B}_{ij} = 0, (X_i = \bar{X}_i) \tilde{B}_{ji} > 0$; поведение, представленное на рис. 6д соответствует незначимой линейной регрессии X_j/X_i и незначимой линейной регрессии X_i/X_j с $\tilde{B}_{ij} = 0$ ($X_i = \bar{X}_i$), $\tilde{B}_{ji} = 0$ ($X_j = \bar{X}_j$).

Отсюда следует, что для того, чтобы распознать эти случаи следует проверить нулевые гипотезы H_0 типа $V_{ij} = 0$ и $V_{ji} = 0$. Это можно сделать по критерию Стьюдента [9]. Например, для проверки $H_0 : V_{ij} = 0$

$$\hat{t} = \left| \tilde{B}_{ij} \right| / \tilde{S}_B \geq \hat{t}(\gamma, \alpha),$$

с числом степеней свободы $\gamma = n_b - 2$ и уровнем значимости α . Здесь \tilde{S}_B - оценка среднеквадратического отклонения для коэффициента V_{ij} ; n_b - объем выборки.

Адекватность всего уравнения в целом следует проверять по критерию Фишера [9], например для (6)

$$\hat{F} = \tilde{S}_{x_1}^2 / \tilde{S}_{x_{1\text{ост}}}^2 < \hat{F}(\gamma_1, \gamma_2, \alpha)$$

с числами степеней свободы $\gamma_1 = n_b - 1$, $\gamma_2 = n_b - 2$ и уровнем значимости α . Здесь $\tilde{S}_{x_1}^2$ - оценка общей дисперсии; $\tilde{S}_{x_{1\text{ост}}}^2$ - оценка

остаточной дисперсии.

Таким образом, дополнительное рассмотрение регрессий совместно с корреляционной, позволяет более детально изучить поведение участников в СГ. Более того, если ввести в рассмотрение еще и матрицу коэффициентов регрессии $B = [B_{ij}]_{i=0, \bar{N}; j=0, \bar{N}}$ и соответствующий ей граф, то можно провести все выше приведенные исследования для ядер конфликта, содействия и безразличия, оценивая при этом односторонние отношения и их «силу» (в виде модулей $|B_{ij}|$) в условиях совместного действия участников соответствующих подгрупп.

Библиографический список

1. Сысоев В.В., Прохоров А.Д., Золотовский, Ю. Л. Многомерные статистические методы исследования категорий конфликта и содействия в социальных группах // Кибернетика и технологии XXI века / Материалы II научно – технической конференции – Институт системного анализа РАН, институт проблем управления РАН и др. / Воронеж. НИИ связи.- Воронеж, 2001.- С.104 – 110.
2. Акофф Р., Эмери Ф. О целеустремленных системах М.: Сов. радио, 1974.- 272с.
3. Сысоев В.В. Конфликт. Сотрудничество. Независимость. Системное взаимодействие в структурно – параметрическом представлении. –М.: МАЭП, 1999.- 151с.
4. Сысоев В.В. Бинарные отношения в структурно – параметрическом представлении систем // Информационные технологии и системы.- Воронеж: Воронеж. отдел. МАИ, 2001.- С.7 – 18.
5. Сысоев В.В. Многоместные отношения в структурно – параметрическом представлении систем // Кибернетика и технологии XXI века / Материалы II научно – технической конференции – Институт системного анализа РАН, институт проблем управления РАН и др. / Воронеж. НИИ связи.- Воронеж, 2001.- С.583 - 603
6. Болч Б., Хуань К. Дж. Многомерные статистические методы для экономики. – М.: Статистика, 1979.- 317с.
7. Сысоев В.В. Приведенные системы в

условиях возникновения частичного конфликта // Вестник ВГТА.- Воронеж: ВГТА, 2000.- №5.- С.47 – 54.

8. Солодуха Р.А., Свинцов А.А., Сысоев Д.В. Анализ взаимодействий в структурном представлении систем. Программная реализация. // Математическое моделирование технологических систем.- Воронеж: Воронеж. госуд. технол. акад. - 1999 .- Вып.3.- С.61– 66.

9. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул.- М.: Высш. школа, 1982.- 224с.

10. Дрейпер Н. Смит Г. Прикладной регрессионный анализ.- М.: Статистика, 1973.- 392с.

11. Литвак Б.Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа.- М.: Радио и связь, 1982.- 184с.

УДК 614.8:69

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, доктор техн. наук, профессор В.Я. Манохин
E-mail: manohinprof@mail.ru*

*канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова
E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru*

Россия, г. Воронеж

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Doctor of Engineering Sciences, professor V.Ya. Manokhin
E-mail: manohinprof@mail.ru*

*Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova
E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru*

Russia, Voronezh

В.Я. Манохин, С.А. Сазонова

АНАЛИЗ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ГРАФОВ В ЗАДАЧАХ БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Аннотация: В статье рассматриваются особенности формирования структурных графов с регулирующими устройствами для математических моделей потокораспределения систем теплоснабжения. Используемые математические модели построены на основе применения энергетического эквивалентирования. Численная реализация рассматриваемой задачи позволит получить полную информацию о объектах исследования и обеспечить надежность и безопасность при функционировании

Ключевые слова: структурные графы, анализ потокораспределения, системы теплоснабжения, функциональное эквивалентирование, безопасность, надежность

V.Ya. Manokhin, S.A. Sazonova

ANALYSIS OF FORMATION AND STRUCTURAL FLOW DISTRIBUTION GRAPHS IN SAFE PROBLEMS OF FUNCTIONING OF HEAT

Abstract: This article discusses the features of formation of structure graphs with control devices for mathematical models of flow distribution of heating systems. Used mathematical models are built based on the use of energy equivalenting. Numerical realization of the problem make it possible to receive full information about the research facilities and ensure reliability and safety when operating

Keywords: structural columns, load flow analysis, heating system, equivalenting functional, safety, reliability

Под структурным графом (СГ) будем подразумевать ориентированный граф, отображающий взаимосвязи отдельных подсистем и элементов системы теплоснабжения (СТС). Формирование СГ в общем случае не является тривиальной задачей, поскольку от степени его детализации зависит с одной стороны время вычислений, а с другой каче-

ство получаемых результатов. Качество получаемых результатов при реализации нелинейных моделей потокораспределения в СГС зависит от выбора начальных приближений гидравлических сопротивлений регулируемых устройств, подлежащих итеративной корректировке.

Правила формирования СГ с наивысшей детализацией состава оборудования изложены в [1] применительно систем техно-

логических трубопроводов. Они базируются на представлении любого элемента в виде совокупности идеальных элементарных компонентов, которыми для ГС считаются гидравлические сопротивления, емкости и индуктивности. Любое реальное устройство в определенной степени обладает всеми тремя указанными характеристиками и, следовательно, должно быть представлено, по крайней мере, тремя дугами в СГ.

Разумеется, детализация такого уровня при решении задач управления СТС не требуется, поскольку в подавляющем большинстве случаев анализируются стационарные или, по крайней мере, квазистационарные процессы. Поэтому гидравлические емкости и индуктивности элементов могут не учитываться при построении СГ. Однако рассмотренного варианта упрощения СГ оказывается недостаточно в силу масштабности централизованных систем теплоснабжения. Поэтому на практике активно используются приемы эквивалентирования, однако применительно к СТС они вызывают определенные трудности, поскольку нелинейность этих систем не позволяет теоретически обосновать такие приемы [2].

Укрупнение СГ является обязательным не только в целях уменьшения размерности решаемой задачи, но и, что не менее важно, для уменьшения разброса численных значений сопротивлений участков. Излишняя детализация схемы представляет собой наиболее распространенную ошибку, приводящую к многократному увеличению затрат вычислительного труда [2].

Заметим, что эквивалентирование [3] в смысле упрощения СГ не является тождественным с энергетическим эквивалентированием подсистем горячего водоснабжения, поскольку эти приемы хотя и имеют одно название, но преследуют различные цели. В первом случае - эквивалент совокупности элементов или подсистем СТС формируется при полностью известном их составе и характеристиках, тогда как при энергетическом эквивалентировании состав и конфигурация замещаемых элементов обычно неизвестны.

Выбор схем присоединения потребителей (абонентов) к СТС, а следовательно, и оборудования абонентского ввода зависит от принятой системы теплоснабжения (закрытая или открытая), от метода регулирования отпуска тепла, от пьезометрического графика (пьезометрического напора в местной системе, располагаемого напора на абонентском вводе) и т.д. Поэтому рассматривают варианты аппаратного оформления абонентских подсистем СТС и соответствующие им фрагменты СГ для решения задач анализа потокораспределения [4, 5] в невозмущенном и возмущенном состояниях соответственно.

Наличие регулирующих устройств, в схемах абонентских подсистем и их гидравлические эквиваленты в виде СГ, вынуждает применять повышенную детализацию при построении структурного графа. В этом случае резко возрастает размерность математической модели СТС. Уменьшить последнюю удастся за счет эквивалентирования структуры источников теплоснабжения и магистральных (распределительных) сетей. Примеры таких приемов упрощения рассмотрены, например, в [2].

Суммарное сопротивление источника теплоснабжения, эквивалентируемого одним участком определяется через показания манометров на подающем и обратном коллекторах в режиме наладки и максимальный напор, развиваемый совместно работающими насосами в соответствии с [2]. Это сопротивление включает в себя не только сопротивление грязевиков, подогревателей, пиковых котлов, задвижек, трубопроводов, но и внутреннее сопротивление насосной группы. Лишь в некоторых случаях, в зависимости от конкретного вида СГ может возникнуть необходимость эквивалентирования источников несколькими параллельными участками, отличающимися друг от друга, как сопротивлениями, так и действующими напорами.

Известно, что для эффективного управления [6, 7] гидравлическими и тепловыми параметрами режима в распределительных

тепловых сетях широко применяются насосные и дроссельные подстанции. Принципиальных проблем их отображения в составе СГ системы не возникает, причем здесь также целесообразно использование приемов эквивалентирования. Руководствуясь принципами параллельного и последовательного соединения гидравлических сопротивлений в одном элементе можно объединять целые насосные и дроссельные группы.

Выбор начальных приближений для эквивалентов гидравлических сопротивлений отдельных элементов абонентских подсистем (АП) как и процедура формирования СГ является задачей, допускающей множество вариантов решения. Поэтому можно указать лишь некоторые рекомендации, не вызывающие возражений.

Значения сопротивлений эквивалентных участков, замещающих элементы АП без регулирующих устройств определяются по располагаемому напору h и номинальному расходу Q , которые принимаются, исходя из данных о режиме наладки (регулировки) сети.

При обычных температурных графиках в местной системе отопления 95-70°C и во внешней сети 150-70 °C коэффициент смешения элеватора должен быть не меньше 2,2. При потерях напора в местной системе порядка 1м требуемый коэффициент смешения 2,2 может быть получен при располагаемом напоре в сопле элеватора 10 м. При большем располагаемом напоре на вводе избыточный напор может быть либо погашен в подающей линии перед элеватором с помощью задвижки или дроссельной шайбы, либо использован в сопле элеватора. В последнем случае коэффициент смешения в элеваторе будет больше расчетного. Таким образом, суммарное гидравлическое сопротивление элеватора можно считать величиной постоянной.

Регулятор расхода воды на отопление может быть установлен перед элеваторным узлом. Расход воды на такой ввод равен сумме расходов воды на отопление и горячее водоснабжение. Регулятор расхода может быть также установлен перед всем вводом. В

этом случае расход воды будет меньше, чем в первом случае, поскольку при увеличении расхода воды на горячее водоснабжение уменьшается расход воды на отопление, что компенсируется некоторым увеличением расчетного расхода воды на ввод или повышением температурного графика. В обоих вариантах установки регулятора расхода изменение располагаемого напора в сети не оказывает влияния на расход воды на абонентский ввод. Потеря напора в полностью открытом регуляторе расхода составляет примерно 2-3 метра.

Регулятор расхода может вовсе не устанавливаться. При этом на вводе устанавливается только регулятор температуры. Расход воды на отопление при этой схеме зависит от располагаемого напора в сети, который в свою очередь определяется напором насоса на станции, расходом воды на ГВ из подающей и обратной линий, сопротивлением элеваторного узла.

Потеря напора, как в трубах, так и в межтрубном пространстве подогревателя ГВ зависит от средней скорости движения теплоносителя и может быть определен по данным [8].

Реализация поставленной задачи требует решения ряда дополнительных задач, решаемых комплексно и обеспечивающих надежность функционирования [9, 10] и безопасность [11, 12] таких сложных систем. В рамках комплексных задач можно рассматривать экологические [13, 14, 15], неизбежно возникающие после возникновения аварий на объектах защиты. Применяя разработки по резервированию ГС [16] на уровнях проектирования и эксплуатации, можно также повысить надежность объектов защиты.

В качестве отдельной задачи для рассматриваемых систем можно рассмотреть задачу обеспечения информационной безопасности [17, 18, 19], возникающей при обработке информации с помощью информационных систем, получаемой от приборов учета и поступающей для обработки в диспетчерские пункты.

Библиографический список

1. Кафаров, В.В. Проектирование и расчет оптимальных систем технологических трубопроводов / В.В. Кафаров, В.П. Мешалкин. - М.: Химия, 1991. - 368 с.
2. Хасилев, В. Я. Методы и алгоритмы расчета тепловых сетей / В. Я. Хасилев, А. П. Меренков, Б. М. Каганович, К. С. Светлов, М. К. Такайшвили - М.: Энергия, 1978. - 175 с.
3. Сазонова, С.А. Разработка методов и алгоритмов технической диагностики систем газоснабжения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: защищена 18.05.2000; утв. 13.10.2000 / С.А. Сазонова. - Воронеж, 2000. - 15 с.
4. Сазонова, С.А. Моделирование неустановившегося и установившегося потоко-распределения систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2013. - № 1 (10). - С. 55-60.
5. Сазонова, С.А. Модели оценки возмущенного состояния системы теплоснабжения / С.А. Сазонова // Инженерная физика. - 2010. - № 3 – С. 45-46.
6. Сазонова, С.А. Комплекс прикладных задач оперативного управления, обеспечивающих безопасность функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2015. - № 2 (15). - С. 37-41.
7. Сазонова, С.А. Решение прикладных задач управления функционированием системами теплоснабжения / С.А. Сазонова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2013. - № 2 (11). - С. 59-63.
8. Соколов, Е. Я. Эксплуатация тепловых сетей / Е. Я. Соколов, Н. К. Громов, А. П. Сафонов - М.: Госэнергоиздат, 1955. - 156с.
9. Сазонова, С.А. Оценка надежности систем газоснабжения при проведении вычислительных экспериментов с ординарными отказами линейных элементов / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 138-147.
10. Надежность технических систем и техногенный риск: учебн. пособие / сост.: С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - 148 с.
11. Колотушкин, В.В. Безопасность жизнедеятельности при эксплуатации зданий и сооружений: учеб. пособ. / В.В. Колотушкин, С.Д. Николенко. - Воронеж: ВГАСУ. - 2009.
12. Колотушкин В.В., Николенко С.Д. Безопасность жизнедеятельности при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений : учеб. пособ. / В.В. Колотушкин, С.Д. Николенко. – Воронеж: ВГАСУ, 2014. – 194 с.
13. Золотарев, В.Л. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опасных веществ на людей и экологию с программной реализацией / В.Л. Золотарев, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 8-16.
14. Жидко, Е.А. Разработка математической модели рассеивания в приземном слое атмосферы частиц золы и технология ее утилизации в строительстве. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Е. А. Жидко. - Воронеж, 2002.
15. Манохин, М.В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, Е.И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015. - №4(34). – С. 370-376.
16. Сазонова, С.А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015. - №4(34). – С. 440-448.
17. Жидко, Е.А. Высокие интеллектуальные и информационные технологии инте

гированного менеджмента XXI века: монография / Е.А. Жидко. - Воронеж, 2013. 76 с.

18. Жидко, Е.А. Методология исследований информационной безопасности экологически опасных и экономически важных объектов: монография / Е.А. Жидко. - Воро-

неж, 2015. - 183 с.

19. Жидко, Е.А. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Интернет-журнал Науковедение. - 2014. - № 2(21). - С. 33.

УДК 37+374

*АНОО ВО Воронежский институт высоких технологий
Специалист ФДПО М.А. Любимова
Россия, г.Воронеж
E-mail: mashenka_vrn@mail.ru*

*ANOO IN the Voronezh institute of high technologies
Expert of FDPO M. A. Lyubimova
Russia, Voronezh
E-mail: mashenka_vrn@mail.ru*

М.А. Любимова

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ КАК СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Аннотация: Рассматривается возможность использования аппарата теории массового обслуживания для создания моделей системы дистанционного обучения студентов в системе высшего профессионального образования

Ключевые слова: Система массового обслуживания, теория очередей, устройство обслуживания

М. А. Lyubimova

MODELLING OF SYSTEM OF DISTANCE LEARNING AS SYSTEMS OF MASS SERVICE

Abstract: A possibility of using a theory of mass service device for creating models of remote student training system in the sphere of higher vocational training is considered

Keywords: System of mass service, demands generator, service device

Системы, в которых в случайные моменты времени поступают заявки на обслуживание, при этом поступившие заявки обслуживаются с помощью системы каналов, называются системами массового обслуживания (СМО).

Каждая система массового обслуживания включает в свою структуру некоторое число обслуживающих устройств (единиц, приборов, линий), которые называют каналами обслуживания. Роль каналов в образовании играют лица, выполняющие те или иные операции (учащиеся и преподаватели.), линией связи в свою очередь выступает компьютерная техника.

Все системы массового обслуживания предназначены для обслуживания некоторо-

го потока заявок, поступающих на вход системы большей частью не регулярно, а в случайные моменты времени. Обслуживание заявок, в общем случае, также длится не постоянно, заранее известное, а случайное время. После обслуживания заявки канал освобождается и готов к приему следующей заявки. Случайный характер потока и времени их обслуживания приводит к неравномерной загрузке системы массового обслуживания, в некоторые промежутки времени на входе СМО могут скапливаться необслуженные заявки (они либо становятся в очередь, либо покидают СМО необслуженными), в другие же периоды при свободных каналах на входе СМО заявок не будет, что приводит к недогрузке СМО, т.е. к простаиванию каналов (рис.1).

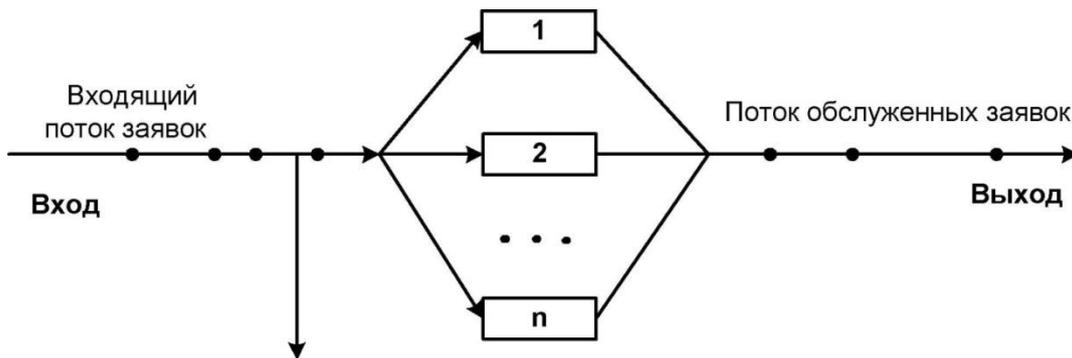


Рис. 1 - Схема системы массового обслуживания

Следовательно, в системе массового обслуживания можно определить основные составляющие:

- 1) входящий поток заявок;
- 2) очередь учеников;
- 3) каналы обслуживания;
- 4) выходящий поток обслуженных заявок.

Рассмотрим простейшую одноканальную модель дистанционного обучения с вероятностными входным потоком, процедуру обслуживания с заданной длительностью обслуживания. Плотность распределения длительностей интервалов между поступлениями заявками от учеников имеет вид:

$$f_1(t) = \delta \cdot e^{-\delta t} \quad (1)$$

где δ — интенсивность поступления заявок от учеников в систему, т.е. среднее число заявок, поступающих в систему за единицу времени.

Плотность распределения длительностей обслуживания имеет следующий вид:

$$f_2(t) = \mu \cdot e^{-\mu t} \quad (2)$$

где $\mu = \frac{1}{t_0}$ — интенсивность обслуживания, t_0 — среднее время обслуживания одного учащегося.

Допустим, система дистанционного обучения работает с отказами. Определим абсолютную и относительную пропускную способность системы.

Относительная пропускная способность равна доли обслуженных заявок относительно всех поступающих и вычисляется по формуле:

$$\rho = \frac{\mu}{\sigma + \mu} \quad (3)$$

Эта величина равна вероятности P_0 того, что канал обслуживания свободен.

Абсолютная пропускная способность (A) — среднее число заявок, которое может обслужить система массового обслуживания в единицу времени:

$$A = \sigma \cdot \rho = \frac{\delta \cdot \mu}{\sigma + \mu} \quad (4)$$

Вероятность отказа в обслуживании заявки будет равна вероятности состояния «канал обслуживания занят»:

$$P_0 = 1 - \frac{\sigma}{\sigma + \mu} = \frac{\mu}{\sigma + \mu} \quad (5)$$

Данная величина P_0 может быть интерпретирована как средняя доля необслуженных заявок среди поданных.

Системы массового обслуживания с ожиданиями делятся на две группы: замкнутые и разомкнутые.

К замкнутым относятся системы, в которых поступающий поток требований ограничен. В подобных системах общее число циркулирующих требований конечно и чаще всего постоянно. Если питающий источник обладает бесконечным числом требований, то системы называются разомкнутыми. В системах с отказами

поступившее требование, застав все устройства занятыми, покидает систему. Классическим примером системы с отказами может служить работа дистанционного обучающего портала. В системах смешанного типа поступившее требование, застав все устройства занятыми, становятся в очередь и ожидают обслуживания в течение ограниченного времени. Не дождавшись обслуживания в установленное время, требование покидает систему.

Результатом решения задачи массового обслуживания являются функции распределения случайных величин, являющихся объектами моделирования, и/или параметры, выходящие в эти функции. Таким образом, с использованием теории массового обслуживания можно провести анализ систем дистанционного обучения.

Библиографический список

1. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. — М.: Машиностроение, 1979. — С. 432.
2. Кузнецова(Нагаева) И.А. Дистанционное обучение как система массового обслуживания.—Межвузовский сборник научных трудов "Инновационные технологии", под редакцией доктора технических наук, профессора Феоктистова Н.А., доктор технических наук, профессора Выскуба В.Г. Выпуск №4. "Информационные системы и технологии". -М.:НОУ ВПО "ИГУПИТ", НОУ ВПО "РосНОУ", 2011. –184с. стр. 124–131.
3. Бродский Ю.И. Распределенное имитационное моделирование сложных систем. –М.: ВЦ РАН, 2010. –с. 156

УДК 007: 519.84

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, канд. техн. наук, доцент Д.В. Сысоев, студент 3-го курса А.А. Швецова
Россия, г.Воронеж, E-mail: sysoevd@yandex.ru*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Ph. D. in Engineering, associate professor D.V. Sysoev, Student of the 3-rd course A.A. Shvetsova
Russia, Voronezh, E-mail: sysoevd@yandex.ru*

Д.В. Сысоев, А.А. Швецова

МОДЕЛЬ ПОИСКА ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННО - АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Аннотация: Рассматривается модель поиска информации о конкурентах в условиях иерархического взаимодействия данных системы в сети

Ключевые слова: технологическая система, ресурс, структура, функционирование системы

D.V. Sysoev, A.A. Shvetsova

MODEL FINDING DATA IN THE INFORMATION - ANALYTICAL SYSTEMS

Abstract: The model information retrieval is Considered about rival in condition of the hierarchical interaction system data in network

Keywords: technological system, resource, structure, functioning system

Основной (целевой) функцией любой информационной системы ИС_π сети ИС = {ИС}_N является поиск информации по запросам пользователей $I = \{i\}_m$. От того насколько адекватно будет реализована эта функция, зависит эффективность функционирования ИС_π (полнота и точность

– релеватность, время поиска, экономичность и др.). Понятно, что эти показатели эффективности формируются на всех операциях информационной технологии поиска (ИТ), и в первую очередь, на этапах взаимодействия ИС_π с внешней средой (множеством пользователей I), отражая вариантность информации в множестве запросов, неоднозначность в свертывании их

первичного описания и в оценках выданной на запросы информации.

Построим структурную модель ИТ в виде кортежа $M_{ит} = \langle M_{W_x}, M_{WX}, M_{XY}, M_{YW}, M_{W_y} \rangle$, элементы которого последовательно формируют этапы выполнения ИТ (M_{W_x} - модель множества запросов, M_{WX} - модель связи множества запросов со входом ИС $_{\pi}$, M_{XY} - модель преобразования входного объекта в выходной объект, M_{YW} - модель связи выхода с множеством выходных документов, M_{W_y} - модель множества выходных документов). В соответствии с моделью $M_{ит}$ представим ИТ поиска в виде схемы функционирования ИС $_{\pi}$ в сети и рассмотрим более подробно выше представленные модели.

Модель множества запросов представляет собой нуль - граф, $M_{W_x} : G_{W_x} = G_{W_x}(W(X), \emptyset)$, где $W(X) = (W_1(X_1), W_2(X_2), \dots, W_m(X_m))$ - множество вершин, характеризующее множество запросов пользователей. Каждый запрос $W_i(X_i)$, $i \in I$ представляется в виде требуемого массива информации X_i заданного формата W_i . При этом, модель запроса формализуется в виде $W_i(X_i) = \{W_{ин}(X_i), W_{инр}(X_i), \Lambda(W)\}$, где $W_{ин}(X_i)$ - множество исходных структур данных; $W_{инр}(X_i)$ - множество производных структур данных; $\Lambda(W)$ - множество организационно - технологических ограничений и требуемых интегральных свойств данных (пертинентность - соответствие выдачи потребностям пользователя, режимы информирования - избирательный (периодический), ретроспективный (разовый), интегральный поиск; сроки выполнения запроса, объемы информации, выделяемые средства и др.). При этом сам формат (структура) i -го запроса - это заданный граф $G_{W_i}(W_i, E_{W_i})$, где W_i - множество исходных и производных структур, а E_{W_i} - множество связей (дуг), соединяющие эти структуры. Отметим, что множество дуг отображает множество W_i само в себя. Тогда граф G_{W_i}

исходных данных можно задать в виде $G_{W_i}(W_i, \Gamma_i)$, включающего множество вершин $W_i(X_i)$ и заданного на нем отображения Γ_i .

Модель связи множества запросов со входом M_{WX} устанавливает отношение между множеством запросов модели M_{W_x} и множеством входного объекта X системы ИС $_{\pi}$. Заметим, что нуль - граф $G_{W_x}(W(X), \emptyset)$ порождает нуль - граф $G_{X_i}(\{X_i\}, \emptyset)$, объединение вершин которого формирует входной объект $X = \bigcup_i X_i$. При этом понятно,

что $|X| \leq |\{X_i\}|$ ($|\cdot|$ - мера множества). Тогда модель M_{WX} представляется в виде двудольного графа, $M_{WX} : G_X = G_X(V_X, E_X)$, $V_X = \{X_i\} \cup X$, причем дуга $e_{kl} \in E_X$, если $v_k \in \{X_i\} \wedge v_l \in X$.

Модель преобразования входного объекта в выходной объект M_{XY} представляет собой не что иное как модель функции самой информационной системы ИС $_{\pi}$. В предположении наличия множеств: X - входного объекта, Y - выходного объекта, C - состояний системы, функцию ИС $_{\pi}$ можно описать в теоретико - множественном представлении, т.е. $M_{XY} : (R : X \times C \rightarrow Y)$, где R - множество глобальных реакций (преобразований $X \rightarrow Y$) системы. Структуру модели, так же как и в [1], представим в виде ориентированного графа $G_{XY} = (V_{XY}, E_{XY})$. Граф G_{XY} имеет множество вершин $V_{XY} = X \cup C \cup Y$ и множество дуг E_{XY} . При такой структуризации следует заметить, что в графе вершины Y достижимы из вершин X только через вершины множества состояний C , а множество дуг E_{XY} определяет множество стратегий информационного поиска [1]. Причем существует взаимоднозначное соотношение $E_{XY} \Leftrightarrow R$. Сравнение множеств X и Y позволит оценить и релевантность поиска, например в виде $|Y| / |X|$.

Модель связи выхода с множеством выходных документов M_{YW} . Для этого первоначально введем в рассмотрение двудольный граф $G_Y = G_Y(V_Y, E_Y)$, $V_Y = Y \cup \{Y_i\}$, дуга $e_{kl} \in E_Y$, если $v_k \in Y \wedge v_l \in \{Y_i\}$.

Результирующие информационные вектора формируются по правилу $Y_i = \{Y_{ik} \in$

$Y: \cup_{Y_{il} \in Y} Y_{il} \Gamma_{iY} Y_{ik}$, где $i \in I$; $Y_{ik} - k - \text{ый}$ элемент данных $i - \text{го}$ информационного вектора; $\Gamma_{iY} - \text{преобразование } Y \rightarrow \{Y_i\}$. Введение Sx_i обеспечивает независимость пользователей по отношению к функционированию IS_π , т.к. изменение процессов поиска не сказывается на пользователе. Используя подсхемы IS_π должна преобразовать данные в формат, совместимый с запросом пользователя в соответствии с графом $G_{W_i} (W_i, \Gamma_i)$. Структурно – это двудольный граф $G_c = G_c(V_c, E_c)$ с множеством вершин $V_Y = \{Y_i\} \cup W_i$ и $W_i = \{Y_{ik} \in Y_i: \cup_{Y_{il} \in Y_i} Sx_i Y_{ik}\}$. Тогда моделью M_{YW} может служить граф, $M_{YW}: G_{YW}(V_{YW}, E_{YW})$, $V_{YW} = Y \cup \{Y_i\} \cup W_i$ и $W_i =$

$\Gamma_k(Y)$, где $\Gamma_k = \Gamma_{iY}$. $Sx_i - \text{композиция отображений}$.

Модель множества выходных документов M_{W_Y} устанавливает отношение между IS_π и внешней средой. Она представляется нуль графом $G_{W_Y} = G_{W_Y}(W(Y), \emptyset)$ и от того насколько он «похож» на нуль – граф множества запросов $G_{W_X} = G_{W_X}(W(X), \emptyset)$ зависит pertinентность ИТ поиска.

Библиографический список

1. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы.- М.: Мир, 1978.- 311с.

УДК 004.722

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, канд .техн.наук, доцент Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, E-mail: lenag66@mail.ru*

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), доцент Кирьянов К.А.
Россия, г. Воронеж, E-mail: konst63224@mail.ru*

*The Voronezh state architecturally-building university
associate Professor E.A. Zhidko
Russia, Voronezh, E-mail: lenag66@mail.ru*

*Military training and scientific center of the air force "air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin (Voronezh), associate Professor Kiryanov K.A.
Russia, Voronezh, E-mail: konst63224@mail.ru*

Е.А. Жидко, К.А. Кирьянов

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА

Аннотация: В статье сформирована обобщённая система взглядов (утверждения 1-4) на путь разрешения проблемы информационной безопасности хозяйствующего субъекта в контексте: безопасность и устойчивость развития как функция его информационного обеспечения, аргументом которого является защищённость объекта от угроз нарушения информационной безопасности

Ключевые слова: информационная безопасность, нормативно-правовая база, устойчивость развития, защищённость, мера информации, информационной обеспечение, концепция

Е.А. Zhidko, К.А. Kiryanov

CONCEPTUAL PROVISIONS OF THE SYSTEM MODELING OF INFORMATION SECURITY BUSINESS ENTITY

Abstract: The article generated a generalized system of beliefs (claims 1-4) to the way of solving the problem of information security business entity con-text: the security and sustainability of development as a function of its information-ware, whose argument is the protection of the object against threats of violation of information security

Keywords: information security; regulatory framework; sustainable development; security; information measure; information technology; concept

По определению концепция (в переводе с латинского «понимание») это обобщён-

ная система взглядов на изучаемые объекты и явления, то есть представление о том, как надо подходить к их восприятию и изучению.

© Жидко Е.А., Кирьянов К.А., 2016

Предварительные исследования показали, что информационная безопасность хозяйствующего субъекта (ИБ ХС), его система информационной безопасности (СИБ) является аргументом их безопасного и устойчивого (антикризисного) развития (БУР) как функции конкурентоспособности (КСП) объекта и его СИБ на внешних и внутренних рынках. С целью обеспечения БУР(КСП) необходимо своевременное получение качественной информации (информационное обеспечение (ИО)) об истинных намерениях и действиях конфликтующих сторон в *контексте* противоборства на политической арене и конкурентной борьбы в социально-эколого-экономическом *аспекте* в *условиях* информационной войны между ними (идеологической, информационно-психологической и кибернетической).

Основными способами ведения информационной войны являются хищения, разрушения и модификация информации, циркулирующей во внешней и внутренней среде ХС, его СИБ [1]. В результате появляются угрозы дезинформации, утраты и/или искажения ИО, необходимого и достаточного для достижения и сохранения устойчивого развития субъекта. Такие угрозы рассматриваются как нарушение ИБ ХС, его СИБ с негативными последствиями для внешней и внутренней среды. Ими могут стать локальные кризисы и военные конфликты с угрозой их перерастания в мировые.

В результате приходим к выводу о том, что системное моделирование ИБ ХС, его СИБ необходимо разработать с позиций, представленных в виде интегрированной скобочной конструкции БУР(КСП(ИО(ИБ(ИК)))) [2].

Особенность такого моделирования в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке в XXI веке определяется неравномерностью развития отдельных стран, их интеграционных блоков и хозяйствующих субъектов. Согласно грациям, принятым в ООН, выделяют страны высокоразвитые и развитые, переходного периода, развивающиеся и слаборазвитые. Это создаёт допол-

нительные проблемы интеграции стран в мирохозяйственные связи, как. Например. Высокоразвитые и развитые страны стремятся поглотить развивающиеся и слаборазвитые. Те, понимая негативные последствия для себя таких угроз, предпринимают меры по их предупреждению и ликвидации. Сущность таких мер и их последствий для нападающей стороны вызывает у неё опасения из-за реальной угрозы потерять свои вложения в партнёров, ничего не получив взамен.

С учётом вышесказанного и требований доктрины ИБ РФ [1] приходим к следующим основным концептуальным положениям системного моделирования ИБ ХС, его СИБ [3-5].

Утверждение 1. Основы системного моделирования ИБ предназначены для создания научно-методического обеспечения (НМО) программы исследований защищённости ХС, его СИБ от угроз нарушения их ИБ с целью предупреждения противоречивости и неразвитости правового регулирования общественных отношений в информационной сфере, согласно требованиям доктрины [1]. Путь достижения цели – обеспечение защищённости национальных интересов России в информационной сфере, определяющихся совокупностью сбалансированных интересов личности, общества, государства (ЛОГ).

Под сбалансированностью интересов будем понимать такое соотношение информированности ЛОГ о результатах принимаемых ими решений в заданном контексте, аспектах и условиях, которые гарантируют формирование гражданского общества в России, её безопасное и устойчивое (антикризисное) развитие в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке XXI века.

Утверждение 2. Интегральная цель ХС, его СИБ, то есть БУР(КСП), достигается за счёт скоординированных по цели, месту и времени, диапазону условий и полю проблемных ситуаций намерений и действий сторон А и В, конфликтующих между собой в заданном контексте, аспектах и условиях

(далее: дуэль между сторонами А и В). Путь достижения цели базируется на формировании единого алгоритма и единой шкалы оценки защищённости ХС, его СИБ с позиций единого подхода к системному моделированию ИБ [6-8]. Такой подход базируется

на внедрении логико-вероятностно-информационного подхода к исследованиям ИБ ОЗ, его СИБ и ветвлении интегральной цели их защиты от угроз на частные: БУР(КСП), КСП(ИО), ИО(ИБ(ИК)) (Табл., рис. 1.) [7].

Таблица

Основания для ветвления интегральной цели ХС, его СИБ на частные цели

Уровень	Вид модели	Основания для ветвления		
		Контекст	Аспект	Условия
0	БУР(КСП(ИО(ИБ(ИК)))) <i>Проблема</i> предотвращения трансформации информационной войны в вооруженные конфликты и кризисы	Противоборство на политической арене	Конкурентная борьба в социально-эколого-экономической сфере	Информационная война
1	БУР (КСП) <i>Проблема</i> координации намерений и действий сторон А и В по цели (БУР), месту и времени	Политики: внешняя и внутренняя Международной и национальной право	Стратегии управления состоянием национальной безопасности и устойчивости развития - координация действий в сфере по цели	-идеологическая -информационно-психологическая -кибернетическая. Угрозы нарушения ИБ ХС, его СИБ
2	КСП(ИО) <i>Проблема</i> предотвращения трансформации информационной войны в локальные и мировые кризисы	Адекватная реакция на внешние в внутренние угрозы нарушения ИБ ХС, их СИБ. Предупреждение развязывания холодных войн и военных конфликтов	Управление циклами ИИПЗ ХС, его СИБ от угроз нарушения их ИБ. предупреждение кризисов и ликвидация их негативных последствий	Предупреждение причин, порождающих угрозы нарушения ИБ с негативными последствиями для ЛОГ и ХС. Ликвидация последствий
3	ИО(ИБ(ИК)) <i>Проблема</i> обеспечения защищенности ХС, его СИБ от угроз нарушения их ИБ с негативными последствиями	Разработка высоких информационных технологий обеспечения ИБ ХС, его СИБ в заданном контексте, аспектах и условиях. Введение критериев оптимизации и адаптации реакции на угрозы нарушения ИБ ХС, его СИБ в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке XXI века. Создание НМО программы исследований ИБ в результате анализа возможных исходов дуэли и синтеза адекватной реакции на них.		

В итоге:

- на 0 уровне разрабатывается модель в общем виде, как функция исходов дуэли между сторонами А и В в заданном контексте, аспектах и условиях [9,10];

- на 1 уровне разрабатывается система моделей панорамы возможных исходов дуэли (априори и апостериори) по основаниям:

цель, место, время, диапазон условий, поле проблемных ситуаций и так далее [11,12];

- на 2 уровне разрабатывается НМО БУР ХС, его СИБ в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке XXI века. Антикризисное управление на основе инноваций и внедрения формы хозяйствования 5 С [13].

В диагональных элементах матрицы рис.1 отражается последовательность операций над входными информационными пото-

ками в интересах получения требуемых выходных потоков в заданном контексте, аспектах и условиях (рис.2).

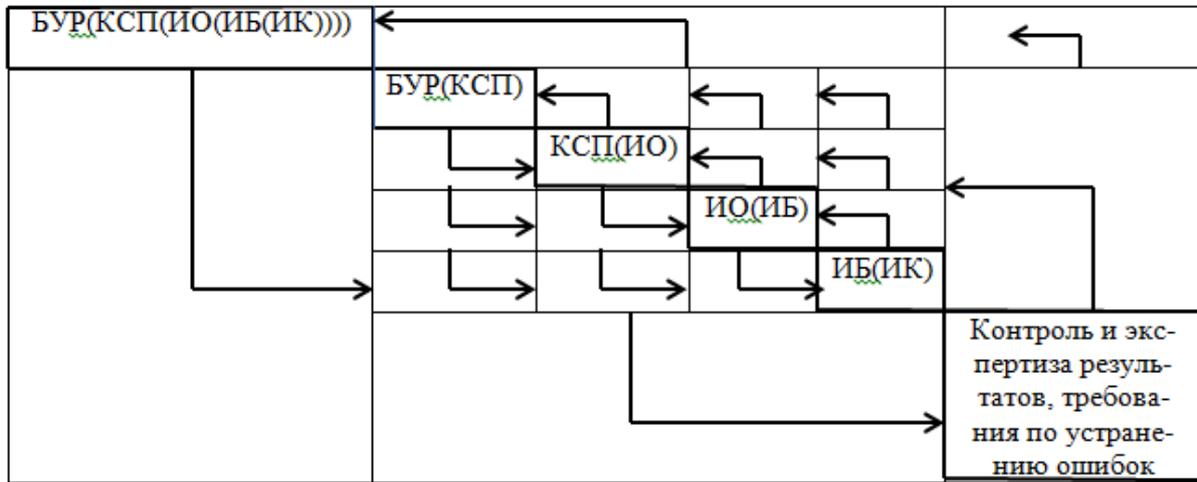


Рис. 1 - Модель сущностей обеспечения ИБ ХС, его СИБ на различных уровнях моделирования (табл.) и отношений между сущностями

Стрелки в элементах ниже диагонали отражают делегирование функций от модели высшего уровня к моделям последующих уровней и управление ими по ситуации результатам в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке.

отражают промахи ошибки моделирования ИБ, требования к их устранению. Это основа для ликвидации противоречивости и неразвитости правового регулирования общественных отношений в информационной сфере в заданном контексте, аспектах и условиях.

Стрелки в элементах выше диагонали

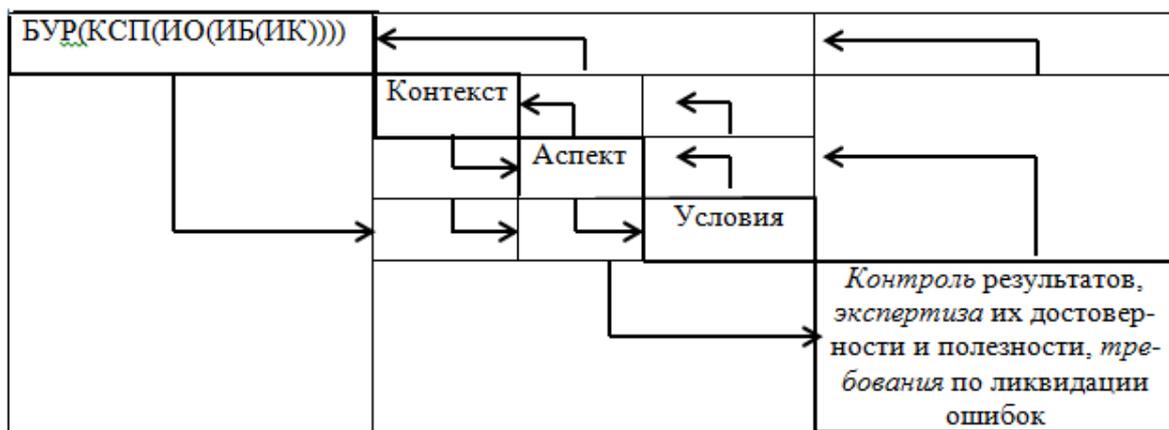


Рис. 2 - Модель сущностей обеспечения ИБ и отношений между ними

В диагональных элементах (рис.2) приведена последовательность операций над входными информационными потоками: требования к ИБ в заданном контексте, аспектах и условиях, контролю их достоверно-

сти и полезности по ситуации и результатам в статике и динамике условий XXI века.

Стрелки в элементах матрицы отражают требования по координации усилий в заданных предметных областях и управления

ими с целью устранения промахов и ошибок лиц, принимающих решения при выборе реакции на угрозы нарушения ИБ по ситуации и результатам. Эффективность управления обеспечивается механизмами регулирования и санкциями, предусмотренными в НПД по ИБ РФ. Стрелки в элементах выше диагонали отражают выявленные промахи и ошибки ЛПР, которые совершены ими в процессе выбора реакции на угрозы нарушения ИБ ХС, его СИБ в результате преобразования входных информационных потоков в требуемые выходные потоки.

Утверждение 3. С позиций логико-вероятностно-информационного подхода адекватность реакции на угрозы нарушения ИБ ХС, его СИБ целесообразно оценивать по общему критерию: *необходимо «И» потенциально возможно «И» реально достижимо* по ситуации и результатам в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке [7].

Утверждение 4. Методология принятия решений об адекватности реакции должна базироваться на распознавании ситуации и прогнозе последствий внедрения решений, а также оценке их приемлемости для ЛОГ в краткосрочном (1 – 3 года), среднесрочном (5 – 10 лет) и долгосрочном (15 – 20 лет и более) периодах. Правила принятия адекватных решений целесообразно строить на основе формирования приоритетного ряда их альтернативных вариантов, выбора оптимальных и близких к ним решений по ситуации и результатам в статике и динамике современных условий [10,11].

Принятые утверждения определяют сущность дальнейших исследований по проблеме ИБ в интересах разработки теоретических основ системного математического моделирования ИБ ХС достоверных и полезных в заданном контексте, аспектах и условиях.

Библиографический список

1. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации: утв. Президентом РФ 9 сентября 2000 г., № Пр-1895

[Электронный ресурс].

2. Жидко Е.А. Методология исследований информационной безопасности экологически опасных и экономически важных объектов: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. - Воронеж, 2015. - 183 с.

3. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности//Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 2 (21). С. 33.

4. Жидко Е.А. Методология системного математического моделирования информационной безопасности/ Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 3 (22). С. 101.

5. Жидко Е.А. Методология формирования единого алгоритма исследований информационной безопасности// Вестник Воронежского института МВД России. 2015. № 1. С. 62-69.

6. Жидко Е.А. Методология формирования системы измерительных шкал и норм информационной безопасности объекта защиты//Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 2 (97). С. 17-22.

7. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Логико-вероятностно-информационное моделирование информационной безопасности// Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2014. № 4. С. 136-140.

8. Жидко, Е.А. Высокие интеллектуальные и информационные технологии интегрированного менеджмента XXI века: монография/ Воронеж, 2014. -76 с.

9. Сазонова, С.А. Разработка модели анализа потокораспределения возмущенного состояния системы теплоснабжения / С.А. Сазонова // Моделирование систем и информационные технологии. Сб. науч. тр. - Воронеж, 2007. - С. 52-55.

10. Сазонова С.А. Решение задач обнаружения утечек систем газоснабжения и обеспечение их безопасности на основе методов математической статистики // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2015. - №14. – С. 51-55.

11. Сазонова С.А. Информационная система проверки двухальтернативной гипотезы при диагностике утечек и обеспечении безопасности систем газоснабжения // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2015. - №14. – С. 56-59.

12. Сазонова С.А. Обеспечение безопасности функционирования систем газоснабжения при реализации алгоритма диагностики утечек без учета помех от стоха-

стичности потребления // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2015. - №14. – С. 60-64.

13. Жидко Е.А. Разработка математической модели рассеивания в приземном слое атмосферы частиц золы и технология ее утилизации в строительстве. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2002.

УДК 544.733.4:519.87

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (Воронеж), кандидат технических наук, доцент Е.А. Шипилова

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», кандидат технических наук, доцент И.А. Хаустов, магистрант Сапрыкина А.В. Россия, г. Воронеж, E-mail: post@vsuet.ru

Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh) Ph.D. in Engineering, associate professor E.A. Shipilova

FSBEI HPE «Voronezh State University of Engineering Technologies», Ph.D. in Engineering, associate professor I.A. Khaustov, undergraduate Saprykina A.V. Russia, Voronezh, E-mail: post@vsuet.ru

А.В. Сапрыкина, И.А. Хаустов, Е.А. Шипилова

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ПРОЦЕССА ФИЛЬТРОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ

Аннотация: Приводятся математические модели для расчета процесса фильтрации аэрозолей зернистыми слоями при различных условиях протекания процесса. Рассмотрены модели влияния различных механизмов и их вклад в общую эффективность очистки.

Ключевые слова: зернистые фильтры, механизмы осаждения частиц, математические модели процесса фильтрации аэрозолей.

A.V. Saprykina, I.A. Khaustov, E.A. Shipilova

MATHEMATICAL MODELS OF CALCULATION OF PROCESS OF FILTERING OF GAS HETEROGENEOUS SYSTEMS FOR VARIOUS CONDITIONS

Abstract: Mathematical models for calculation of process of filtering of aerosols by granular layers under various conditions of course of process are given. Models of influence of various gears and their contribution to overall effectiveness of cleaning are considered.

Keywords: granular filters, mechanism of sedimentation of particles, mathematical models of process of filtering of aerosols.

При фильтровании частицы аэрозоля осаждаются на поверхности или в объеме пористых сред посредством одновременного и совместного действия различных механизмов улавливания: гравитационного, инерционного, зацепления, диффузионного, электростатического, термофореза, диффузиофореза, фотофореза, воздействия магнитного поля, радиометрических сил [1-3].

За счет диффузионной подвижности вследствие ударов молекул потока с зерном фильтрующего слоя могут сталкиваться маленькие частицы. С увеличением температуры газового потока диффузионная подвижность частиц увеличивается и растет степень диффузионного осаждения. Гравитационному осаждению можно подвергнуть только крупные компоненты. При инерционном осаждении маленькие частицы потока легко меняют направление движения и огибают

© Сапрыкина А.В., Хаустов И.А., Шипилова Е.А., 2016

возникающие препятствия, что невозможно для массивных и/или крупных взвешенных частиц, которые по инерции продолжают движение в прежнем направлении до столкновения с зерном фильтровальной перегородки. Седиментация (гравитационное осаждение) происходит под действием силы тяжести.

В случае инерционного осаждения масса частицы или скорость ее движения настолько значительны, что она не может следовать по линии тока при огибании препятствия, и, стремясь по инерции продолжить свое движение, сталкивается с поверхностью зерна и осаждается на нем. Зацепление (эффект касания) наблюдается при условии, что расстояние от частицы до поверхности обтекаемого газовым потоком тела равно или меньше ее радиуса. Влияние каждого из механизмов осаждения определяется целым рядом факторов, из которых важнейшим является размер частиц дисперсной фазы аэрозоля.

На основании анализа различных исследований [1-3] нами была разработана методика определения ведущего механизма осаждения частиц аэрозоля в фильтровальной перегородке, и, следовательно, выбора математических моделей для расчета процесса фильтрования аэрозолей зернистыми слоями, исходя из физико-механических свойств аэрозолей и гидродинамических режимов протекания процесса.

Фильтрование высокодисперсных слабokonцентрированных аэрозолей идет за счет диффузионного механизма осаждения. Уравнение материального баланса (в условиях равенства скорости накопления твердых частиц в слое изменению расхода твердой фазы) для высокодисперсных аэрозолей с низкой объемной концентрацией при условии пренебрежения величиной осевой диффузии по сравнению с конвективным потоком для одномерного потока и уравнение изменения порозности зернистого слоя во времени с учетом линейного характера изменения коэффициента уноса K от величины накопления осадка в слое, имеют вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial n}{\partial \tau} + \frac{V_{\phi}}{\varepsilon} \cdot \frac{\partial n}{\partial x} = \frac{1}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau} \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau} = -\beta n \frac{6}{d_3} \cdot \frac{\varepsilon - \varepsilon_{пр}}{\varepsilon_0 - \varepsilon_{пр}} (1 - \varepsilon) \end{cases}, \quad (1)$$

где n – объемная концентрация дисперсной фазы в аэрозоле; τ – время, с; ε – порозность, x – продольная координата (толщина слоя), м; V_{ϕ} – скорость фильтрования, м/с; d_3 – эквивалентный диаметр гранул слоя, м; ε_0 – начальная порозность, $\varepsilon_{пр}$ – предельное значение порозности зернистого слоя; β – коэффициент массоотдачи, м²/с.

При фильтровании монодисперсного ВДА с малой объемной концентрацией n_0 и размером частиц $d_{ч}$ с момента времени $\tau > 0$ начальные и граничные условия, соответствующие дифференциальным уравнениям (1), имеют следующий вид:

$$n(0, x) = 0, \quad n(\tau, 0) = n_0, \quad \varepsilon(0, x) = \varepsilon_0. \quad (2)$$

Зацепление (эффект касания): частицы от 1 до 3 мкм при перемещении вместе с газовым потоком в относительной близости от обтекаемого тела приходят в соприкосновение с ним и прилипают к нему. Зацепление наблюдается при условии, что расстояние от частицы до поверхности обтекаемого газовым потоком тела равно или меньше ее радиуса.

Для определения эффективности улавливания частиц в результате зацепления \mathcal{E}_h предлагается использовать формулу [3, 4]:

$$\mathcal{E}_h = 1 - \exp\left[\frac{-3d_q^2 N \Psi}{8\sqrt{3}h^2(0,5d_3 + h)}\right], \quad (3)$$

где N – толщина слоя, м; Ψ – поправочный коэффициент, учитывающий форму гранул слоя; d_3 – диаметр зерен слоя, м; h – линейный параметр, характеризующий расположение зерен слоя относительно друг друга, м.

Рассмотрим процесс фильтрования аэрозоля с преобладающим действием механизма зацепления без влияния эффекта коагуляции. Так как фильтрование среднедис-

персных слабоконцентрированных аэрозолей в зернистом слое идет с закупориванием пор без образования автофильтра, уравнение материального баланса (в условиях равенства скорости накопления твердых частиц в слое изменению расхода твердой фазы) при условии пренебрежения величиной осевой диффузии по сравнению с конвективным потоком для одномерного потока, и изменение порозности зернистого слоя во времени, учитывая линейный характер изменения коэффициента уноса K от величины накопления осадка в слое при условии, что $K_{(\varepsilon=\varepsilon_{np})} = 1$ и $K_{(\varepsilon=\varepsilon_0)} = 0$, с учетом эффекта зацепления можно принять:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial n}{\partial \tau} + \frac{V_{\phi}}{\varepsilon} \cdot \frac{\partial n}{\partial x} &= \frac{1}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau} \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau} &= -\frac{\partial n}{\partial \tau} \left[1 - \exp \left(-\frac{3d_q^2 H}{8\sqrt{3}h^2(0,5d_q + h)} \Psi \right) \right] (1 - \varepsilon) \end{aligned} \right. , \quad (4)$$

При фильтровании среднedisперсных слабоконцентрированных аэрозолей с момента времени $\tau > 0$ граничные условия, соответствующие дифференциальным уравнениям (4) запишутся следующим образом:

$$n(0, x) = 0, \quad n(\tau, 0) = n_0, \quad \varepsilon(0, x) = \varepsilon_0. \quad (5)$$

Рассмотрим процесс фильтрования аэрозоля с преобладающим действием механизма зацепления с учетом влияния эффекта коагуляции. Эффект коагуляции способствует накоплению осадка пылевых частиц как в глубине, так и на поверхности зернистого слоя. При этом, образующийся осадок выступает в качестве дополнительного фильтрующего материала. Для данного процесса характерен быстрый темп нарастания гидравлического сопротивления фильтрующего слоя.

Скорость коагуляции для частиц аэрозоля малых размеров может быть определена по формуле, определяющей броуновскую диффузию [5]:

$$N = 8\pi Dn_0^2, \quad (6)$$

где D – коэффициент молекулярной диффузии, характеризующий интенсивность броуновского движения, m^2/c . Откуда изменение концентрации аэрозоля за счет коагуляции:

$$\frac{\partial n}{\partial \tau} = \frac{8\pi Dn_0^2}{N} \quad (7)$$

Для несжимаемого осадка на плоском зернистом фильтре при $dK/d\tau \neq 0$ (изменение проскока во времени) толщину осадка определяют из соотношения:

$$h_{oc} = Qn_0 \left(\tau - \frac{K_0}{m(1 - e^{-m\tau})} \right) / F, \quad (8)$$

где Q – расход газового потока, m^3/c ; K_0 – начальный проскок; m – коэффициент пропорциональности; F – поверхность фильтрования, m^2 .

Уравнение материального баланса (в условиях равенства скорости накопления твердых частиц в слое изменению расхода твердой фазы) при условии пренебрежения величиной осевой диффузии по сравнению с конвективным потоком для одномерного потока и накоплением осадка во времени, отнесенного к максимально возможному объему осадка на фильтре, и уравнение изменения порозности зернистого слоя во времени, с учетом линейного характера изменения коэффициента уноса K от величины накопления осадка в слое и на поверхности при условии, что $K_{(\varepsilon=\varepsilon_{np})} = 1$ и $K_{(\varepsilon=\varepsilon_0)} = 0$, с учетом эффекта зацепления, можно записать:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial n}{\partial \tau} + \frac{V_{\phi}}{\varepsilon} \cdot \frac{\partial n}{\partial x} + \frac{8\pi Dn_0^2}{N} &= \frac{1}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau} + \frac{Qn_0}{V_{oc} \cdot \tau} \left(\tau - \frac{K_0}{m(1 - e^{-m\tau})} \right) \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau} &= -\frac{\partial n}{\partial \tau} \left[1 - \exp \left(-\frac{3d_q^2 H}{8\sqrt{3}h^2(0,5d_q + h)} \Psi \right) \right] (1 - \varepsilon) \end{aligned} \right. , \quad (9)$$

Граничные условия, соответствующие дифференциальным уравнениям (8), аналогичны (2) или (5).

При инерционном осаждении масса частицы или скорость ее движения настолько значительны, что она не может следовать по линии тока при огибании препятствия, и, стремясь по инерции продолжить свое движение, сталкивается с поверхностью зерна и осаждается на нем.

Эффективность улавливания в результате инерционного осаждения \mathcal{E}_n можно определить по формуле [3, 4]:

$$\mathcal{E}_n = 1 - \exp\left[-\frac{t_q^+ w H \Psi}{2\sqrt{3}h^2}\right], \quad (10)$$

где w – линейная скорость потока, м/с.

Данный механизм осаждения характерен для небольших скоростей потока аэрозоля с частицами средней и крупной дисперсности. При этом происходит как закупоривание пор зернистого слоя, так и отложение осадка на поверхности фильтрующего материала.

$$\begin{cases} \frac{\partial n}{\partial \tau} + \frac{V_\phi}{\varepsilon} \cdot \frac{\partial n}{\partial x} = \frac{1}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau} + \frac{Qn_0}{V_{oc} \cdot \tau} \left(\tau - \frac{K_0}{m(1 - e^{-m\tau})} \right) \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau} = -\frac{\partial n}{\partial \tau} \left[1 - \exp\left(-\frac{t_q^+ w H}{2\sqrt{3}h^2} \Psi\right) \right] (1 - \varepsilon) \end{cases}, \quad (13)$$

Граничные условия, соответствующие дифференциальным уравнениям (13) имеют вид, аналогичный (2) и (5).

Рассмотрим процесс фильтрования аэрозоля с преобладающим действием механизма инерции с учетом влияния эффекта коагуляции. Эффект коагуляции способствует накоплению осадка пылевых частиц как в глубине, так и на поверхности зернистого слоя. При этом образующийся осадок выступает в качестве дополнительного фильтрующего материала. Для данного процесса характерен быстрый темп нарастания гидравлического сопротивления фильтрующего слоя. Инерционное осаждение с коагуляцией имеют определяющее действие при высоких

С учетом линейного характера изменения коэффициента уноса K от величины накопления осадка в слое при условии, что $K_{(\varepsilon=\varepsilon_{np})} = 1$ и $K_{(\varepsilon=\varepsilon_0)} = 0$, с учетом эффекта инерции (1.5)

$$\begin{aligned} K_i &= \exp\left(-\frac{t_q^+ w H}{2\sqrt{3}h^2} \Psi\right) \\ \exp\left(-\frac{t_q^+ w H}{2\sqrt{3}h^2} \Psi\right) &= \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon}{\varepsilon_0 - \varepsilon_{np}}, \end{aligned} \quad (11)$$

где t_q^+ – безразмерное время релаксации частиц. Или

$$1 - \exp\left(-\frac{t_q^+ w H}{2\sqrt{3}h^2} \Psi\right) = \frac{\varepsilon - \varepsilon_{np}}{\varepsilon_0 - \varepsilon_{np}}. \quad (12)$$

Уравнение материального баланса для одномерного потока, и уравнение изменения порозности зернистого слоя во времени, учитывая эффект инерции, можно записать:

скоростях потока, т.е. турбулентном режиме движения и для частиц средних и крупных размеров.

Скорость турбулентной коагуляции для частиц аэрозоля может быть определена по формуле [5]:

$$N = 1,3 \sqrt{\frac{\delta_\tau}{v_r}} d_q^3 n_0^2, \quad (14)$$

где δ_τ – величина, характеризующая турбулентный поток, m^2/c^3 , обычно δ_τ составляет 102 и более; v_r – кинематическая вязкость газа, m^2/c . Откуда изменение концентрации аэрозоля за счет коагуляции:

$$\frac{\partial n}{\partial \tau} = \frac{1,3 \sqrt{\frac{\delta_{\tau}}{v_{\Gamma}}} d_{\Gamma}^3 n_0^2}{H} \quad (15)$$

Учитывая (14) и (15) уравнение материального для одномерного потока и уравнение изменения порозности зернистого слоя во времени с учетом инерционного эффекта можно записать:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{\partial n}{\partial \tau} + \frac{V_{\phi}}{\varepsilon} \cdot \frac{\partial n}{\partial x} + \frac{1,3 \sqrt{\frac{\delta_{\tau}}{v_{\Gamma}}} d_{\Gamma}^3 n_0^2}{H} &= \frac{1}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau} + \frac{Qn_0}{V_{oc} \cdot \tau} \left(\tau - \frac{K_0}{m(1 - e^{-m\tau})} \right), \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau} = -\frac{\partial n}{\partial \tau} \left[1 - \exp \left(-\frac{t_{\Gamma}^+ wH}{2\sqrt{3}h^2} \Psi \right) \right] &(1 - \varepsilon) \end{aligned} \right. \quad (16)$$

Граничные условия, соответствующие дифференциальным уравнениям (12), аналогичны (2) или (5).

Зависимости (1), (4), (9), (13) (16) дополненные начальными и граничными условиями (2) позволяют перейти к решению и анализу моделей процесса.

Аналитическое решение достаточно громоздко и не может быть найдено для большого класса задач.

Основным инструментом для решения сложных математических задач в настоящее время являются численные методы, позволяющие свести решение задач к выполнению конечного числа арифметических действий над числами, при этом результаты получаются в виде числовых значений.

Библиографический список

1. Анжеуров Н.М. Анализ современного состояния теории процесса фильтрации аэрозолей (применительно к практике инженерных расчетов) / Н.М. Анжеуров, А.Ю. Вальдберг, Ю.В. Красовицкий, Н.Ю. Красовицкая, Е.А. Шипилова // Научные и техни-

ческие аспекты охраны окружающей среды: Обзорная информация. – РАН. ВИНТИ, 2000. – № 5. – С. 24 – 42.

2. Вальдберг А.Ю. Теоретические основы охраны атмосферного воздуха от загрязнения промышленными аэрозолями: Учебное пособие / А.Ю. Вальдберг, Л.М. Исянов, Ю.И. Яламов. – Санкт-Петербург: СпбТИ ЦБП, 1993. – 235 с.

3. Красовицкий Ю.В. Обеспыливание газов зернистыми слоями / Ю.В. Красовицкий, В.В. Дуров. – М.: Химия, 1991. – 192 с.

4. Влияние механизмов осаждения частиц аэрозоля на управление процессом регенерации зернистых фильтров. / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2015 – №1(5). – с. 23-26.

5. Лаптев А.Г. Очистка газов от аэрозольных частиц сепараторами с насадками / Лаптев А.Г., Фарахов М.И., Миндубаев Р.Ф. – Казань: «Печатный двор», 2003. – 120 с.

УДК 664.656.3

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Доктор техн. наук, профессор А.А. Хвостов,
Канд. техн. наук, доцент А.А. Журавлев
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»,
Канд. техн. наук, доцент С.И. Лукина
Россия, Воронеж, E-mail: zhuraa1@rambler.ru

MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy»,
Doctor of Sciences, Professor A.A. Khvostov,
PhD, Associate Professor A.A. Zhuravlev
FSBEI HE «Voronezh State University of Engineering Technologies», PhD, Associate Professor S.I. Lukina
Russia, Voronezh, E-mail: zhuraa1@rambler.ru

А.А. Хвостов, А.А. Журавлев, С.И. Лукина

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНВЕКТИВНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация: Обсуждаются результаты экспериментального исследования конвективного охлаждения булочных изделий на примере батона нарезного. Представлена математическая модель охлаждения готовых изделий в условиях естественной конвекции. Для практических целей предложена расчетная номограмма

Ключевые слова: конвективное охлаждение, математическая модель, батон, продолжительность охлаждения, температура

А.А. Khvostov, А.А. Zhuravlev, S.I. Lukina

MATHEMATICAL MODEL OF CONVECTIVE COOLING BAKERY PRODUCTS

Abstract: Discusses the results of experimental investigation of convective cooling of bakery products for example, baton rifled. The mathematical model of cooling of finished products under conditions of natural convection. For practical purposes we propose a computational nomogram

Keywords: convection cooling, mathematical model, loaf, cooling time, temperature

Охлаждение – важная стадия при производстве хлебобулочных изделий. От протекания данного процесса зависит качество изделий и их выход. Принудительное охлаждение необходимо для уменьшения потерь влаги, что сказывается на вкусовых характеристиках и массе готового изделия; оно является превентивной мерой против развития бактерий, вызывающих «картофельную болезнь» хлеба (*Bacillus subtilis* и *Bacillus mesentericus*); сокращается продолжительность цикла производственного процесса и предотвращается возникновение «росы» или испарины – конденсата на внутренней поверхности упаковочной пленки. Метод принудительного охлаждения более гигиеничен, особенно, если производство автоматизировано и вмешательство человеческого фактора по возможности исключено.

Целью экспериментального исследования явилось определение оптимальных параметров процесса охлаждения хлебобулоч-

ных изделий на примере батона нарезного.

Тесто для батона нарезного готовили из муки пшеничной хлебопекарной высшего сорта безопарным способом с увеличенной дозировкой дрожжей на 1 % к массе муки [1]. Брожение теста осуществляли в дежах в течение 90 мин, далее тесто подвергали разделке и формованию тестовых заготовок. Расстойку осуществляли в течение 40 мин при параметрах: температура воздуха в шкафу – 38 °С, относительная влажность воздуха – 80 %. Расстоявшиеся тестовые заготовки подвергали надрезке и выпекали в ротационной печи при температуре 220 °С в течение 20 мин.

Охлаждение готовых изделий проводили в охлаждающем шкафу при температуре воздуха от 2 до 22 °С с интервалом изменения 2 °С. Температуру поверхности охлаждаемых изделий измеряли бесконтактным пирометром MS 6530. Процесс охлаждения проводили до достижения изделием постоянной температуры, равной температуре охлаждающего воздуха.

В качестве примера на рис. 1 представлены кривые охлаждения батона нарезного при температуре охлаждающего воздуха 2, 12 и 22 °С. Для получения сопоставимых результатов охлаждение проводили при начальной температуре изделий 100 °С.

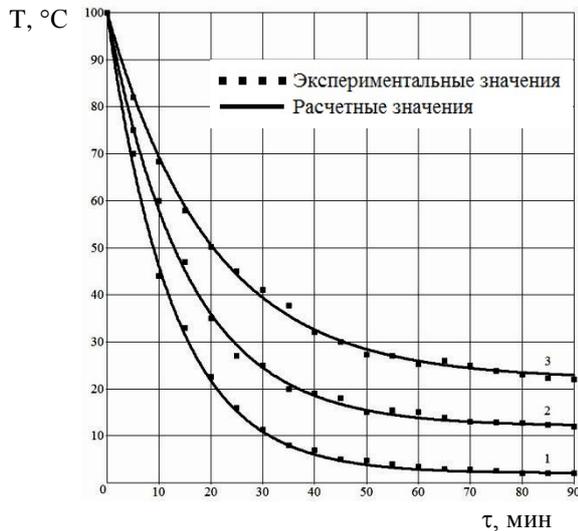


Рис. 1 – Изменение температуры батона нарезного при охлаждении в воздухе с температурой, °С: 1 – 2; 2 – 12; 3 – 22

В ходе эксперимента было установлено, что кинетические кривые охлаждения (рис. 1), полученные при различных значениях температуры охлаждающего воздуха, имеют идентичный вид, с течением времени асимптотически приближаясь к некоторому постоянному значению, равному температуре охлаждающего воздуха.

Графическое дифференцирование кривых охлаждения позволило установить зависимость скорости охлаждения $\frac{dT}{d\tau}$ от разности температур изделия и охлаждающего воздуха $(T - t_B)$. Кривые скорости охлаждения (рис. 2) имеют линейный вид и различные углы наклона к оси абсцисс, что указывает на различную интенсивность охлаждения изделий.

Линейный вид кривых скорости охлаждения дает основание использовать для описания кинетики нестационарного конвективного охлаждения изделия уравнение, ко-

торое по смыслу аналогично уравнению Ньютона-Рихмана для теплоотдачи [2]:

$$-\frac{dT}{d\tau} = K(T - t_B), \quad (1)$$

где T – температура изделия, °С; τ – время, мин; K – коэффициент пропорциональности (константа скорости охлаждения), мин^{-1} ; t_B – температура охлаждающего воздуха, °С.

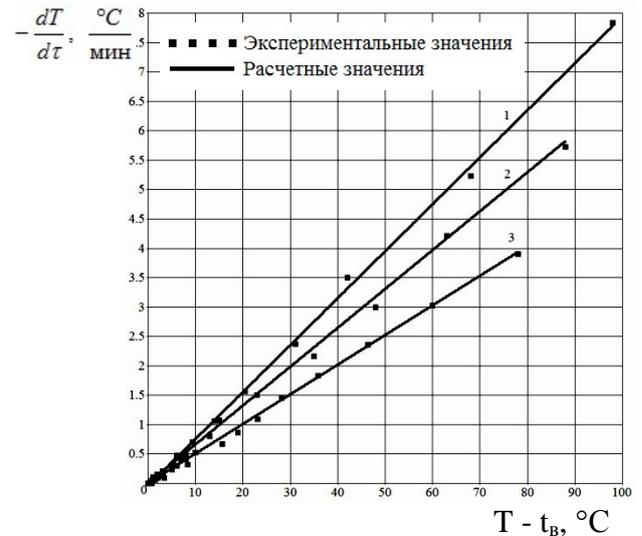


Рис. 2 – Зависимость скорости охлаждения батона нарезного от разности температур при его охлаждении в воздухе с температурой, °С: 1 – 2; 2 – 12; 3 – 22

Знак минус в уравнении (1) указывает на уменьшение скорости охлаждения с течением времени.

Константа скорости охлаждения (по аналогии с коэффициентом теплоотдачи) характеризует интенсивность конвективного теплообмена между поверхностью батона и охлаждающим воздухом. Ее значение, по всей видимости, зависит от режима движения охлаждающего воздуха, формы и размеров поверхности изделия, физических свойств охлаждающего воздуха (вязкость, плотность, теплопроводность, температурный коэффициент объемного расширения).

Разделяя переменные в уравнении (1), получим:

$$\frac{d(T - t_b)}{T - t_b} = -Kd\tau.$$

Решением последнего уравнения является выражение:

$$T = t_b + C_1 e^{-K\tau}, \quad (2)$$

Константу интегрирования C_1 определим из условия: в момент времени $\tau = 0$ температура изделия $T = T_{нач}$:

$$C_1 = T_{нач} - t_b, \quad (3)$$

С учетом последнего выражения уравнение (2) принимает вид:

$$T = t_b + (T_{нач} - t_b) e^{-K\tau}. \quad (4)$$

Константа скорости охлаждения K при фиксированной температуре охлаждающего воздуха t_b может быть определена по кривым скорости охлаждения (см. рис. 2) как угловой коэффициент графических зависимостей $-\frac{dT}{d\tau} = f(T - t_b)$. Так, например, при температуре охлаждающего воздуха 2, 12 и 22 °C значения константы скорости охлаждения составляют соответственно, мин^{-1} : 0,08; 0,065 и 0,05.

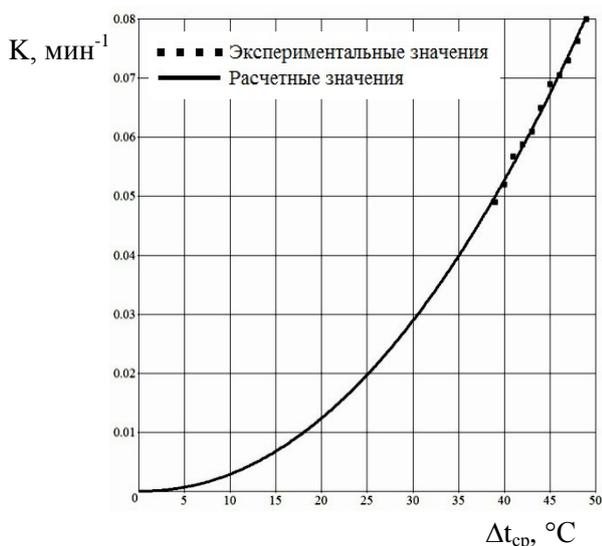


Рис. 3 – Зависимость константы скорости охлаждения батона нарезного от среднего температурного напора

Движущей силой процесса конвективного охлаждения является средний температурный напор $\Delta t_{ср}$:

$$\Delta t_{ср} = \frac{(T_{нач} - t_b) + (T_{кон} - t_b)}{2}, \quad (5)$$

где $T_{нач}$, $T_{кон}$ – соответственно начальная и конечная температура изделия, °C.

Принимая во внимание, что $T_{кон} = t_b$, выражение (5) представим в виде:

$$\Delta t_{ср} = \frac{(T_{нач} - t_b)}{2}. \quad (6)$$

Зависимость константы скорости охлаждения K от среднего температурного напора $\Delta t_{ср}$ (рис. 3) может быть описана степенным законом:

$$K = 2,369 \cdot 10^{-5} (\Delta t_{ср})^{2,089}. \quad (7)$$

Выбор данного эмпирического уравнения обусловлен физической сущностью процесса конвективного теплообмена: при малой величине среднего температурного напора интенсивность теплоотдачи мала: с увеличением разности температур охлаждающего воздуха и поверхности изделия интенсивность теплоотдачи возрастает (значение константы скорости охлаждения увеличивается).

Таким образом, математическая модель конвективного охлаждения батона нарезного может быть представлена в следующем виде [3]:

$$\begin{cases} K = 2,369 \cdot 10^{-5} \left(\frac{T_{нач} - t_b}{2} \right)^{2,089}; \\ T = t_b + (T_{нач} - t_b) e^{-K\tau}. \end{cases} \quad (8)$$

Уравнение (4) с учетом (6) и (7) позволяет рассчитать необходимую продолжительность охлаждения τ^* , мин, батона нарезного до заданной температуры T^* , °C [4]

$$\tau^* = - \frac{1}{2,369 \cdot 10^{-5} \left(\frac{T_{нач} - t_b}{2} \right)^{2,089}} \ln \frac{T^* - t_b}{T_{нач} - t_b}. \quad (9)$$

Для практических целей разработана номограмма [3], которая позволяет определить продолжительность охлаждения τ^* , мин, батона нарезного до заданной температуры T^* , °С, при конкретной температуре охлаждающего воздуха t_v , °С, или, задавшись продолжительностью охлаждения и температурой воздуха, определить конечную температуру изделия.

Библиографический список

1. Пашенко Л.П. Технология хлебопекарного производства [Текст] / Л.П. Пашенко, И.М. Жаркова. – СПб.: Лань, 2014. – 672 с.
2. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] / под ред. А.Н. Острикова. –

СПб. : Гиорд, 2012. – 616 с.

3. Хвостов А.А. Исследование процесса конвективного охлаждения нарезных батон / А.А. Хвостов, А.А. Журавлев, С.И. Лукина, Е.В. Крылова // Хлебопродукты. – 2015. – № 8. – С. 58 – 60.

4. Журавлев А.А. Выбор управляющих параметров процесса охлаждения хлебобулочных изделий / А.А. Журавлев, А.А. Хвостов, С.И. Лукина, Е.В. Крылова // Матер. III Междунар. науч.-практ. конф. "Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса" / Воронеж. гос. ун-т инж. технол. - Воронеж.: ВГУИТ, 2015. С. 127.

УДК 614.8:69

ООО Газпроектсервис, Главный специалист А.Б. Мезенцев
Россия, г. Воронеж, E-mail: mezentsev.aleksandr@mail.ru

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова
Россия, г. Воронеж, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Ltd. Gazproektservis, Chief Specialist A.B. Mezentsev
Russia, Voronezh, E-mail: mezentsev.aleksandr@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova
Russia, Voronezh, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

А.Б. Мезенцев, С.А. Сазонова

РЕАЛИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ОДНОЗНАЧНОСТИ ПРИ ДЕКОМПОЗИЦИОННОМ ПОДХОДЕ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация: В статье рассмотрены приведена классификация четырех родов граничных условий. На основе механизма декомпозиции выполнено преобразование во вторичную модель первичной модели расчетной зоны гидравлической системы

Ключевые слова: граничные условия, декомпозиционный подход, гидравлические системы, математическое моделирование, функциональное эквивалентирование

A.B. Mezentsev, S.A. Sazonova

SALES CONDITIONS IN UNIQUELY COMPOSITIONAL APPROACH TO MATHEMATICAL MODELING OF HYDRAULIC SYSTEMS

Abstract: The article deals with is a classification of four kinds of boundary mustache-ditions. On the basis of a conversion mechanism of decomposition of the secondary pattern model of primary settlement zone hydraulic system

Keywords: boundary conditions, decomposition approach, hydraulic systems, we, mathematical modeling, functional equivalenting

При моделировании любых сетевых систем, к которым относятся и гидравлических систем (ГС), применяется как схема распределения целевого продукта (ЦП) так

называемая «узловая» схема, применяемая с целью упрощения расчетных схем. При любой декомпозиции естественной границей должен считаться узел расчетной схемы, имеющий статус энергоузла (ЭУ). В задачах, требующих учета процессов взаимодействия

исследуемого фрагмента системы (ИФС) с метасистемой, отнесение граничных условий (ГУ) не к узлам, а к участкам является удобным средством сохранения работоспособности увязочных методов [1].

ГУ в j -том ЭУ можно в общем случае формально представить некоторой зависимостью

$$H_j = \zeta_j(q_j), \quad (1)$$

где H_j, q_j - узловый потенциал и расход через ЭУ j ; ζ_j - функция, задающая взаимосвязь между потенциалом и расходом.

Исходя из функции ζ_j , будем классифицировать ГУ на четыре рода:

1) ГУ первого рода - фиксируется (задается) один из параметров (1) в узле, $H_j = \hat{H}_j$ или $q_j = \hat{q}_j$, второй определяется по результатам анализа потокораспределения. Фиксация режима потребления наиболее характерна в задачах проектирования, а значения узлового потенциала могут фиксироваться в задачах из области эксплуатации при анализе текущего состояния по результатам замеров (например, манометрической съемки).

2) ГУ второго рода - определен вид функции ζ_j , а H_j, q_j считаются неизвестными, но если один из них найден, то по соотношению (1) определяется и второй. Примером ГУ второго рода являются напорные характеристики нагнетающего оборудования (насосов, компрессоров) и паспортные характеристики регуляторов (напора, давления). Граничные условия второго рода универсальны в том смысле, что они могут применяться в любых задачах анализа и синтеза.

Очевидно, что граничные условия первого и второго рода имеют явную форму задания, поскольку с точки зрения функции ζ_j они определены как по форме, так и по содержанию. Для этой формы установление ГУ сводится к выбору и фиксации конкретного значения одного из узловых параметров, либо характеристики активного элемента, через который проходит граница ИФС.

3) ГУ третьего рода предполагаются

известными по форме, но не определены по содержанию. Иными словами H_j, q_j считаются неизвестными, а для функции ζ_j известен только ее вид.

4) ГУ четвертого рода заранее не определены ни по форме, ни по содержанию и формируются посредством определенного вычислительного процесса [1].

Граничные условия третьего и четвертого рода представляют из себя неявную форму условий однозначности, характерной особенностью которой является то, что вместо выбора значений ГУ должен быть установлен механизм их формирования. Здесь уместно отметить их аналогию с ГУ третьего рода в теплообмене, определение которых заключается в итеративном процессе корректировки температуры стенки, а также тепловых потоков теплопроводности в стенке и конвективного теплообмена на ее границе с жидкостью до момента установления между ними энергетического баланса. Заметим, что в этом случае итеративный процесс совмещает в себе одновременно и решение задачи (определение поля температур) и формирование граничных условий.

До сих пор в практике моделирования ГС использовались, как правило, явные формы задания ГУ (первого и второго рода). Функциональные характеристики подсистем при «кибернетическо» моделировании также можно рассматривать как специфическую форму граничных условий второго рода.

Впервые ГУ третьего рода рассмотрены в работе [1]. Основой, а точнее принципом их формирования является постулирование неизменности диссипации энергии на элементах метасистемы до и после возмущающего воздействия, то есть энергии, которая передается с потоком ЦП из ИФС в метасистему через конкретный ЭУ. Тогда зависимость (1) можно представить в форме уравнения Бернулли, причем метрические характеристики (длину и диаметр) в члене, выражающем диссипацию энергии (соотношение Дарси-Вейсбаха) определять с учетом свободного напора истечения по результатам анализа потокораспределения до учета воз-

мушающего фактора. Пассивный элемент с подобранными таким образом метрическими характеристиками формально является фиктивным, выполняющим функции всей совокупности реальных элементов метасистемы, связанных с данным ГУ, поэтому замена в расчетной схеме решения задач анализа возмущенного состояния элементов метасистемы на фиктивный элемент получила название эквивалентирования [1]. Включение фиктивного элемента в расчетную схему в вычислительном плане равносильно заданию ГУ в ЭУ в виде соответствующего ему уравнения Бернулли, поскольку истечение ЦП осуществляется всегда в среду с барометрическим давлением, которое можно считать неизменным при любом варианте возмущающего воздействия.

Выделение ГУ четвертого рода, как самостоятельной формы граничных условий в ЭУ обусловлено тем, что для данного ЭУ заранее невозможно установить как сам вид функции ζ_j , так и ее параметры, поэтому нужно прибегать к итеративным процедурам, совмещающим решение задачи (анализ потокораспределения) и установление граничных условий в ЭУ (как например, при использовании ГУ третьего рода в теплообмене). Метод диакоптики как раз и является примером генерирования граничных условий четвертого рода посредством итеративного подбора характеристик источников давления и расхода вместо элементов цепи пересечений. Отрицать его применимость к анализу возмущенных состояний ГС без дополнительных исследований нельзя. Однако отсутствие в рамках этого метода четко выраженного принципа формирования ГУ, видимо, и является тем обстоятельством, что он не получил дальнейшего развития.

Помимо ИФС ключевым понятием в декомпозиционном подходе является расчетная зона - фрагмент системы, на границах которого определены (то есть могут быть корректно заданы) ГУ первого или второго рода [1]. Только РЗ совместно с ГУ во всех ее ЭУ является автономным объектом для

моделирования, то есть для нее могут быть решены задачи любого класса.

Сопоставляя понятия ИФС и расчетной зоны (РЗ) возникает естественный вопрос о том, есть ли необходимость оперирования двумя достаточно близкими по смыслу понятиями и в чем заключается их взаимосвязь? Для того чтобы убедиться в утвердительном ответе рассмотрим содержательную сущность задач моделирования (синтеза, прямого и обратного анализа текущего и возмущенного состояния) с точки зрения используемых форм ГУ и их обеспеченности. Под состоянием в дальнейшем будем подразумевать совокупность гидравлических параметров для всех элементов системы в установленном режиме или просто потокораспределение.

Как известно в задачах синтеза, для которых конфигурация трубопроводных связей (топология) объекта считается известной, параметры линейных элементов (диаметры) устанавливаются на основе нормативов потребления присоединяемых абонентов. Эти нормативы, фиксируемые в узлах подключения потребителей, и выступают в качестве ГУ первого рода. В оставшихся ЭУ, к которым планируется присоединение элементов, обладающих специфическими характеристиками (насосы, компрессоры, регуляторы, аккумулялирующие емкости и т.д.), фиксируется непосредственно сама характеристика, которая должна рассматриваться как ГУ второго рода. Таким образом, для класса задач синтеза между ИФС и РЗ устанавливается взаимно однозначное соответствие, то есть они тождественны друг другу (пока предполагается, что исследуемый фрагмент не подлежит декомпозиции). Аналогичная ситуация складывается и при решении задач анализа текущего состояния, когда ГУ в ЭУ устанавливаются по результатам показаний контрольно-измерительного оборудования. При этом вполне очевидно, что приборами должны оснащаться все узлы системы кроме энергетически нейтральных узлов ветвления. Таким образом, граница ИФС для задач указанных классов может установлена без каких

либо пространственных ограничений, лишь бы для всех ее узлов можно было определить ГУ.

Иная ситуация складывается в задачах прямого и обратного анализа возмущенного состояния. Уже судя по смыслу, цель этих задач состоит в сопоставлении некоторого исходного состояния системы (или ее фрагмента) с возможным (прогнозируемым) состоянием при воздействии на нее каких-либо возмущающих факторов. Иными словами исходное состояние является неотъемлемым атрибутом анализа возмущенного состояния.

Поскольку исходное состояние подразумевается известным, то следовательно граница ИФС уже установлена и во всех ее узлах определены ГУ. В общем случае неважно, что из себя представляет исследуемый объект, который может быть как проектируемым, так и фрагментом функционирующей системы. Существенными здесь являются то обстоятельство, что все ГУ первого рода, фигурирующие при анализе исходного состояния теряют смысл при переходе к анализу возмущенного состояния, тогда как ГУ второго рода сохраняют возможность применения, если последствия возмущения оказываются в пределах рабочей зоны гидравлических характеристик соответствующих технических устройств.

Для функционирующих систем отмеченные свойства взаимосвязи граничных условий (при переходе от анализа исходного к анализу возмущенного состояния) наиболее очевидны, поскольку ясно, что при любом возмущающем воздействии в пределах ИФС показания приборов не могут оставаться неизменными.

Для проектируемых систем дело обстоит несколько сложнее. На первый взгляд есть все основания задаваться желаемыми (по каким-либо соображениям) значениями граничных условий и чаще всего именно так решаются задачи анализа возмущенного состояния, например имитационного моделирования аварийных ситуаций [1]. Тем самым полагается, что, поскольку объект проектируемый, то имеется возможность его авто-

номного исследования, то есть абстрагирования от его взаимосвязи с метасистемой в перспективе. Получаемые при этом результаты могут оказаться слишком далекими от действительности.

Из вышеизложенного ясно, что первичная декомпозиция с введением понятия расчетной зоны уже достигнута, поэтому в глобальном варианте разделения всей системы на многоуровневую иерархию подсистем с установлением соответствующих им функциональных характеристик как это делается в рамках кибернетического моделирования нет необходимости. Дальнейшее развитие декомпозиционного подхода в решении задач прямого и обратного анализа возмущенного состояния связано с декомпозицией состава РЗ. В этом направлении также сделан существенный шаг, позволяющий локализовать абонентские подсистемы, если они присутствуют в расчетной зоне посредством их эквивалентирования [1].

Между тем при произвольном выделении ИФС в структуре РЗ его граница неминуемо пройдет не только через узлы присоединения абонентских подсистем, для которых применимы граничные условия третьего рода, но и узлы, где они неприемлемы. Разработка механизма формирования для таких ЭУ граничных условий (четвертого рода) и составляет цель дальнейших исследований, которые ориентированы на использование механизма эквивалентирования.

На основе применения энергетического эквивалентирования при моделировании потокораспределения ГС с учетом существующих вариантов условий однозначности разработан целый ряд работ для систем водоснабжения, газо- и теплоснабжения. Для других гидравлических систем, например для нефтепроводов, можно использовать полученные математические модели, при необходимости внося в них необходимые корректировки.

При решении на основе анализа потокораспределения [1, 3, 4] поставленных задач, таких как: статическое оценивание [5], диагностика утечек [6], транспортное [7] и структурное [8, 9] резервирование, может

дополнительно возникнуть целый ряд вспомогательных задач. К таким задачам можно отнести задачи комплексной оценки надежности [10, 11], в том числе конструктивной надежности [12, 13]. При авариях на объектах защиты могут возникать выбросы в атмосферу вредных и опасных веществ [14], влекущие за собой экологические проблемы [15, 16, 17]. В виде отдельной задачи для рассматриваемых систем можно рассмотреть задачу обеспечения информационной безопасности [18, 19, 20], возникающей при обработке информации с помощью информационных систем, получаемой от приборов учета и поступающей для обработки в диспетчерские пункты.

Библиографический список

1. Квасов, И.С. Анализ и параметрический синтез трубопроводных гидравлических систем на основе функционального эквивалентирования: автореф. дис. доктора технических наук: 05.13.16 / И.С. Квасов. - Воронеж, 1998. - 30 с.
2. Беляев, Н.М. Методы нестационарной теплопроводности / Н.М. Беляев, А.А. Рядно. - М.: Высшая школа, 1978. - 328 с.
3. Сазонова, С.А. Разработка методов и алгоритмов технической диагностики систем газоснабжения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: защищена 18.05.2000; утв. 13.10.2000 / С.А. Сазонова. - Воронеж, 2000. - 15 с.
4. Сазонова, С.А. Модели оценки возмущенного состояния системы теплоснабжения / С.А. Сазонова // Инженерная физика. - 2010. - № 3 - С. 45-46.
5. Сазонова, С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 139-141.
6. Сазонова, С.А. Разработка метода дистанционного обнаружения утечек в системах газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 119-121.
7. Сазонова, С.А. Транспортное резер-

вирование систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 2. - С. 99-101.

8. Сазонова, С.А. Структурное резервирование систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2010. - Т. 6. - № 12. - С. 179-183.

9. Сазонова, С.А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015 - №4(34). - С. 440-448.

10. Надежность технических систем и техногенный риск: учебн. пособие / сост.: С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - 148 с.

11. Сазонова, С.А. Оценка надежности систем газоснабжения при проведении вычислительных экспериментов с ординарными отказами линейных элементов / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 138-147.

12. Николенко, С.Д. К оценке надежности пневматической опалубки / С.Д. Николенко, В.Я. Манохин, А.С. Коптелова // В сборнике: Высокие технологии в экологии. Труды 10-ой Международной научно-практической конференции. Главный редактор В.И. Белоусов, ответственный за выпуск В.И. Белоусов. 2007. - С. 188-194.

13. Пат. № 2415237 Российская Федерация МПК7 Е 04 G 11/04. Быстровозводимое сооружение на базе пневматической опалубки / Николенко С. Д., Казаков Д. А., Михневич И. В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ВГАСУ. - № 2009139731/03; заявл. 27.10.2009; опубл. 27.03.2011, бюл. № 9.

14. Золотарев, В.Л. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опас-

ных веществ на людей и экологию с программной реализацией / В.Л. Золотарев, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 8-16.

15. Николенко, С.Д. К вопросу экологической безопасности автомобильных дорог / С.Д. Николенко // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2008. - № 1. - С. 141-145.

16. Жидко, Е.А. Разработка математической модели рассеивания в приземном слое атмосферы частиц пыли и технология ее утилизации в строительстве. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Е. А. Жидко. - Воронеж, 2002.

17. Манохин, М.В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, Е.И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015. - №4(34). - С. 370-376.

18. Жидко, Е.А. Высокие интеллектуальные и информационные технологии интегрированного менеджмента XXI века: монография / Е.А. Жидко. - Воронеж, 2013. 76 с.

19. Жидко, Е.А. Методология исследований информационной безопасности экологически опасных и экономически важных объектов: монография / Е.А. Жидко. - Воронеж, 2015. - 183 с.

20. Жидко, Е.А. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Интернет-журнал Науковедение. - 2014. - № 2(21). - С. 33.

**Кафедра
информационных технологий и автоматизированного
проектирования в строительстве
представляет**

Квалификация – бакалавр

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
И ТЕХНОЛОГИИ**

ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Форма обучения - очная Срок обучения – 4 года

Приходите к нам учиться!

Мы ждем Вас!

Телефон: (473) 276-39-72

E-mail: informsys_kaf@vgasu.vrn.ru



УДК 621.391.1

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Канд. физ.-мат. наук, профессор А.Д. Кононов, Д-р техн. наук, профессор А.А. Кононов
Россия, г.Воронеж, E-mail: kniga126@mail.ru*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, Ph. Phys.-Mat. in Engineering, Prof. A.D. Kononov, D. Sc. in Engineering, Prof. A.A. Kononov
Russia, Voronezh, E-mail: kniga126@mail.ru*

А.Д. Кононов, А.А. Кононов

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация: Предлагается информационная координатомерная система для радиуправления строительными машинами на основе обработки и анализа фазовых соотношений сигналов от основных и дополнительных передающих станций

Ключевые слова: информационная система, автоматическое управление машинами, передающие станции, обработка сигналов

A.D. Kononov, A.A. Kononov

INTELLIGENCE SYSTEM OF DEFINITION OF COORDINATES FOR AUTOMATIC CONTROL OF A MOTION OF TECHNOLOGICAL MACHINES OF THE BUILDING COMPLEX

Abstract: The information system, measuring coordinates, for a radio control by building machines is offered on the basis of handling and analysis of phase relations of signals from the basic and padding sending stations

Keywords: Intelligence system, automatic control of machines, sending stations, signal processing

При решении задач строительства автомобильных дорог и аэродромов, разработки карьеров, выполнения других видов земляных работ в строительном комплексе требуется реализация режима автоматического управления землеройно-транспортными машинами (ЗТМ) [1-3].

В данной работе для движения ЗТМ в ходе производства работ по произвольной заданной траектории, корректировки этого движения, а также исключения возможности накопления ошибок предлагается использовать навигационную систему, которая

непрерывно измеряет координаты ЗТМ, сравнивает текущие координаты с заранее заданными программой и вырабатывает сигнал ошибки местоположения, поступающий в устройство управления движением, которое возвращает ЗТМ на нужную траекторию [4-6].

Координатомерная система состоит из двух частей: приемной, расположенной на ЗТМ, и передающей, находящейся в фиксированных точках на обрабатываемом участке. Вся аппаратура относится к классу фазомерных гиперболических систем [7-8]. На ЗТМ сравниваются фазы сигналов от разных передающих станций, и вычисляется раз-

ность расстояний от них. Две такие разности (гиперболы местоположения) полностью определяют координаты объекта.

Передающая аппаратура (рис. 1) состоит из трех станций: основной и двух вспомогательных. Сигнал от основной станции передается на вспомогательные, преобразуется и излучается с помощью антенн (А). Все три станции работают в режиме непрерывного излучения на различных частотах. Так как все частоты излучения получаются из одной частоты задающего кварцевого генератора (КГ), то все они кратны друг другу и могут быть приведены к одной частоте в приемной аппаратуре для сравнения их фаз. Кроме того, основной станцией излучается сигнал гетеродина с частотой f_{Γ} , который используется для преобразования

сигналов. На рис. 1: k_0, m – постоянные коэффициенты кратности, меняющие частоты заполнения внутри модулирующего импульса и влияющие на точность измерителя ($k_0 = 20, m = 50$); $k_1 = 4, f_{\Gamma} = 100$ кГц – частота задающего генератора, СМ – смеситель, М – модулятор, ВУ – входные усилители. Структурные схемы двух вспомогательных станций практически одинаковы. Различие составляет только блок умножителя xk_i ($i = 2, 3; k_2 = 8; k_3 = 12$). Модуляция высокочастотных сигналов приводит к появлению боковых частот излучения, которые используются для устранения неоднозначности измерения разности фаз. Для согласования с линией передачи на выходе основной станции стоят усилители мощности (УМ).

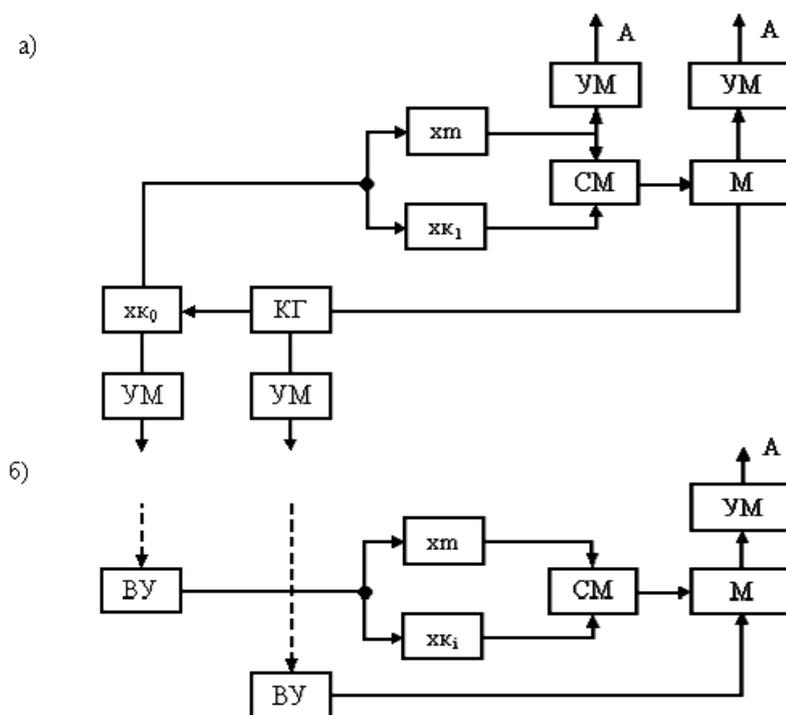


Рис. 1 - Структурные схемы основной а) и вспомогательной б) передающих станций координатомерной системы для автоматического дистанционного управления землеройно-транспортными машинами

На рис. 2 представлена структурная схема приемной аппаратуры [9,10]. Входной сигнал с антенны (А) поступает на широкополосный усилитель высокой частоты (УВЧ), где происходит предварительное

усиление сигналов от всех станций. Далее следуют узкополосные усилители высокой частоты УВЧ_i ($i = 1, 2, 3, 4; f_4 = f_{\Gamma}$) с шириной полосы $\Delta f = 2f_0 / f_{\Gamma}$, где f_0 – центральная частота.

Сигнал гетеродина используется для преобразования частоты (ПР), то есть для выделения разностных частот $f_1 - f_{Г}$, $f_2 - f_{Г}$, $f_3 - f_{Г}$. Поскольку амплитуда входного колебания при перемещении приемника по фронту работ будет меняться в широких пределах, все усилители должны быть охвачены глубокой автоматической регулировкой усиления (АРУ). После преобразователей следуют фильтры (Φ_1 , Φ_2 , Φ_3), подавляющие нижние боковые частоты сигналов.

Далее колебания поступают на фильтры Φ_1' , Φ_2' , Φ_3' , подавляющие вторую боковую частоту, и на детекторы биений (ДБ),

которые выделяют разностную частоту (то есть модулирующий сигнал). Фазовый детектор (ФД) измеряет разность фаз модулирующих сигналов, полученную при приеме от разных источников.

С помощью блока выделения разности расстояний (БВРР) осуществляется грубый отсчет разности фаз, необходимый для устранения неоднозначности измерений. Для точного измерения разности фаз используются фазоизмерительные устройства (ФИУ), на которые поступают колебания с фильтров Φ_1' , Φ_2' и Φ_3' , умноженные на соответствующие коэффициенты.

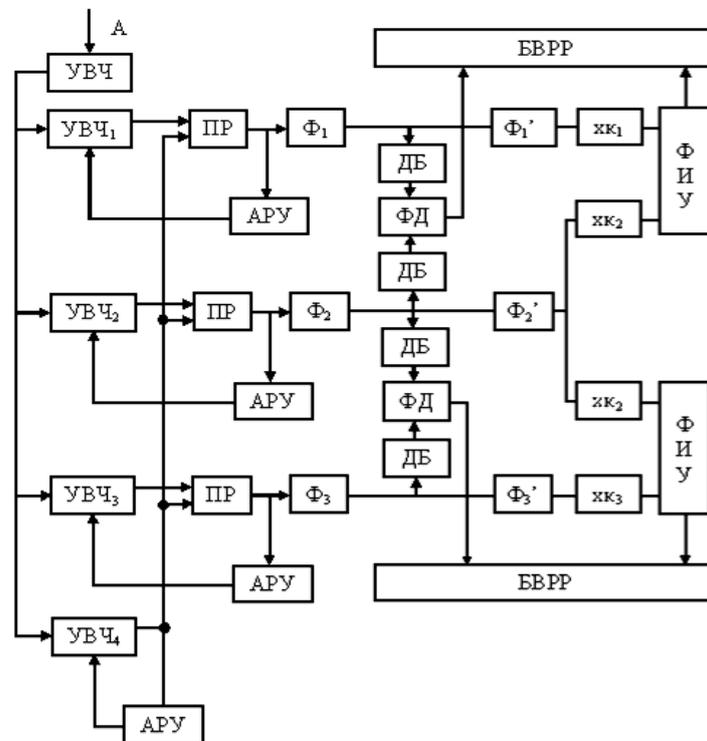


Рис. 2 - Структурная схема приемной аппаратуры координатомерной системы для автоматического дистанционного управления землерейно-транспортными машинами

После умножителей сигналы попарно приводятся к одинаковым частотам и поступают на ФИУ (рис. 3). Для преобразования сигналов в качестве гетеродинов используются кварцевые генераторы (КГ), включенные в систему фазовой автоподстройки частоты. Преобразованные сигналы суммируются (Σ) и усиливаются в усилителе промежуточной частоты (УПЧ).

На фазовый детектор (ФД) поступают огибающая суммарного сигнала (детектор Д) и напряжение от опорного генератора (ОГ). С выхода ФД снимается точная разность фаз входных сигналов. Далее вычисляется итоговая разность фаз сигналов, приходящих от разных передатчиков.

Рассмотрим фазовые соотношения в системе передатчиков-приемников. Обозначим $\Omega t + \Omega_0$ фазу колебаний задающего кварцевого генератора КГ, а $\omega t + \omega_0$ – фазу

колебаний на выходе умножителя $\times k_0$, где Ω, ω – частоты, а Ω_0 и ω_0 – начальные фазы колебаний КГ и умножителя.

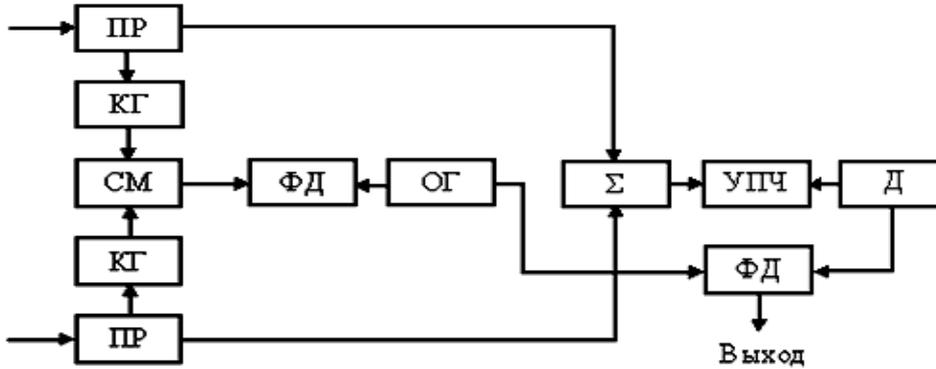


Рис. 3 - Структурная схема фазоизмерительного устройства координатомерной системы для автоматического дистанционного управления землеройно-транспортными машинами

С учетом запаздывания фазы в линии длиной L , соединяющей основную и одну из вспомогательных передающих станций (они качественно однородны) можно записать фазы колебаний, поступающих на вход вспомогательных станций $\Omega t + \Omega_0 - \frac{L}{c}\Omega$ и

$$\omega t + \omega_0 - \frac{L}{c}\omega, \text{ где } c - \text{ скорость света.}$$

Если расстояния от приемника на движущейся ЗТМ до основной и вспомогательных станций будут соответственно r_1, r_2 и r_3 , тогда фазы сигналов, поступающих на вход приемника от основного передатчика будут

$$\begin{aligned} & \omega m t + \omega_0 m + \varphi_{\Gamma} - \frac{\omega m r_1}{c}, \\ & \omega(m + \kappa_1)t + \omega_0(m + \kappa_1) + \varphi_1 - \frac{\omega(m + \kappa_1)r_1}{c}, \\ & [\omega(m + \kappa_1) + \Omega]t + \omega_0(m + \kappa_1) + \varphi_1 + \Omega_0 - \frac{\omega(m + \kappa_1) + \Omega}{c} r_1. \end{aligned} \tag{1}$$

Аналогично фазы сигналов от i -ой вспомогательной станции

$$\begin{aligned} & \omega(m + \kappa_i)t + \left(\omega_0 - \frac{L}{c}\omega \right) (m + \kappa_i) + \varphi_i' - \frac{\omega(m + \kappa_i)r_i}{c}, \\ & [\omega(m + \kappa_i) + \Omega]t + \left(\omega_0 - \frac{L\omega}{c} \right) (m + \kappa_i) + \varphi_i' + \Omega_0 - \frac{L\Omega}{c} - \frac{\omega(m + \kappa_i) + \Omega}{c} r_i. \end{aligned} \tag{2}$$

Обозначим $\omega m = f_{\Gamma}$, $\omega(m + \kappa_1) = f_1$, $\omega(m + \kappa_i) = f_i, i = 2, 3$.

Для упрощения записи выражений не будем записывать постоянные сдвиги фаз в

приемной аппаратуре, поскольку они легко могут быть учтены.

На выходе фильтров Φ_1' и Φ_i' выделяются сигналы с фазами соответственно [6]

$$\omega\kappa_1 t + \omega_0\kappa_1 + \varphi_1 - \varphi_{\Gamma} - \frac{\omega\kappa_1 r_1}{c},$$

$$\omega\kappa_i t + \omega_0\kappa_i + \varphi_i' - \varphi_{\Gamma} - \frac{Lf_i}{c} - \frac{\omega}{c}[(m + \kappa_i)r_i - mr_1]. \quad (3)$$

Умножая первое выражение (3) на κ_i , а нижнее на κ_1 , получим

$$\omega\kappa_1 \kappa_i t + \omega_0\kappa_1 \kappa_i + (\varphi_1 - \varphi_{\Gamma})\kappa_i - \frac{\omega\kappa_1 \kappa_i r_1}{c},$$

$$\omega\kappa_1 \kappa_i t + \omega_0\kappa_1 \kappa_i + (\varphi_i' - \varphi_{\Gamma})\kappa_1 - \frac{Lf_i}{c} \kappa_1 - \frac{\omega\kappa_1}{c}[(m + \kappa_i)r_i - mr_1]. \quad (4)$$

ФИУ измеряет разность этих колебаний

$$\Delta\Phi_T = (\varphi_1 - \varphi_{\Gamma})\kappa_i - (\varphi_i' - \varphi_{\Gamma})\kappa_1 + \frac{Lf_i}{c} \kappa_1 + \frac{\omega\kappa_1}{c}(m + \kappa_i)(r_i - r_1). \quad (5)$$

Полученная разность фаз является линейной функцией разности расстояний, то есть

$$\Delta\Phi_T = A + B(r_i - r_1),$$

где A и B – постоянные коэффициенты, не зависящие от r_1, r_2, r_3 .

Аналогично на выходе ФД грубого отсчета разности фаз будет величина, также линейно зависящая от разности расстояний,

$$\Delta\Phi_{ГР} = A_1 + B_1(r_i - r_1),$$

где A_1 и B_1 – постоянные величины.

Следует отметить, что с целью исключения неоднозначности отсчета измерение разности фаз происходит на частоте Ω , которая выбирается достаточно низкой (например, $\Omega = 100$ кГц).

Предлагаемое техническое решение координатометрической системы для автоматического управления дает возможность с достаточно высокой точностью определять координаты ведомой ЗТМ, а приемно-передающая аппаратура, выполненная по схеме фазового измерителя, обеспечивает устранение неоднозначности отсчета фаз и относительную независимость результатов определения координат от нестабильности внешних условий вследствие синхронности их изменений в основной и вспомогательных передающих станциях.

Проведенные исследования могут быть полезны специалистам, работающим в области повышения эффективности использования строительных и дорожных машин.

Библиографический список

1. Устинов Ю.Ф. Проблема построения систем дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / Ю.Ф.Устинов, И.М.Тепляков, Ю.В.Авдеев, А.А.Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2006. – № 1. – С. 83–86.
2. Кононов А.А. Развитие научных основ повышения эффективности управления рабочими процессами землеройно-транспортных машин // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Воронежский государственный архитектурно-строительный университет. Воронеж, 2007.
3. Устинов Ю.Ф. Повышение эффективности процесса разработки грунта косо поставленным отвалом землеройно-транспортной машины / Ю.Ф.Устинов, А.Д.Кононов, А.А.Кононов, С.А.Иванов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2008. – № 1. – С. 69–72.
4. Авдеев Ю.В. Сравнительный анализ фазовых методов определения координат в задачах дистанционного автоматического управления машинами дорожно-строительного комплекса / Ю.В.Авдеев, А.Д.Кононов, А.А.Кононов, Н.А.Варданян // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2014. – № 1. – С. 86–93.
5. Кононов А.А. Разработка системы автоматического управления рабочим органом землеройно-транспортной машины // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 1998.

6. Кононов А.Д. Алгоритм формирования сигналов управления в системах следящего дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / А.Д.Кононов, Ю.В.Авдеев, А.А.Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2010. – № 1. – С. 81–86.

7. Кононов А.Д. Исследование возможностей создания координирующего программного устройства для реализации алгоритмов автоматического управления движением мобильных объектов / А.Д.Кононов, А.А.Кононов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж. – 2015. – № 1. – С. 9–13.

8. Авдеев Ю.В. К вопросу исследования радиоволнового канала системы дистан-

ционного управления землеройно-транспортными машинами / Ю.В.Авдеев, А.Д.Кононов, А.А.Кононов, В.Н.Аникин // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2010. – № 10. – С. 86–92.

9. Кононов А.А. Экспериментальное определение уровня опорных сигналов для системы автоматического управления рабочим органом автогрейдера / А.А.Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2000. – № 7–8. – С. 99–101.

10. Кононов А.Д. Алгоритм обработки сигналов датчиков системы следящего дистанционного управления землеройно-транспортными машинами / А.Д.Кононов, Ю.В.Авдеев, А.А.Кононов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2009. – № 3–4. – С. 95–99.

УДК 681.518.3

*Государственное образовательное автономное учреждение высшего образования Курской области Курская академия государственной и муниципальной службы «Академия госслужбы»
Канд. техн. наук, доцент О.В.Воробьева
Россия, г. Курск, E-mail: olesya.vorobeva.75@mail.ru*

*State educational autonomous institution of higher education of Kursk region Kursk academy of the public and municipal service "Academy of Civil Service"
Cand.Tech.Sci., associate professor O. V. Vorobyova
Russia, Kursk, E-mail: olesya.vorobeva.75@mail.ru*

О.В. Воробьева

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ДОХОДОВ ГОССЛУЖАЩИХ, ПРОВОДИМОГО С ЦЕЛЮ УСТАНОВЛЕНИЯ И ВЫЯВЛЕНИЯ КОРРУПЦИОННЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ

Аннотация: изучены принципиальные возможности абстрактного представления данных, структура системы мониторинга на основе АСУ, методика организации процесса сбора и хранения данных, модели данных, аспекты автоматизации процесса сбора данных

Ключевые слова: сбор данных, административный мониторинг, открытость, доступность, системы управления, процессно-ориентированные системы, программное обеспечение, автоматизированная система, обеспечивающая сбор и оценку информации (АССО)

O.V. Vorobyova

TO THE QUESTION OF AUTOMATION OF THE MONITORING OF THE INCOME OF GOVERNMENT EMPLOYEES WHICH IS CARRIED OUT FOR THE PURPOSE OF ESTABLISHMENT AND IDENTIFICATION OF CORRUPTION COMPONENTS

Abstract: basic opportunities of abstract data presentation, structure of system of monitoring on the basis of ACS, a technique of the organization of process of collecting and data storage, model of data, aspects of automation of process of data collection are studied

Keywords: administrative monitoring, openness, availability, control systems, the process focused systems, the software, the automated system providing collecting and an assessment of information (ASSO)

В федеральном законодательстве о системе государственной службы Российской

Федерации закреплены основные принципы государственной службы, к числу которых относится открытость и доступность общественному контролю [1,2,3,4]. В рамках это-

го законодательства размещение сведений о доходах государственных служащих на официальных сайтах госорганов является одним из важнейших факторов, способствующих реализации принципов функционирования госорганов.

Сбор данных о тех или иных объектах в условиях использования современных организационно-технических систем (ОТС) принято называть мониторингом. Вид мониторинга, предполагающий оперативный сбор информации, в частности о доходах госслужащих, из различных источников в целях принятия кадровых решений можно классифицировать как административный мониторинг. Модификация существующих программных средств, широко используемых в автоматизированных системах управления (АСУ), для сбора данных в таких случаях может быть неэффективной вследствие их разового использования. При этом появляются существенные временные издержки, которые не позволяют оперативно решать задачи административного мониторинга.

В настоящее время отсутствуют инструментальные средства, предназначенные специально для решения задач административного мониторинга, в частности для сбора и хранения информации о доходах государственных и муниципальных служащих. Мониторинг осуществляется на основании информации, накапливаемой в базах данных систем управления (которой зачастую недостаточно), либо с использованием примитивных средств сбора данных (табличных и текстовых редакторов и т.п.).

Таким образом, можно констатировать, что существует необходимость в создании адаптивной организации процессов сбора и хранения данных, то есть процессно-ориентированных систем на основе адаптируемого к задаче административного мониторинга программного обеспечения, что свидетельствует об актуальности темы данного исследования [5].

Система мониторинга доходов госслужащих может быть организована по аналогии с системами автоматизированного

управления (АСУ). Согласно государственному стандарту, АСУ состоят из информационного, программного, технического, организационного, правового и лингвистического обеспечения. Функции АСУ в общем случае включают в себя следующие составные части (элементы): а) учет, контроль, анализ; б) прогнозирование и (или) планирование; в) координация и (или) регулирование. Необходимый состав элементов выбирается в зависимости от вида и функций АСУ.

Для осуществления мониторинга доходов госслужащих, проводимого с целью установления и выявления коррупционных составляющих, разработано программное обеспечение (ПО) для автоматизированной системы, обеспечивающей сбор и оценку соответствующей информации (АССО). Функции этой системы можно представить в следующем виде:

- сбор информации о доходах госслужащих и членов их семей (согласно действующему законодательству);
- хранение информации о доходах госслужащих и анализ кинетики доходов;
- оценка собранной информации на соответствие законодательству;
- выработка рекомендаций по использованию собранной информации и результатов ее анализа (например, о проведении дополнительной проверки законности полученных доходов).

В системе АССО, так же как и в системах АСУ, обязательной функцией и наиболее слабым местом является ручной ввод данных. Очевидно, что для повышения эффективности функционирования АС существенное значение имеет облегчение, упрощение и, соответственно, ускорение этой процедуры. Поэтому создание инструментальных средств организации ручного ввода данных (получение, ввод и хранение) является актуальной задачей, обеспечивающей реализацию функций предлагаемой АССО.

Таким образом, частные задачи автоматизированной системы состоят в создании подсистем, обеспечивающих следующие

функции:

- сбор и контроль анализируемых данных;
- приведение к нужному формату и обработка;
- организация хранения и предоставления доступа к сохраненным данным;
- аналитическая обработка данных мониторинга (сравнение реальных данных с контрольными);
- генерация запросов;
- генерация отчетных форм, визуализация отчетов.

Приведенный функционал представляет собой автоматизированную систему (подсистему) обработки данных (АСОД). Эта подсистема обеспечивает сбор информации, ее обработку, выдает управляющие сигналы на подсистемы генерации запросов и отчетных форм.

АСОД информационного типа предназначена для поиска и анализа информации, ее потребителем является пользователь. Как правило, объем входной информации в системах подобного типа относительно невелик, но в них имеются постоянные или медленно изменяющиеся массивы данных.

В состав АССО входит техническое, информационное, математическое, программное и организационное обеспечение.

Техническое обеспечение представляет собой комплекс технических средств, в который входят средства вычислительной техники, оборудование для организации локальных сетей и подключения к глобальным сетям, устройства регистрации, накопления и отображения информации.

Информационное обеспечение включает в свой состав внешнее информационное обеспечение в виде входных и выходных данных, используемых при решении функциональных задач, и внутреннее, ориентированное на организацию базы данных предприятия.

Математическое обеспечение включает математические методы, модели, алгоритмы, используемые при решении задач управления.

Программное обеспечение включает системное программное обеспечение, прикладные программы для решения задач управления, а также другие программы, используемые на предприятии.

Организационное обеспечение состоит из набора правил, инструкций, положений и других документов, регламентирующих функционирование АССО.

Каждый из видов обеспечения в том или ином виде определяет и реализует требования к процедурам сбора данных. Данные поступают на многих этапах работы обеспечивающих и функциональных подсистем в большом количестве и на регулярной основе. Однако в случае решения обозначенных во введении задач управления таких данных зачастую оказывается недостаточно. Каждая из задач предъявляет особые требования к составу и структуре показателей. Следовательно, необходимо иметь подсистему сбора данных, способную регистрировать вручную вводимые данные без учета их предметной специфики.

Чтобы показать место системы мониторинга, реализующей функции сбора, хранения и обработки данных, рассмотрим классический контур управления АСУ. Поступающее на объект управляющее воздействие изменяет его состояние. Полученное состояние объекта управления регистрируется измерительным механизмом, который оценивает его и передает субъекту управления. Субъект управления после анализа полученной оценки состояния выдает вектор управления, который принимает и исполняет регулятор. Исполнение заключается в направлении на объект управления управляющего воздействия (Рисунок 1).

Место системы мониторинга в АСУП схематично можно представить в виде, приведенном на рисунке 1.

Сбор данных об объекте и наблюдение за ним с помощью регистрирования выделенных данных (доходов) является мониторингом по отношению к наблюдаемому объекту (госслужащему). Мониторинг доходов госслужащих – вид мониторинга, предпола-

гающий оперативный сбор информации о финансовом состоянии объектов из различных источников, анализ этой информации на

соответствие действующему законодательству и выдачу рекомендаций по дальнейшему использованию полученных фактов.

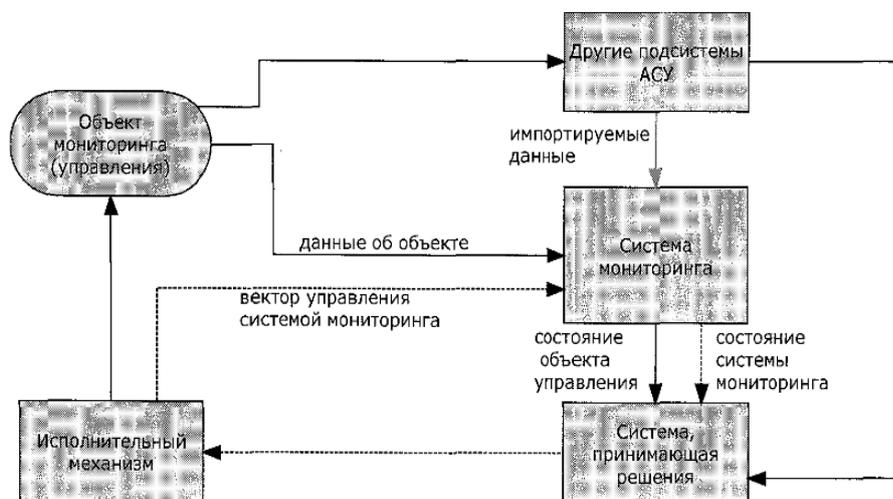


Рис. 1 – Система мониторинга в АСУ

Как было сказано выше, система сбора данных является частью АСУ и представляет собой комплекс инструментальных и организационных средств, предназначенный для регистрации значений показателей объекта управления.

Основная сфера практического применения мониторинга - это информационное обслуживание управления в различных областях деятельности.

Библиографический список

1. Федеральный закон «О противодействии коррупции» от 25.12.2008 № 273-ФЗ [Электронный ресурс]. Доступ из ИПС Консультант Плюс.

2. Федеральный закон «О государственных должностях Российской Федерации» от 11.01.1995 № 32-ФЗ (ред. от 29.12.2012). [Электронный ресурс]. Доступ из ИПС Консультант Плюс.

3. Указ Президента РФ «О предостав-

лении гражданами, претендующими на замещение государственных должностей Российской Федерации, и лицами, замещающими государственные должности Российской Федерации, сведений о доходах, об имуществе и обязательствах имущественного характера» от 18.05.2009 №558. [Электронный ресурс]. Доступ из ИПС Консультант Плюс.

4. Федеральный закон «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» от 06.10.1999 № 184-ФЗ (ред. от 29.12.2012). [Электронный ресурс]. Доступ из ИПС Консультант Плюс.

5. Воробьева О.В. и др. Автоматизация сбора сведений о доходах государственных служащих: монография / О.В.Воробьева, В.И.Колмыков, Д.А.Ершов, Д.В.Колмыков – Курск: Изд-во Академии госслужбы, 2016. – 102 с.

УДК 614.8:69

ООО Газпроектсервис, Главный специалист А.Б. Мезенцев
Россия, г. Воронеж, E-mail: mezentsev.aleksandr@mail.ru

Воронежский государственный архитектурно-строительный
университет, Канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова
Россия, г. Воронеж, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Ltd. Gazproektservis, Chief Specialist A.B. Mezentsev
Russia, Voronezh, E-mail: mezentsev.aleksandr@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova
Russia, Voronezh, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

А.Б. Мезенцев, С.А. Сазонова

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ ОТБОРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ

Аннотация: В статье рассмотрены задачи диагностики несанкционированных отборов. Рассмотрена комплексная задача, состоящая из подзадач: диагностики утечек, статического оценивания и идентификации состояния, а так же особенности их совместной численной реализации

Ключевые слова: гидравлические системы, диагностика утечек, несанкционированные отборы, статическое оценивание, математическое моделирование

А.В. Mezentsev, S.A. Sazonova

TECHNICAL DIAGNOSTICS HYDRAULIC SYSTEM BUTION SIPHONING WORKING ENVIRONMENT

Abstract: The article deals with the problem of diagnosis siphoning. Consider the complex task consisting of subtasks: diagnosing leaks static state estimation and identification, as well as features of their joint numerical implementation

Keywords: hydraulic systems, diagnostics leaks, unauthorized withdrawals, static assessment, mathematical modeling

Под диагностикой несанкционированных отборов рабочей среды будем понимать определение величины и координаты отбора на топологической схеме гидравлической системы. В термин "несанкционированный" вкладывается тот смысл, что отбор не предусмотрен в целевом назначении системы. По характеру такие отборы могут быть естественными (утечки) и искусственными (сверхлимитное потребление или хищение ЦП). Однако в дальнейшем вместо термина несанкционированный отбор будем употреблять более привычное название - утечка.

Задачу диагностики нельзя безоговорочно отнести ни к типу задач оценивания состояния, ни к задачам идентификации [1] согласно принятой терминологии [2], поскольку утечки бывают различными по характеру. Если говорить о отборах искусственного характера, то вероятно эту задачу следует квалифицировать как оценку состояния, поскольку из-за стохастичности потребления их стационарный период (интер-

вал времени в пределах которого отбор не меняет своего значения) достаточно кратковременный. Что касается естественных утечек, то они могут существовать (и более того изменяться) достаточно длительное время и задачи их обнаружения целесообразнее квалифицировать как идентификацию. В распределительных системах газоснабжения из-за взрывоопасных свойств природного газа естественные утечки устраняются хотя и достаточно оперативно, но этот период вполне соизмерим с ориентировочным временем обработки информации даже если она выполняется в режиме реального времени. Таким образом методы диагностики утечек должны сочетать в себе приемы решения и задач идентификации и оценивания состояния.

Учитывая цель задач оценивания [3] и идентификации, а также состав исходных данных (показания контрольно-измерительных приборов), их принято относить к задачам обратного анализа [4]. При их постановке имеет первостепенное значение объем, качественный состав, предельно допустимая погрешность измеряемых величин,

а также условия размещения датчиков сбора этой информации. А на основании вышеизложенного ясно, что проблема диагностики утечек в этом смысле усугубляется, по крайней мере, еще одним обстоятельством - согласованностью (с точки зрения чувствительности) средств контроля с уровнем несанкционированного отбора и продолжительностью его действия.

Упомянутые технические проблемы естественно должны найти отражение при формализации этих задач и разработке средств и методов их решения. Поэтому свойственная им погрешность в исходных данных, а также методы их обработки, вынуждают квалифицировать эти задачи как некорректно поставленные [5].

Согласно [5] задача определения решения f из пространства F по "исходным данным" и из пространства U называется корректно поставленной на паре метрических пространств (F,U) если удовлетворяются требования: 1) для всякого элемента $u \in U$ существует решение f из пространства F ; 2) решение определяется однозначно; 3) задача устойчива на пространствах (F,U) . Задачи, для которых хотя бы одно из требований не выполняется, считаются некорректно поставленными. Такое заключение относится к конкретной паре метрических пространств (F,U) , поскольку в других метриках эта же задача вполне может оказаться корректно поставленной. Метричность пространств (F,U) используется для выражения близости элементов, как средство описания окрестности пространств F и U .

Некорректность идентификации и оценивания состояния ГС установлена и подробно исследовалась, например, в задаче "математического расходомера" [6]. Проявляется она через плохую обусловленность (близость к вырожденности) матрицы Якоби, получаемой в результате применения метода наименьших квадратов при статистической обработке данных по манометрической съемке с целью установления гидравлических характеристик элементов системы, претерпевающих изменения в процессе ее экс-

плуатации. В этом случае малым возмущениям в столбце свободных членов могут соответствовать существенные изменения в решении, то есть не соблюдается третье условие корректности постановки.

Обсуждая известные подходы к решению задач диагностики несанкционированных отборов отметим, что эта проблема исходя из своей значимости пользуется повышенным интересом во многих фирмах, имеющих отношение к эксплуатации ГС различного назначения (энергосистемы, системы технологических трубопроводов и т.д.). Например на протяжении нескольких лет этими исследованиями занимаются (в России институт "ВНИПИнефть", в Германии фирма "БАСФ" на этиленпроводе Кельстербах - Людвигсхафен, присоединенном к европейской системе газопроводов и т.д.). В то же время вероятно из-за повышенного "коммерческого" интереса к рассматриваемой проблеме материалы исследований редко получают должное обсуждение в технической литературе. Чаще всего разработки в этой области моделирования ГС воплощаются авторами в готовые к использованию программные средства, методическая база которых рассматривается на уровне рекламных проспектов. Среди наиболее известных программных продуктов отметим GIPOS, GINAS, SIMONE и т.д. Таким образом на их основе трудно получить объективное представление о практической значимости разработок.

По существу единственное, известное по технической литературе направление исследования утечек, представляет комплекс работ, в которых предлагается связать их уровень с величиной давления среды в узле подключения потребителей. Например в [1] любой общий сосредоточенный отбор $q_j^o(\tau)$ представляется как сумма случайной $q_j^c(\tau)$ и детерминированной $q_j^u(P_j(\tau))$ составляющих $q_j^o(\tau) = q_j^u(P_j(\tau)) + q_j^c(\tau)$, причем последняя отражает уровень утечек среды у потребителя. Задача идентификации технического состояния системы в этом случае сводится к выделению детерминированной составляю-

щей, то есть получению функциональной зависимости $q_j^u(P_j(\tau)) = f(\bar{\beta}_j; P_j(\tau))$, где $(\bar{\beta}_j)$ - вектор параметров. Основой метода является эксперимент над реальным объектом, заключающийся в измерении расходов $q_j^o(\tau)$ с некоторым шагом в фиксированные моменты времени на определенном интервале, который выбирается таким образом, чтобы стохастическая составляющая ориентировочно была равна нулю для основной массы потребителей (например ночное время суток). Полученная таким образом информация обрабатывается методом наименьших квадратов, то есть формулируется в виде задачи нелинейного математического программирования, причем минимизируемая функция комбинируется из данных по отборам и давлениям (как на всей системе в целом, так и на отдельных ее зонах) с учетом их дисперсий.

Предлагаемый подход скорее можно считать не идентификацией, а равномерным распределением утечек по всем узлам связи исследуемой системы с окружающей средой. Его практическая значимость по всей видимости ограничивается качественной оценкой общего состояния системы, поскольку выделенная детерминированная составляющая, формирующая общий объем утечек, может быть сопоставлена с их лимитированным уровнем, из результатов которого можно судить о необходимости проведения соответствующих профилактических работ. Очевидно, что в рассмотренном методе полностью игнорируются несанкционированные отборы искусственного характера. Наконец объем исходной информации, требуемый для решения поставленной задачи трудно признать приемлемым, поскольку сами авторы [1] указывают, что на практике наиболее доступны сведения по манометрической и температурной съемке. Однако сбор данных по сосредоточенным отборам даже в том объеме, который обеспечивает разрешимость задачи едва ли может быть организован кроме как в лабораторных условиях.

На основании вышеизложенного ясно,

что современный уровень развития методической и алгоритмической базы решения задачи диагностики несанкционированных отборов пока не дает гарантии получения надежных [7] и обоснованных результатов. Не подлежат сомнению также два утверждения. Во-первых, задача должна формулироваться как оптимизационная, причем в качестве целевой функции можно выбрать либо принцип Лежандра-Гаусса (минимум суммы квадратов отклонений между экспериментальными и расчетными данными), либо принцип Эджворта (минимум суммы абсолютных отклонений). Во-вторых, состав экспериментальных данных должен быть ограничен сведениями по манометрической и температурной съемке.

В работе [8] изложен разработанный математический аппарат диагностики утечек в трубопроводных системах при неплотной манометрической съемке на основе применения энергетического эквивалентирования. Подробно указанные исследования изложены в работах [9, 10], а на базе разработанных в них математических моделей разработан программный комплекс. В работе [11] предложен механизм определения факта существования утечки в ГС между двумя статическими оценками состояния [3] при манометрической и температурной съемках в режиме реального времени.

В заключении отметим, что при наличии утечек в гидравлических системах наносится большой материальный ущерб. Такие утечки угрожают безопасности людей и могут приводить к серьезным экологическим проблемам [12, 13, 14, 15]. Так же требуется решать дополнительные инженерные задачи, как это показано, например, в работах [16, 17, 18].

Библиографический список

1. Тевяшев, А.Д. Идентификация технического состояния водопроводной сети / А.Д. Тевяшев, С.И. Козыренко, Н.В. Гринчак // В кн.: Математические модели и методы анализа и оптимального синтеза развивающихся трубопроводных и гидравлических

- систем. тез. докл. Всесоюзн. школы-семинара. - Иркутск: СЭИ СО АН СССР, 1990. - С.17-20.
2. Гамм, А.З. Оценивание состояния в электроэнергетике / А.З. Гамм, Л.Н. Герасимов, И.Н. Голуб. - М.: Наука, 1983. - 302 с.
3. Сазонова, С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 139-141.
4. Веников, В.А. Кибернетические модели электрических систем / В.А. Веников, О.А.Суханов. - М.: Энергоиздат, 1982. - 328с.
5. Тихонов, А.Н. Методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. - М.: Наука, 1986. - 287 с.
6. Меренков, А.П. Об автоматизированных системах программ для расчета гидравлических трубопроводных систем / А.П. Меренков и др. // Изв. АН СССР. Сер. Энергетика и транспорт. - 1973. - №3. - С.126-131.
7. Надежность технических систем и техногенный риск: учебн. пособие/сост.: С.А.Сазонова, С.А.Колодяжный, Е.А.Сушко; Воронежский ГАСУ.-Воронеж,2013.- 148 с.
8. Квасов, И.С. Диагностика утечек в трубопроводных системах при неплотной манометрической съемке / И.С. Квасов, М.Я. Панов, С.А. Сазонова // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 1999. - № 9. - С. 66-70.
9. Сазонова, С.А. Комплекс прикладных задач оперативного управления, обеспечивающих безопасность функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2015. - № 2 (15). - С. 37-41.
10. Сазонова, С.А. Модели оценки возмущенного состояния системы теплоснабжения / С.А. Сазонова // Инженерная физика. - 2010. - № 3 – С. 45-46.
11. Сазонова, С.А. Разработка метода дистанционного обнаружения утечек в системах газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 119-121.
12. Жидко, Е.А. Совершенствование организации управления экологическими рисками промышленного предприятия / Е.А. Жидко, В.Я. Манохин // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: высокие технологии. Экология. - 2010. - № 1. - С. 13-17.
13. Золотарев, В.Л. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опасных веществ на людей и экологию с программной реализацией / В.Л. Золотарев, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 8-16.
14. Жидко, Е.А. Разработка математической модели рассеивания в приземном слое атмосферы частиц золы и технология ее утилизации в строительстве / Е.А. Жидко // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2002.
15. Манохин, М.В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, Е.И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2015, №4(34). – С. 370-376.
16. Жидко, Е.А. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Интернет-журнал Науковедение. - 2014. - № 2 (21). - С. 33.
17. Сазонова, С.А. Разработка модели анализа невозмущенного состояния системы теплоснабжения при установившемся потокораспределении / С.А. Сазонова // Интеллектуализация управления в социальных и экономических системах. Труды Всероссийской конференции. 2006. С. 57-58.
18. Сазонова, С.А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2015, №4(34). – С. 440-448.

УДК 004.9

Государственное образовательное автономное учреждение высшего образования Курской области Курская академия государственной и муниципальной службы «Академия госслужбы»
доцент, Е.И. Глушкова
Россия, г. Курск, E-mail: glushkovaelena@yandex.ru

State educational autonomous institution of higher education of Kursk region Kursk academy of the public and municipal service "Academy of Civil Service"
associate professor, E.I. Glushkova
Russia, Kursk, E-mail: glushkovaelena@yandex.ru

Е.И. Глушкова

ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: В статье дается понятие информационной технологии; рассматривается применение информационных технологий в деятельности органов социальной сферы; приводятся примеры программных комплексов и их значимость в социальной сфере

Ключевые слова: информационные технологии, программные комплексы

E.I. Glushkova

APPLICATIONS OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN ACTIVITY OF BODIES OF THE SOCIAL SPHERE OF KURSK REGION

Abstract: In article the concept of information technology is given; application of information technologies in activity of bodies of the social sphere is considered; examples of program complexes and their importance in the social sphere are given

Keywords: information technologies, program complexes

Информационная технология – совокупность методов, производственных процессов и программно-технических средств, объединенная технологическим процессом и обеспечивающая сбор, хранение, обработку, вывод и распространение информации для снижения трудоемкости процессов использования информационных ресурсов, повышения их надежности и оперативности [1, с.49].

Она играет важную роль в обеспечении информационного взаимодействия между людьми и одновременно выступает средством реализации информационных процессов во всех сферах деятельности человека.

Сегодня уделяется большое внимание автоматизации социальной сферы, что способствует внедрению информационно-вычислительных систем по следующим направлениям: народное образование; трудоустройство и занятость населения; социальная защита населения; охрана здоровья; охрана окружающей среды; мониторинг общественного мнения.

Информационные технологии оказы-

вают огромное влияние на социальную реальность, сильно ее изменяют.

Применение информационных технологий в социальной сфере обеспечивает:

- сбор и накопление статических данных о социальных отношениях и процессах, социальной структуре населения;
- хранение и обновление информации по мере необходимости;
- сравнение показателей текущих социальных процессов с нормативными моделями социального воспроизводства населения;
- взаимодействие федеральной, отраслевой и региональной структур анализа процессов функционирования социальной сферы.

Внедрение информационных технологий в деятельности органов социальной сферы позволяет улучшить качество работы, способствует экономии времени при решении социальных проблем клиентов.

В социальной сфере применяются следующие программные комплексы:

- «Адресная социальная помощь»;
- «Региональное социальное законодательство»;
- «Подготовка, контроль и обобщение

данных статистической отчетности по семьям и детям, оказавшимся в трудной жизненной ситуации»;

- «АРМ назначения и выплаты пособий»;
- «Учет ветеранов и участников ВОВ» и др.

Работы в области автоматизации и применения новых информационных технологий в сфере социальной защиты населения Курска ведутся по следующим основным направлениям:

- осуществление методического, информационного, программного и технического обеспечения органов управления социальной защиты населения по вопросам информатизации;
- организация разработки, внедрение и сопровождение программно - технических комплексов локальных сетей телекоммуникаций, связанных с ведением информационных баз данных в сфере социальной защиты населения автономного округа;
- создание единого интегрированного банка информации по социальной защите населения региона.

В этой сфере деятельности повсеместно внедряют автоматизированную информационную систему «Социальная защита». Целью создания системы является повышение эффективности работы органов социальной защиты населения по реализации политики Российской Федерации в области социальной защиты престарелых граждан, инвалидов, семей с детьми, а также иных нетрудоспособных групп населения, нуждающихся в социальной поддержке.

Система предназначена для автоматизации следующих видов деятельности (см. рис. 1):

- ведение и учет регистрационных данных граждан, претендующих на получение мер социальной поддержки;
- формирование и обработка данных, связанных с решениями о назначении гражданам мер социальной поддержки;
- поддержка принятия решения по заявлениям граждан, претендующих на получение мер социальной поддержки;
- проведения аналитической работы.



Рис. 1 - АИС Социальная защита

Система включает в себе следующие функциональные подсистемы:

- учетная;
- поддержки принятия решения;
- «Назначения и выплаты»;
- «Несовершеннолетние»;
- «Социальная поддержка»;
- «Субсидии»;

- «Информационно-аналитическая»;
- «Отчеты и статистика»
- «Настройки»
- «Административная»

Каждая подсистема представляет собой отдельный функциональный модуль, предназначенный для решения задач определенных подразделений органов социальной защиты

населения.

Например, подсистема «Социальная поддержка» обеспечивает работу с социальными семьями и выполняет следующие функции:

- регистрацию семей в соответствие с нормативно-законодательной базой федерального и регионального уровня с учетом предоставленных документов, подтверждающих льготные категории граждан, являющихся членами семьи;

- ведение сведений о профилактической работе с семьями, данных об обследовании семьи.

В деятельности социальной защиты г. Курска и Курской области используются и ведутся следующие базы данных:

- База данных получателей ежемесячных денежных выплат на детей;

- База данных получателей ежемесячных денежных выплат;

- База данных получателей льгот по ЖКУ в денежном выражении

- Список детей – сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, нуждающихся во внеочередном предоставлении жилого помещения и состоящих на учете в уполномоченном органе местного самоуправления.

ИТ в социальной сфере России используются в основном только в пенсионных фондах и отдельных учреждениях да и то выполняющие лишь контрольные и информационно-справочные функции. Необходимо внедрять все новые ИТ в деятельность органов социальной сферы.

Библиографический список

1. Информационные технологии: учебник/под ред. В.В. Трофимова-М.: Юрайт-Издат, 2011. – 624 с.

2. Туякбасарова, А. Информационные системы в социальной сфере: курс лекций /Н.А. Туякбасарова; Курск. ин-т социального образования (филиал) РГСУ. – Курск: ООО «Мечта», 2010. –196 с.

УДК.004.94:692

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Канд. тех. наук, доцент Т.В. Корелина, старший преподаватель К.А. Маковий, магистрант А.А. Копытина
E-mail: tkorelina75@gmail.ru, makkatya@mail.ru, any.kopytina@yandex.ru
Россия, г. Воронеж*

*Voronezh State Architecture and Civil Engineering, Ph. D. in Technical T.V. Korelina, senior teacher K.A. Makoviy, undergraduate A.A. Kopytina
E-mail: tkorelina75@gmail.ru, makkatya@mail.ru, any.kopytina@yandex.ru
Russia, Voronezh*

Т.В. Корелина, К.А. Маковий, А.А. Копытина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация: представлен обзор использования информационной модели здания в строительном производстве

Ключевые слова: информационная модель здания, BIM, строительство

T.V. Korelina, K.A. Makoviy, A. A. Kopytina

THE USE OF BUILDING INFORMATION MODEL IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Abstract: a review of the building information model using in the construction industry is presented

Keywords: Building Information Model, BIM, construction

Информационное моделирование зданий (англ. Building Information Modeling, BIM) — это взаимосвязанная последовательность процессов и технологий, которые в со-

вокупности составляют методологию для управления основными проектными данными и строительным проектом, в цифровом формате, на протяжении жизненного цикла здания [1].

© Корелина Т.В., Маковий К.А., Копытина А.А., 2016

Важной составляющей данного метода

является единое информационное пространство, база данных, содержащая всю информацию о технических, правовых, имущественных, эксплуатационных, энергетических, экологических, коммерческих и прочих характеристиках здания. Благодаря очень точной и детальной проработке модели, этот метод даёт возможность проводить различные расчёты, анализы, симуляции (при классическом проектировании для каждого расчёта нужно выполнить отдельную дополнительную работу). Одним из видов таких расчётов являются расчёты энергоэффективности и энергопотребления здания, а также комплексные расчёты всего здания (с учётом местоположения) и всех его элементов одновременно. Применяя информационное моделирование зданий, намного проще проводить симуляцию всего жизненного цикла здания, а полученные результаты использовать для корректировки проекта, получая в итоге более качественное решение [2].

ВМ-технологии включают в себя не только проектирование, но и новые подходы к организации инвестиционно-строительного процесса на всех его этапах, от начальной идеи до утилизации отслужившего объекта (рис. 1).



Рис. 1 - Этапы ВМ проекта

Существуют различные классификации уровней ВМ моделей. Одна из классификаций была представлена М. Бью и М. Ричардсом [2] в виде диаграммы уровней зрелости в диапазоне от 0 до 3. Другая, более распространенная в России содержит уровни клас-

сификация информационного моделирования в диапазоне от 2D до 7D:

ВМ 2D - обмен данными при помощи бумаги или электронного носителя (двумерные чертежи, возможность использования САД (англ. computer-aided design - компьютерная поддержка проектирования)) [3].

ВМ 3D – скоординированная 3D-модель. ВМ 3D основывается на следующих принципах: объектно-ориентированное проектирование, трёхмерное моделирование, каждый объект содержит информацию о своих количественных и качественных характеристиках, автоматическое получение чертежей на основе модели, интеллектуальная параметризация объектов и совместная разработка проекта в едином информационном поле [3].

ВМ 4D – 3D с учетом временных характеристик проекта, поэтапного планирования и моделирования. Со временем информация в модели меняется, дополняется, удаляется, отражая реальное состояние здания. С помощью ВМ 4D можно разработать оптимальный график строительства и видеть календарные планы работ различной детализации [4].

ВМ 5D - к уровню 4D добавляется учет стоимости. Этот уровень используется для планирования затрат в режиме реального времени, стоимостного инжиниринга и торговой верификации [3].

ВМ 6D – к уровню 5D добавляется учет энергопотребления. В англоязычной литературе используется термин Green building (Зелёное строительство). Это вид строительства и эксплуатации зданий, воздействие которых на окружающую среду минимально.

ВМ 7D – к уровню 6D добавляется управление жизненным циклом зданий и сооружений. Владельцы или управляющая компания могут использовать данную модель для эксплуатации и технического обслуживания здания.

Идея информационного моделирования зданий возникла в 1975 г. (изначально под названием Building Description System – Система описания здания) в результате эволю-

ционного развития теории архитектурных систем автоматизированного проектирования (САПР). Но как единая технология BIM начала активно применяться примерно с

2002 года благодаря широкому внедрению базовых принципов BIM в программное обеспечение ведущих разработчиков архитектурных систем.

BIM 2D	BIM 3D	BIM 4D	BIM 5D	BIM 6D	BIM 7D
Чертежи	Пространственная модель, координация и совместная разработка	Пространственная модель во времени, график строительства и календарный план	Пространственная модель во времени и информация о затратах	Пространственная модель 5D и учёт энергопотребления	Пространственная модель 6D и управление инфраструктурой в течение всего жизненного цикла

Рис. 2 - Уровни BIM

В международной организации по стандартизации (англ. International Standard Organization, ISO) имеется два технических комитета, которые имеют прямое отношение к BIM. Технический комитет ISO/TC 184, Automation Systems and Integration (Системы промышленной автоматизации и интеграции), подкомитет SC 4 — Industrial Data (Промышленные данные). В этом подкомитете разработан стандарт ISO 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for Data Sharing in the Construction and Facility Management Industries. Это стандарт на описание форматов обмена данными между BIM-системами. Технический комитет ISO/TC 59, Buildings and Civil Engineering Works (Строительство зданий), about Construction Works (Организация информации о строительных работах). Этот подкомитет разработал семь базовых стандартов, направленных на управление проектированием и строительством зданий на основе BIM-моделей:

ISO 12006-2:2001 Building Construction — Organization of Information about Construction Works — Part 2: Framework for Classification of Information.

ISO 12006-3:2007 Building Construction — Organization of Information about Construction Works — Part 3: Framework for Object-Oriented Information.

ISO 22263:2008 Organization of Information about Construction Works — Framework for Management of Project Information.

ISO 29481-1:2010 Building Information Modelling — Information Delivery Manual — Part 1: Methodology and Format.

ISO/TS 12911:2012 Framework for Building Information Modelling (BIM) Guidance.

ISO 29481-2:2012 Building Information Models — Information Delivery Manual — Part 2: Interaction Framework.

ISO 16354:2013 Guidelines for Knowledge Libraries and Object Libraries.

С начала 2000-х годов начали появляться первые национальные нормативные документы (Великобритания, США, Гонконг, Дания, Испания, Нидерланды, Норвегия, Сингапур, Австралия, Финляндия), регламентирующие процесс информационного моделирования зданий. Международные стандарты не могут быть применены на национальном уровне в полном объеме, так как в них не учтены национальные особенности строительства, но они во многом основываются на международных стандартах [5].

Сегодня Великобритания занимает лидирующие позиции в мире в области системного внедрения BIM в масштабе целой страны. Там разработана и реализуется государственная программа по внедрению информационного моделирования, разработаны стандарты, регламентирующие процессы информационного моделирования, которыми пользуются архитекторы и строители в раз-

ных странах мира, в том числе и в России. На данный момент разработано несколько национальных стандартов: В 2009 году в Великобритании - AEC (UK) CAD & BIM Standards (Architecture Engineering Construction). В 2012 году в Республике Сингапур - Singapore BIM Guide. В 2013 году в США - The National BIM Standard-United States (NBIMS-US).

Активно ведутся разработки BIM стандартов в Норвегии, Финляндии, России, Австралии, Испании, Дании, Голландии, САР Гонконг и во многих других странах.

В декабре 2014 года приказом Минстроя России № 926 утвержден план поэтапного внедрения технологии BIM в области промышленного и гражданского строительства, согласно которому в 2015 году были запущены пилотные типовые проекты с использованием 3D-проектирования. По словам министра строительства М. Меня [6], пока лишь 5% проектных институтов могут делать эту работу. Сформулированы и критерии отбора «пилотных» проектов, подготовленных с использованием BIM-технологий: опыт по выполнению проектов с использованием BIM, наличие специалистов, использование единой информационной модели основных разделов проекта (архитектура, конструктивные решения, сметы и др.) и наличие управляемой 3D-среды с вложенными данными и средствами согласованного объединения данных. Ответственным исполнителем экспертизы назначены Федеральное автономное учреждение (ФАУ) «Главгосэкспертиза России», главное архитектурное управление (ГАУ) города Москвы «Московская государственная экспертиза», Минстрой России. В перспективе такой стандарт должен получить статус государственного.

В Москве в середине декабря 2015 года ООО «КОНКУРАТОР» и Autodesk представили открытый шаблон BIM-стандарта для российских компаний [7]. Его цель – задать единые правила обмена информацией между

заказчиками и субподрядчиками, а также ускорить принятие новых технологий, сократить сроки внедрения. Шаблон может быть применен пользователями любого программного обеспечения, поддерживающего технологию информационного моделирования.

Появление открытого шаблона BIM-стандарта и приказа поэтапного внедрения технологии BIM в области промышленного и гражданского строительства положительно влияет на внедрение информационного моделирования зданий в России.

Библиографический список

1. Kang L. S., Moon H. S., Park S. Y., Kim C. H., Lee T. S. Improved Link System between Schedule Data and 3D Object in 4D CAD System by Using WBS Code / L. S. Kang, H. S. Moon, S. Y. Park, C. H. Kim, T. S. Lee // KSCSE Journal of Civil Engineering. – 2010. – 14 (6): 803-814.
2. Талапов В. В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий / В. В. Талапов // М.: ДМК Пресс, 2015. – 410 с.
3. Leighton J. BIM: A «Model» Method / J. Leighton // Contracting business. – 2015. – Режим доступа: <http://contractingbusiness.com/commercial-hvac/bim-model-method>
4. Dawood N., Sikka S. The Value of Visual 4D Planning in the UK Construction Industry / N. Dawood, S. Sikka // Springer LNCS 4200. 2006. – pp. 127-135.
5. Скворцов А. В. BIM автомобильных дорог: оценка зрелости технологии / А. В. Скворцов // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2014. – 2 (3).
6. Единый стандарт. - 2015. [Электронный ресурс] URL:<http://www.minstroyrf.ru/press/mikhail-men-dolozhil-vladimiru-putinu-o-razvitii-zhilishchnogo-stroitelstva/>
7. Шаблон BIM-стандарта для российских компаний. - 2015. [Электронный ресурс] URL: <http://ardexpert.ru/event/5171>

УДК 004.81

Центральный филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет правосудия»
Л.Н. Саврасова
Россия, г. Воронеж, E-mail: savr_ln@inbox.ru

Central branch FGBOUVO " Russian State University of the Justice "
L.N. Savrasova
Russia, Voronezh, E-mail: savr_ln@inbox.ru

Л.Н. Саврасова

ВОЗМОЖНОСТИ СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Аннотация: Рассматривается понятие смешанного обучения и его применение в компьютерном обучении для повышения эффективности познавательной деятельности. Проводится сравнительный анализ традиционной модели обучения и обучения с использованием моделей смешанного обучения. Описываются недостатки и достоинства смешанного обучения

Ключевые слова: познавательная деятельность, компьютерное обучение. Смешанное обучение, современное образование

L.N. Savrasova

POSSIBILITY OF BLENDED LEARNING TO IMPROVE COGNITIVE ACTIVITY

Abstract: Discusses the concept of of blended learning and its application to computer training to improve the efficiency of cognitive activity. A comparative analysis of the traditional model of teaching and learning with the use of blended learning models. It describes the advantages and disadvantages of blended learning

Keywords: cognitive activity, computer training, blended learning, modern education

Современное высшее образование как система становится все сложнее: выросло многообразие внешних связей, происходит усложнение структуры, динамично меняется многообразие и круг задач. В рамках прежней образовательной среды и традиционных методов, организационных форм и средств обучения не могут быть эффективно и полноценно сформированы новые образовательные результаты. В настоящее время на первое место в обучении выходит не способность осваивать знания, простейший набор операций, а умение обучаться, более того, способность к переобучению, ибо только люди, которые способны переобучаться в течение своей жизни, окажутся эффективны и конкурентоспособны на рынке труда.

Таким образом, на первый план выдвигается задача развития потребностей и умений человека не только самостоятельно добывать и обновлять знания, значимые для профессии, личности и общества, но и осуществлять этот процесс непрерывно на протяжении всей жизни. В новых условиях необходимо создавать и новые технологии обучения – когнитивные, т.е. пути, приемы, способы, позволяющие обеспечить эффек-

тивное понимание реального мира, интеллектуальное развитие, успешную адаптацию к жизни в информационно перенасыщенной среде [1].

Выделим основные направления исследований для создания условий качественного непрерывного образования:

- изучение и анализ возможностей информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) для обеспечения непрерывного образования в течение всей жизни;

- формирование и развитие личной ответственности обучающегося за свой уровень и качество образования;

- обоснование и исследование инновационных образовательных технологий на основе ИКТ.

Компьютер необходимо рассматривать не как простое дополнение к существующим методам обучения, а как мощное средство, которое должно привести к изменению всех компонентов учебного процесса, начиная от содержания и кончая его организационными формами. Внедрение компьютера в процесс обучения требует пересмотра и совершенствования традиционных методик обучения, разработки новых технологий обучения, создания научно обоснованной современной модели учебного процесса. Использование компьютеров в учебном процессе развивает

не только познавательную деятельность, но и формирует свою мотивационную, эмоциональную, коммуникативную среду. Как отмечает О.К. Тихомиров [2] «компьютеризация, способствуя усилению логического мышления, сопровождается подавлением интеллектуального начала в мышлении; может дать новые знания, мощный стимул развитию внешне престижной мотивации». Н.Ф. Талызина подчеркивала [3], что применение автоматизированных систем в обучении оправдано лишь тогда, когда это приводит к повышению эффективности обучения, хотя бы по одному из следующих критериев:

- повышение мотивационно - эмоциональной стороны обучения;
- повышение качества обучения;
- сокращение затрат времени обучаемого и обучающего для изучения данного предмета (вопроса);
- уменьшение финансовых затрат на обучение.

Как видим, вопросы, рассматриваемые два десятка лет назад, созвучны и нашему времени, но сейчас появилась другая технологическая основа создания системы индивидуальной информационно-образовательной среды, организованной с использованием расширенных дидактических возможностей современных компьютеров и, главное, средств телекоммуникационной связи, использование распределенных информационных ресурсов сети Интернет, и как следствие – применение различных моделей дистанционного обучения.

В зависимости от степени насыщенности учебного процесса онлайн-технологиями, доставки контента и характера взаимодействия участников, эксперты различают:

- традиционное обучение (без использования электронных технологий);
- традиционное обучение с веб-поддержкой (часть курса реализуется в сети);
- смешанное обучение (blended-learning, большая часть курса реализуется в сети, комбинирует аудиторные занятия с онлайн занятиями);
- полное онлайн обучение (более 80 % курса в сети).

Одним из наиболее приемлемых вариантов является использование смешанного обучения (СО, blended-learning), концепция

которого предполагает, что студент должен оптимально, в различных сочетаниях использовать все возможности, предоставляемые как традиционным обучением, так и дистанционными технологиями.

Отечественные ученые выделяют два основных направления рассмотрения этого термина: 1 – учебные курсы с использованием в образовательном процессе активных методов; 2 – модель по использованию в очном обучении информационно - образовательных средств с элементами асинхронного и синхронного дистанционного обучения.

Выделим основные элементы курса при СО.

Лекции.

Семинарские занятия (face-to-face sessions). В смешанном обучении на семинарских занятиях проходит обсуждение самых интересных и важных тем курса, а также отработка практических навыков.

Учебные материалы курса (учебники и методические пособия).

Онлайн общение (чат, форум, вебинар, e-mail).

Индивидуальные и групповые онлайн проекты.

Виртуальная классная комната.

Аудио и видео лекции, анимации и симуляции.

Эти элементы смешанного обучения делают процесс обучения проще и более насыщенным. Основное преимущество такого подхода - гибкость.

Таким образом, в нашем понимании, СО – это система преподавания, сочетающая очное, дистанционное обучение и самообучение, включающая взаимодействие между педагогом, обучающимся и интерактивными источниками информации, отражающая все присущие учебному процессу компоненты (цели, содержание, методы, организационные формы, средства обучения) функционирующие в постоянном взаимодействии друг с другом, образуя единое целое.

Сегодня в мире СО считается самой качественной и перспективной моделью организации учебного процесса, которое предполагает сокращение количества аудиторных занятий за счет переноса части занятий в электронную среду. При этом соотношение аудиторной (традиционной) и виртуальной (электронной) компонент может отличаться

и зависеть от большого количества факторов: предметная область, возраст обучающихся, уровень подготовки, наличие технических средств.

В основе любого учения/усвоения лежит познавательная деятельность субъекта образовательного процесса – стремление понять суть явления, найти ему объяснение и возможность применения. Понять и выполнить любое задание – сложный, целостный процесс, состоящий из ряда самостоятельных этапов.

1 этап – общей ориентации в сути явления/процесса/явления;

2 этап – углубление представления через анализ явления/процесса/объекта; установление внутренних общих связей и свойств;

3 этап – синтез - появление новой целостности на основе ранее понятого, более богатой, чем на этапе общей ориентации.

Более подробная схема познавательной деятельности субъекта, основанная на применении принципа аналогии представлена в работе [4].

Схема традиционной модели процесса обучения: предъявление и объяснение материала (в ходе аудиторных занятий) → выполнение заданий → закрепление материала (чаще переносится во внеаудиторную СРС) → контроль (в ходе аудиторных занятий). При этой технологии акцент ставится на первичное понимание материала в ходе аудиторного занятия.

Схема процесса обучения при СО: постановка проблемного задания → самостоятельное ознакомление с материалом, размещенным в среде ЭК → самоконтроль понимания материала → уточнение понимания, ответы на вопросы студентов, разбор уже найденных студентами решений (в аудитории) → отработка усвоенных на занятии решений, закрепление материала → автоматизированный контроль итогов обучения по теме.

Таким образом, учесть когнитивный стиль студента, уровень, тип познавательных способностей, скорость освоения материала возможно, правильно спроектировав ЭК для СО.

Компьютерная часть смешанного обучения:

- оживляет материал и позволяет

студенту «общаться» с ним;

- даёт больше интерактивности и стимулирует активное обучение;

- наглядно демонстрирует некоторые идеи, которые трудно объяснить на лекциях или просто в тексте;

- позволяет заглянуть внутрь изучаемых процессов посредством различных симуляций;

- развивает навыки самостоятельного обучения и самоконтроля;

- позволяет студентам попробовать невозможные, опасные или дорогие сценарии и ситуации, такие как параллельные миры, радиационное оборудование и проч.

Следовательно, смешанное обучение более активное со стороны студента, даёт больше интересных возможностей для обучения.

Выводы. Среди преимуществ СО (blended learning) можно подчеркнуть следующее: встраивание технологии асинхронной интернет-коммуникации в «живые» образовательные курсы способствует получению одновременно независимого и совместного учебного опыта. Замечено, что использование информационных и коммуникационных технологий улучшает отношение к получению знаний, а также качество коммуникации между учениками/студентами и преподавателями.

СО учит организовывать и планировать работу самостоятельно, независимо получать и анализировать знания, искать и отбирать информацию, принимать решения, формировать навык презентации проектов, заниматься самообразованием.

Недостатки СО: неравномерная ИТ-грамотность, зависимость от техники, широкополосного Интернета, устойчивости онлайн режима и безлимитных тарифов.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что смешанное обучение является приоритетной формой обучения в современных образовательных условиях, предоставляющей неоспоримые преимущества как для преподавателей, так и для студентов. Смешанное обучение позволяет оптимизировать временные затраты преподавателя и повысить эффективность процесса обучения в целом. Студент при этом становится активным участником учебного процесса, способным выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, исходя из

собственных потребностей, что способствует формированию компетентного специалиста, конкурентоспособного в современных условиях.

Библиографический список

1. Саврасова Л.Н. Когнитивный подход к обучению в современном юридическом образовании [Текст] / Л.Н. Саврасова // Общество, право, правосудие: сб. материалов Всеросс. научно-практич. конференции. – Воронеж : ООО «Воронеж-Формат», 2013. – С. 523-527.
2. Тихомиров О.К. Основные психолого-педагогические проблемы компьютер-

ного образования [Текст] /О.К. Тихомиров // Вопросы психологии.–1986.–№ 5. – С. 67-68.

3. Талызина Н.Ф. Компьютеризация и программное обучение [Текст] / Н.Ф. Талызина // Вопросы психологии. – 1986. – №6. – С.43-45.

4. Саврасова Л.Н. Системный анализ познавательной деятельности субъекта на основе когнитивного подхода [Текст] / Л.Н. Саврасова // Научный вестник ВГАСУ. Серия Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. Выпуск 2, ноябрь, 2013. – С. 82-86.

УДК 62-791.2

*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
доктор технических наук, профессор, А.А. Хвостов,
кандидат технических наук, доцент Е.А. Шпилова
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», магистрант К. Хобланды
Россия, г. Воронеж, E-mail: post@vsuet.ru*

*MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy»
(Voronezh), Doctor of Sciences, professor, A.A. Khvostov,
Ph.D. in Engineering, associate professor E.A. Shipilova
FSBEI HPE "Voronezh State University of Engineering
Technologies", undergraduate K. Khoblandy
Russia, Voronezh, E-mail: post@vsuet.ru*

А.А. Хвостов, Е.А. Шпилова, К. Хобланды

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КЛАПАННОГО ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА С УЧЕТОМ РАЗВИТИЯ ДЕФЕКТОВ КЛАПАНОВ

Аннотация: В работе представлена математическая модель гомогенизатора молока, которая позволяет, задавая конструктивными параметрами гомогенизатора, а также всасывающего и нагнетательного клапанов, получать временные характеристики амплитуды давления под поршнем, виброскорости и виброускорения, передающиеся в виде механических воздействий на оборудование и фиксирующиеся датчиками вибродиагностики. Проведено исследование спектров вибросигналов при различных параметрах модели, характеризующих развитие того или иного дефекта

Ключевые слова: математическая модель, гомогенизатор, всасывающий и нагнетательный клапаны, временные характеристики, вибросигналы, дефекты

А.А.Khvostov, E.A. Shipilova, K. Khoblandy

MATHEMATICAL MODEL OF THE VALVATE HOMOGENIZER OF MILK TAKING INTO ACCOUNT DEVELOPMENT OF DEFECTS OF VALVES

Abstract: The paper presents a mathematical model of the milk homogenizer, which allows designing the homogenizer, using suction and discharge valves parameters. Model allows us to determine the dynamic characteristics of pressure amplitude, its velocity and acceleration, transmitted in the form of mechanical stress on the equipment and measured by the sensors of vibration diagnostics. A study of vibration signals spectra at different parameters of model describing the defect evolution was discussed

Keywords: mathematical model, milk homogenizer, inhasting and forcing valves, time response characteristics, vibrosignals, defects

Гомогенизаторы предназначены для дробления жировых шариков в молоке, жидких молочных продуктах и смесях мороже-

ного. Они применяются в различных технологических линиях для молока и молочных продуктов. Для гомогенизации молока известно и другое оборудование (эмульгаторы, эмульсоры, вибраторы и др.), но оно менее

© Хвостов А.А., Шпилова Е.А., Хобланды К., 2016

эффективно. Наибольшее применение в молочной отрасли получили гомогенизаторы клапанного типа К5-ОГ2А-1.25, А1-ОГМ-2,5 и А1-ОГМ, представляющие собой многоплунжерные насосы высокого давления с гомогенизирующей головкой.

Анализ эксплуатации поршневых насосов, применяемых на гомогенизаторах клапанного типа К5-ОГ2А-1.25, показывает, что одной из частых причин возникновения отказов является выход из строя клапанов всасывающей и нагнетательной магистралей. Таким образом, от качества работы клапанов существенно зависит эффективность работы гомогенизатора. Дефекты клапанов приводят к увеличению энергии, затрачиваемой на проталкивание среды, и снижению экономичности работы гомогенизатора, уменьшению его КПД, увеличению затрат на производство молока [1].

Ввиду этого, задача функционального контроля клапанов, как наиболее критичных элементов насосов, является актуальной. Использование вибрационной диагностики дает возможность проводить функциональную диагностику объектов в режиме номинальной работы гомогенизатора. Это позволит прогнозировать техническое состояние оборудования и не допустить отказа гомогенизатора в критический момент.

Для этого необходимо разработать ма-

тематическую модель оборудования с учетом развития основных вероятных дефектов, что позволит в результате численных экспериментов выявить основные вибропризнаки неисправностей клапанов.

Рассмотрим синтез структуры обобщенной модели гомогенизатора с учетом работы клапанов для качественного описания характера виброакустического сигнала и его изменений при развитии дефектов клапанов. Введем допущения идеального компрессора, упрощающие математическую модель [2]. В процессе синтеза математической модели рассмотрены основные функциональные элементы системы: поршень в цилиндре, совершающий движение под действием силы со стороны кривошипного механизма; всасывающий и нагнетательный клапаны, осуществляющие перемещение под действием силы, обусловленной разницей давлений в камере под поршнем и линией всасывания (нагнетания); объем камеры под поршнем, характеризующийся величиной давления.

Уравнение движения поршня без учета изменения давления $P_{\text{кам}}$, обусловленного перемещением поршня и работой клапанов, запишется, исходя из баланса сил (проекция силы тяжести на ось x равна нулю) и модели сухого трения [3], запишется следующим образом:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + \mu_{\text{тр}} \cdot m_{\text{п}} \cdot g \cdot \text{sign} \left(\frac{dx}{dt} \right) + S_{\text{п}} P_{\text{кам}} = F_{\text{вын}} \quad (1)$$

где x – координата, $m_{\text{п}}$ – масса поршня, площадь торцевой поверхности поршня $S_{\text{п}}$,

$$\text{sign} \left(\frac{dx}{dt} \right) = \begin{cases} 1, & \text{при } \frac{dx}{dt} > 0, \\ -1, & \text{при } \frac{dx}{dt} \leq 0 \end{cases}, \quad \mu_{\text{тр}} - \text{коэффициент трения, } F_{\text{вын}} - \text{сила, действующая со стороны кривошипного механизма.}$$

В основу уравнения динамики $P_{\text{кам}}$ положено уравнение состояния при условии постоянной массы и изотермическом режиме [4]. Скорость изменения $P_{\text{кам}}$ запишется следующим образом:

$$\frac{P_{\text{кам}}}{dt} = - \frac{P_{\text{кам}}}{V_{\text{кам}}} \frac{dV_{\text{кам}}}{dt} \quad (2)$$

Объем камеры выразится с учетом «мертвого» объема камеры следующим образом:

$$V_{\text{кам}} = S_{\text{п}} H_{\text{к}} = S_{\text{п}} (H_{\text{п}} + H_{\text{мо}} - x), \quad (3)$$

где $H_{\text{п}}$ – ход поршня, при этом ограничение на x : $0 \leq x \leq H_{\text{п}}$, $H_{\text{мо}}$ – перемещение по x , соответствующее величине «мертвого» объема камеры.

На рассматриваемом оборудовании применяются самодействующие тарельчатые

или шаровые клапаны. В канале нагнетания открытие клапанов происходит при росте давления сжатого воздуха. При этом за счет перепада давлений $\Delta P = P_{\text{кам}} - P_{\text{нагн}}$ рабочий орган отходит от седла, среда под давлением поступает в канал нагнетания [1].

Для обеспечения качественного соот-

ветствия реальным процессам использована упрощенная расчетная схема для самодействующих клапанов [4], в которой клапан заменяется условным отверстием без потерь на трение и теплообмен, и течение среды в клапане определяется площадями прохода $S_{\text{кл1}}, S_{\text{кл2}}$ (рис. 1).

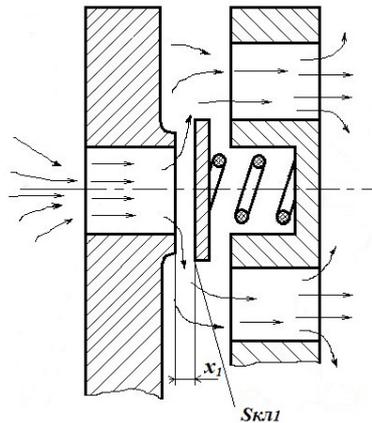


Рис. 1 – Замена клапана условным отверстием без потерь на трение и без теплообмена

Введем новую систему координат x_1 для первого клапана (линии всасывания), считая, что движение начинается с момента полного перекрытия $x_1 = 0$ до полного откры-

тия клапана $x_1 = X_{\text{кл1}}$. Уравнение движения пластины клапана под действием сил тяжести, вязкого трения, жесткости пружины и инерции запишется следующим образом:

$$\tau_{\text{кл1}} \frac{dx_1}{dt} + c_{\text{пр кл1}} x_1 = S_{\text{кл1}} (P_{\text{вс}} - P_{\text{кам}}), \quad 0 \leq x_1 \leq X_{\text{кл1}} \quad (4)$$

где $m_{\text{кл1}}$ – масса пластины клапана; $\tau_{\text{кл1}}$ – коэффициент демпфирования клапана, зависит от конструкции клапана, вязкости и плотности среды, омывающей пластину; $c_{\text{пр.кл1}}$ – коэффициент жесткости пружины; $S_{\text{кл1}}$ – площадь поверхности пластины клапана; $P_{\text{вс}}$ – давление линии всасывания.

При движении пластины давление $P_{\text{кам}}$ в камере будет изменяться за счет истечения среды через отверстие сброса на величину $dP_{\text{сбр}}^{[1]}$. Запишем изменение давления в камере с использованием уравнения состояния. При постоянных объеме и температуре изменение давления будет обусловлено массой среды, убывающей через отверстие за время dt или массовому расходу через щель.

$$\frac{dP_{\text{сбр}}^{[1]} V^{[1]}}{RTdt} = G_{\text{ист}}^{[1]}, \quad (5)$$

где $V^{[1]}$ – объем линии всасывания, T – температура, R – универсальная газовая постоянная, $G_{\text{ист}}^{[1]}$ – расход через щель.

Тогда изменение давления за время dt составит

$$\frac{dP_{\text{сбр}}^{[1]}}{dt} = G_{\text{ист}}^{[1]} \frac{RT}{V^{[1]}}. \quad (6)$$

Количество жидкости, проходящей через переменное сечение, определится

$$G_{\text{ист}}^{[1]} = \rho S_{\text{сеч}}^{[1]}(x_1) \vartheta^{[1]}, \quad (7)$$

где $S_{\text{сеч}}^{[1]}(x_1)$ – переменное по координате x_1 сечение, ρ , $\vartheta^{[1]}$ – плотность и скорость жидкости.

В свою очередь, скорость течения определится разницей давлений, площадью сечения $S_{\text{сеч}}^{[1]}$ и гидравлическим сопротивле-

нием $\xi^{[1]}$ участка. Скорость можно рассчитать следующим образом с учетом давлений в камерах

$$g^{[1]} = \sqrt{\frac{2(P_{вс} - P_{кам})}{\xi^{[1]}\rho}}. \quad (8)$$

Таким образом, с учетом возможности превышения давления в камере над давлением линии всасывания, и используя для расче-

та площади сечения отверстия истечения зависимость

$$S_{сеч}^{[1]} = \frac{x_1 \pi D_{кл1}^2}{4}, \quad (9)$$

где $D_{кл1}$ – диаметр клапана, изменение давления за время dt запишется в следующем виде

$$\frac{dP_{сбр}^{[1]}}{dt} = \rho S_{сеч}^{[1]}(x_1) \frac{RT}{V^{[1]}} \sqrt{\frac{2|P_{вс} - P_{кам}|}{\xi^{[1]}\rho}} \text{sign}(P_{вс} - P_{кам}), P_{сбр}^{[1]}(0) = P_{сбр0}^{[1]}. \quad (10)$$

Проводя аналогичные рассуждения, получили зависимости для изменения давления в камере за счет истечения через нагнетательный клапан и уравнение движения рабочего органа клапана.

Объединяя полученные зависимости в одну расчетную схему, получим систему уравнений, описывающую работу гомогенизатора с учетом работы всасывающего и нагнетательного клапанов:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_{п} \frac{d^2x}{dt^2} + \mu_{тр} \cdot m_{п} \cdot g \cdot \text{sign}\left(\frac{dx}{dt}\right) + S_{п} (P_{кам} + dP_{сбр}^{[1]} - dP_{сбр}^{[2]}) = F_{вын} \\ \frac{dP_{кам}}{dt} = \frac{P_{кам}}{(H_{п} + H_{мо} - x)} \frac{dx}{dt}; \quad 0 \leq x \leq H_{п}; \\ m_{кл1} \frac{d^2x_1}{dt^2} + \tau_{кл1} \frac{dx_1}{dt} + c_{пр.кл1} x_1 = S_{кл1} (P_{вс} - P_{кам}); \quad 0 \leq x_1 \leq X_{кл1}; \\ \frac{dP_{сбр}^{[1]}}{dt} = \rho \frac{x_1 \pi D_{кл1}^2}{4} \frac{RT}{V^{[1]}} \sqrt{\frac{2|P_{вс} - P_{кам}|}{\xi^{[1]}\rho}} \text{sign}(P_{вс} - P_{кам}); \\ m_{кл2} \frac{d^2x_2}{dt^2} + \tau_{кл2} \frac{dx_2}{dt} + c_{пр.кл2} x_2 = S_{кл2} (P_{вс} - P_{кам}); \quad 0 \leq x_2 \leq X_{кл2}; \\ \frac{dP_{сбр}^{[2]}}{dt} = \rho \frac{x_2 \pi D_{кл2}^2}{4} \frac{RT}{V^{[2]}} \sqrt{\frac{2|P_{вс} - P_{кам}|}{\xi^{[2]}\rho}} \text{sign}(P_{вс} - P_{кам}); \\ x(0) = x_0, \left. \frac{dx}{dt} \right|_{t=0} = x_{\theta 0}, x_1(0) = x_{01}, \left. \frac{dx_1}{dt} \right|_{t=0} = x_{\theta 01}, x_2(0) = x_{02}, \left. \frac{dx_2}{dt} \right|_{t=0} = x_{\theta 02}; \\ P_{кам}(0) = P_{кам0}, P_{сбр}^{[1]}(0) = P_{сбр0}^{[1]}, P_{сбр}^{[2]}(0) = P_{сбр0}^{[2]}. \end{array} \right. \quad (11)$$

где x_2 , $m_{кл1}$, $\tau_{кл2}$, $c_{пр.кл2}$, $S_{кл2}$, $D_{кл2}$, $X_{кл2}$, $\xi^{[2]}$, $V^{[2]}$, $P_{сбр}^{[2]}$ – координата, масса, коэффициент демпфирования, жесткость пружины клапана, площадь, диаметр, ход, коэффициент гидравлического сопротивления, объем и перепад давления для нагнетательного клапана.

Для реализации полученной математической модели в качестве среды моделирования использована интерактивная графическая среда имитационного моделирования

MathWorks Simulink™ [5]. Структурные модели основных элементов преобразованы для реализации в среде MathWorks Simulink™ в соответствии с методикой [6]. Для численного интегрирования производных использовался метод Дорманда Принца 5-го порядка (ODE45 Dormand-Prince) из библиотеки MathWorks Simulink™.

Разработанная математическая модель позволяет, задаваясь параметрами гомогени-

затора и всасывающего и нагнетательного клапанов, получать временные характеристики амплитуды давления под поршнем, а также его виброскорости и виброускорения, передающиеся в виде механических воздействий на оборудование и фиксирующиеся датчиками вибродиагностики. А задаваясь параметрами, которые связаны с дефектами клапанов вследствие их износа или поломки, моделировать неисправности клапана. Например, в качестве основных параметров, которые связаны с дефектами клапанов вследствие их износа или поломки используются жесткость пружины клапана, площадь проходного сечения, время срабатывания и масса клапана. Варьирование этих параметров позволяет моделировать такие неисправности клапана как износ или поломка пружины клапана, его засорение, «залипание», недостаточное закрытие или открытие клапана и увеличение массы пластины вследствие загрязнения.

Библиографический список

1. Кондратьев Т.Ф., Исаков В.П. Клапаны поршневых компрессоров. Л.: Машиностроение, 1983.
2. Пластинин П.И. Поршневые компрессоры. Том 1. Теория и расчет, М.: "Колосс", 2006.
3. Монастыршин Р. И. Математическое моделирование сухого трения. Автоматика и телемеханика, 1958, том 19, выпуск 12, С. 1091-1106.
4. Григорьев В.А., Зорин В.М. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. 2-е изд., М.: Энергоатомиздат, 1991.
5. MathWorks [официальный сайт]. URL: <http://matlab.ru/> (дата обращения 02.03.2015 г.)
6. Мещеряков В.В. Задачи по математике с Matlab&Simulink, М.: Диалог-МИФИ, 2007.

УДК 681.518.3

Государственное образовательное автономное учреждение высшего образования Курской области Курская академия государственной и муниципальной службы «Академия госслужбы»
Канд. техн. наук, доцент О.В.Воробьева
Россия, г. Курск, E-mail: olesya.vorobeva.75@mail.ru

State educational autonomous institution of higher education of Kursk region Kursk academy of the public and municipal service "Academy of Civil Service"
Cand.Tech.Sci., associate professor O. V. Vorobyova
Russia, Kursk, E-mail: olesya.vorobeva.75@mail.ru

О.В. Воробьева

К ВОПРОСУ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ОРГАНАХ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ

Аннотация: рассматривается комплексная защита информации в районной администрации, как объективное требование времени, вызванное тем, что с каждым годом увеличивается количество информации, растет ее спрос, ценность, быстрыми темпами совершенствуются компьютерные технологии, и, как следствие, возникают новые угрозы для информации, а значит и возрастают требования по ее защите

Ключевые слова: защита информации, конфиденциальная информация, персональные данные, документы ограниченного доступа, грифы доступа, информационная безопасность, органы местного самоуправления

O.V. Vorobyova

O THE QUESTION OF INFORMATION SECURITY IN LOCAL GOVERNMENTS

Abstract: complex information security in regional administration as the objective requirement of time caused by the fact that every year the amount of information increases grows her demand, value is considered, computer technologies are in high gear improved, and, as a result, there are new threats for information, so and requirements for her protection increase

Keywords: information security, confidential information, personal information, documents of limited access, access signature stamps, information security, local governments

Утечка любой информации может отразиться на деятельности администрации.

Особую роль играет конфиденциальная информация, потеря которой может повлечь большие изменения в самой администрации и материальные потери. Вследствие того, что

© Воробьева О.В., 2016

исполнительная власть работает с различными данными, в органах местного самоуправления сосредоточена информация различной степени важности. Соответственно, система защиты информации должна быть на соответствующем уровне. Поэтому мероприятия по защите информации в администрации района очень актуальны и важны.

В администрации производится работа с такими видами информации, которые имеют ограниченный доступ. Так в администрации имеется информация с грифами конфиденциальности: персональные данные, для служебного пользования, ограниченного доступа, секретно. В большей степени администрация ведет работу с персональными данными и документами ограниченного доступа. Соответственно эта информация требует большей защиты. Таким образом, проблема защиты информации в администрации является актуальной, так как не во всех органах власти система защиты информации находится на соответствующем уровне.

Для обеспечения полноценной защиты конфиденциальной информации необходимо проводить комплексный анализ каналов утечки, каналов и методов несанкционированного воздействия на информацию [1].

Комплексная система защиты информации (КСЗИ) является совокупностью методов и средств, объединенных единым целевым назначением и обеспечивающих необходимую эффективность защиты информации в АСОД [8, с. 10].

Комплексность системы защиты информации достигается охватом всех возможных угроз и согласованием между собой разнородных методов и средств, обеспечивающих защиту всех элементов АСОД.

Интересы органов местного самоуправления в информационной сфере заключается в создании условий для гармоничного развития муниципальной инфраструктуры, для реализации конституционных прав и свобод человека и гражданина в области получения информации с одной стороны и защита тех информационных объектов доступ, к которым ограничен в соответствии с действующим законодательством РФ с другой. К основным факторам, определяющим необходимость повышенного внимания к вопросам информационной безопасности в органах местного самоуправления, относятся [7, с. 66]:

- возрастание зависимости результатов деятельности органов местного самоуправления от достоверности, используемой ими информации, своевременности ее получения, надежности принятых мер по ее сохранению;

- придание информации объекта собственности, формирование информационных ресурсов;

- использование в органах местного самоуправления информационных систем, накапливающих и передающих большие объемы информации и, в тоже время, уязвимых для угроз несанкционированного доступа к информации, возрастание риска и опасности несанкционированных и непреднамеренных воздействий на информацию в этих системах и, как следствие, непредсказуемые экономические и социальные последствия возникновения критических ситуаций, связанных с нарушениями режимов безопасности информации;

- использование отдельными заинтересованными криминальными структурами и физическими лицами устройств негласного получения информации, рост числа преступлений в сфере новых информационных технологий.

Муниципальное управление также как и государственное, безусловно, имеет дело с конфиденциальной информацией. В этой сфере управления преобладает информация конфиденциального характера. К основным видам тайн в органах местного самоуправления относятся:

- персональные данные муниципальных служащих;
- служебная тайна;
- коммерческая тайна;
- государственная тайна;

Защищаемую информацию можно классифицировать по трем основным признакам: по принадлежности (праву собственности), степени секретности и по содержанию [5, с. 76].

В связи с широким использованием в последнее время в органах местного самоуправления глобальной информационной сети «Интернет» возникает повышенная опасность информационных ресурсов органов местного самоуправления, одним из основных источников угроз информационных ресурсов является передача по каналам электронной почты: персональных данных муниципальных служащих, коммерческой ин-

формации [3, с. 55]. По сути, имеет место проблема правового регулирования порядка, условий использования телекоммуникационных сетей и защиты прав и законных интересов различных субъектов при циркулировании информации в глобальных компьютерных сетях. В данной ситуации представляется следующий вывод усилить и усовершенствовать защиту объектов собственности и прав их создателей в условиях глобальных компьютерных сетей [2, с. 22].

Важно предусмотреть и порядок использования информации, передачи которой нельзя избежать по техническим причинам. Об этом стоит подумать, в частности, если органы местного самоуправления собираются активно применять Интернет для передачи какой-то конфиденциальной информации, например, в ходе своей служебной деятельности. Однако об этом должен позаботиться и законодатель, предусмотрев определенные правила работы провайдеров с конфиденциальной информацией. Средством, значительно снижающим риск разглашения конфиденциальной информации, передаваемой с помощью Интернета, является использование ряда современных механизмов шифрования [6, с. 34].

Цель защиты информации в органах местного самоуправления состоит в предотвращении или существенном снижении ущерба безопасности региона с использованием методов и средств защиты информации, а также создании условий, способствующих защите интересов общества в политической, экономической, научно-технической и других сферах деятельности, путем [7, с. 58]:

- предотвращения утечки, хищения, утраты, искажения, подделки информации и блокирования доступа к ней;
- предотвращения угроз безопасности личности и общества;
- предотвращения несанкционированных действий по уничтожению, модификации, искажению, копированию, блокированию информации, а также других форм незаконного вмешательства в информационные ресурсы и информационные системы;
- обеспечения правового режима документированной информации как объекта собственности;
- сохранения государственной тайны, персональных данных, в том числе конфи-

денциальной информации в соответствии с законодательством;

- обеспечения прав субъектов в информационных процессах при разработке, производстве и применении информационных систем;
- сохранения конфиденциальности документированной информации ограниченного доступа.

Основными задачами защиты информации в органах местного самоуправления являются:

- предотвращение несанкционированного доступа и специальных воздействий на защищаемую информацию в информационных системах органов местного самоуправления;
- обеспечение безопасности информации в системах управления и электронного документооборота в органах местного самоуправления;
- предотвращение утечки персональных данных по техническим каналам, несанкционированного доступа к ним, предупреждение преднамеренных программно-технических воздействий с целью их разрушения (уничтожения) или искажения в процессе обработки, передачи и хранения в информационных системах персональных данных органов местного самоуправления.

Основными принципами развития системы защиты информации в органах местного самоуправления являются:

- соответствие уровня развития системы защиты информации задачам обеспечения национальной безопасности России;
- обеспечение своевременной и адекватной реакции на возникающие в органах исполнительной власти прогнозируемые угрозы ведения технической разведки, утечки информации по техническим каналам, несанкционированного доступа к информации и специальных воздействий на нее;
- формирование единой технической политики в области защиты информации в органах исполнительной власти;
- использование коллегиальных методов руководства системой защиты информации и ее развития;
- программно - целевое планирование развития системы защиты информации.

Содержание и порядок действий, направленных на обеспечение защиты информации, определяют организацию защиты

информации.

Организация защиты информации в органах исполнительной власти включает [3, с. 69]:

- формирование нормативного правового и методического обеспечения деятельности в области защиты информации;
- формирование организационной структуры и кадрового обеспечения деятельности системы защиты информации;
- проведение анализа деятельности органов исполнительной власти, а также применяемых ими систем управления и связи, определение наиболее важных объектов защиты;
- категорирование объектов защиты, а также классификацию автоматизированных систем по требованиям защищенности от несанкционированного доступа к информации;
- оказание методической помощи органам исполнительной власти в разработке экономически обоснованных организационно-технических мероприятий по защите информации;
- координацию деятельности органов исполнительной власти по защите информации и согласованному применению техники защиты информации;
- периодический контроль состояния защиты информации;
- непрерывный мониторинг состояния системы защиты информации;
- определение направлений развития и совершенствования системы защиты информации.

Организация защиты информации осуществляется в зависимости от категории объектов защиты, особенностей их функционирования и т.д.

Защита информации на объектах информатизации.

Цель защиты информации достигается путем:

- предотвращения утечки информации, передаваемой по каналам связи;
- предотвращения утечки обрабатываемой информации за счет побочных электромагнитных излучений и наводок, создаваемых функционирующими техническими средствами обработки информации;
- исключения несанкционированного доступа к информации, обрабатываемой или хранящейся в технических системах и средствах;

- выявления и предотвращения специальных воздействий, вызывающих уничтожение, искажение и блокирование информации или сбой в работе технических систем и средств;

- предотвращения утечки речевой информации из выделенных и защищаемых помещений;

- выявления внедренных на объекты и в технические средства иностранного производства электронных устройств перехвата информации (закладных устройств).

Объективная оценка защиты информации основывается на постоянном и действенном контроле ее состояния.

Контроль состояния защиты информации в органах исполнительной власти осуществляется уполномоченными органами, входящими в систему защиты информации, в соответствии с их компетенцией.

Контроль состояния защиты информации в органах исполнительной власти заключается в проверке соответствия организации, наличия и содержания документов требованиям нормативных правовых актов, организационно-распорядительных документов в сфере защиты информации, а также в оценке обоснованности и эффективности принятых мер защиты для обеспечения выполнения установленных требований и норм. При этом оценка эффективности принятых мер защиты информации проводится с использованием технических и программных средств контроля на предмет соответствия установленным требованиям.

Целями контроля состояния защиты информации являются [3, с. 72]:

- установление степени соответствия принятых мер требованиям нормативных правовых актов, стандартов, норм, правил и инструкций по защите информации;

- выявление потенциальных технических каналов утечки информации, несанкционированного доступа к информации и специальных воздействий на информацию с ограниченным доступом и выработка рекомендаций по закрытию этих каналов.

Основными задачами контроля состояния защиты информации являются:

- оценка эффективности проводимых мер по защите информации;
- выявление нарушений установленных норм и требований по защите информации;
- выявление потенциальных каналов утечки информации об объектах защиты, не-

санкционированного доступа к информации и специальных воздействий на информацию, анализ и оценка возможностей технических разведок по получению защищаемой информации;

- анализ причин нарушений и недостатков в организации и обеспечении защиты информации, выработка рекомендаций по их устранению;

- предупреждение невыполнения установленных норм и требований по защите информации;

- оценка деятельности органов государственной власти, организаций по методическому руководству и координации работ в сфере защиты информации (в пределах их компетенции).

Реализация задач по защите информации позволит [7, с. 75]:

- повысить эффективность управления системой защиты информации за счет создания в органах исполнительной власти, информационно-аналитической системы обеспечения деятельности в сфере защиты информации и ее сопряжения с информационно-аналитической системой государственной системы защиты информации;

- усовершенствовать организационную структуру системы защиты информации, ее кадровое обеспечение;

- улучшить обеспеченность органов системы защиты информации документами в области защиты информации;

- повысить оснащенность органов системы защиты информации высокоэффективной техникой защиты для информации.

Обеспечение защиты конфиденциальной информации при обработке ее на средствах вычислительной техники в федеральных, муниципальных и государственных органах осуществляется в соответствии с требованиями документов ФСТЭК России по защите информации от несанкционированного доступа, Специальными требованиями и рекомендациями по технической защите конфиденциальной информации, одобренными решением коллегии Гостехкомиссии России от 02.03.2001 №7.2(СТР-К), нормативными и методическими документами ФСТЭК России, утвержденными 12 февраля 2008 г.

Таким образом, при регулировании

информационных отношений в органах местного самоуправления, в том числе и безопасности информации, первоочередной задачей является определение и придание информации статуса информационного ресурса.

Библиографический список:

1. Воробьева О.В. Особенности совершенствования информационной безопасности районной (муниципальной) администрации [Текст] / Парадигмальные основания государственного управления: сравнительный анализ опыта регионов стран СНГ Сборник научных статей IV международной научной конференции в рамках XV межрегиональной универсальной оптоворозничной Курской Коренской ярмарки – 2015 В 2 ч. Часть 2, с.174-178.

2. Бузов, Г. А. Защита от утечки информации по техническим каналам [Текст] / учебное пособие Г. А. Бузов, С. В. Калинин, А.В. Кондратьев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 416 с.

3. Гришина, Н. В. Организация комплексной системы защиты информации [Текст]/Н.В.Гришина.–М.: Гелиос АРВ, 2007.

4. Галатенко, В.А. Основы информационной безопасности [Текст] / Учебное пособие / В.А. Галатенко. – Издание третье; под ред. академика РАН В.Б. Бетелина – М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет - университет Информационных Технологий», 2006.– 208с.

5. Демин, В., Свалов В. Правовое обеспечение системы защиты информации на предприятии [Текст] / В. Демин, В. Свалов. – Ростов –на Дону, Феникс.2008 - 190 с.

6. Зайцев, А.П. Технические средства и методы защиты информации: учебник для вузов [Текст] / А.П. Зайцев, А.А. Шелупанов. – 7-е изд. испр. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 442 с.

7. Креопалов, В.В. Технические средства и методы защиты информации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В. В. Креопалов .— Электрон. текстовые данные.— М.: Евразийский открытый институт, 2011.— 278 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10871>.— ЭБС «IPRbooks»

8. Романова, Д.А - М.: Защита информации и конфиденциальные данные. [Текст] / Ника, 2009. 170 с.

УДК 544.733.4:519.87

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
кандидат технических наук, доцент Е.А. Шипилова,
кандидат физико-математических наук М.М. Кулманакова,
А.А. Парт
Россия, г. Воронеж

MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy»
Ph.D. in Engineering, associate professor E.A. Shipilova,
Ph.D. Physical and Mathematical sciences M.M. Kulmanakova,
A.A. Part
Russia, Voronezh

Е.А. Шипилова, М.М. Кулманакова, А.А. Парт

ЧИСЛЕННЫЕ СХЕМЫ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РАСЧЕТА ПРОЦЕССА ФИЛЬТРОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ

Аннотация: Приводятся численные схемы для реализации расчета математических моделей процесса фильтрации аэрозолей зернистыми слоями при различных условиях протекания процесса. Предложено использовать конечно-разностные аппроксимации дифференциальных уравнений моделей. Предложен алгоритм расчета математических моделей

Ключевые слова: математические модели процесса фильтрации аэрозолей, численные схемы, дифференциальные уравнения, конечно-разностные уравнения

Е.А. Shipilova, M.M. Kulmanakova, A.A. Part

NUMERICAL SCHEMES FOR REALIZATION OF MATHEMATICAL MODELS OF CALCULATION OF PROCESS OF FILTERING OF GAS HETEROGENEOUS SYSTEMS

Abstract: Numerical schemes for realization of calculation of mathematical models of process of filtering of aerosols by granular layers under various conditions of course of process are provided. It is offered to use finite-difference approximations of the differential equations of models. The algorithm of calculation of mathematical models is offered

Keywords: mathematical models of process of filtering of aerosols, numerical schemes, differential equations, finite-difference equations

Аналитические решения математических моделей, предлагаемых для анализа процесса фильтрации зернистыми слоями газовых гетерогенных систем при различных условиях протекания процесса, достаточно громоздки и не могут быть найдены для большого класса задач.

Основным инструментом для решения сложных математических задач в настоящее время являются численные методы, позволяющие свести решение задач к выполнению конечного числа арифметических действий над числами, при этом результаты получаются в виде числовых значений.

Для решения дифференциальных уравнений в частных производных воспользуемся методом конечно-разностных аппроксимаций [1-3], в котором частные производные заменяются разностными соотношениями по

соответствующим независимым переменным. В настоящих математических моделях имеют место две независимые переменные x и τ , то есть размерность области решения исходных уравнений равна двум.

Так как необходимо решать задачу на конечной области, т.е. $0 < x < H$, $0 < \tau < \tau_k$, то в качестве сетки выбрана совокупность точек пересечения прямых $x = i \cdot \Delta x$, $\tau = j \cdot \Delta \tau$, $i, j = 0, 1, \dots$, где $\Delta x > 0$, $\Delta \tau > 0$ – шаг сетки. Искомые сеточными функциями являются таблицы $n = n(i \cdot \Delta x, j \cdot \Delta \tau)$, $\varepsilon = \varepsilon(i \cdot \Delta x, j \cdot \Delta \tau)$ значений решения $n(x, \tau)$, $\varepsilon(x, \tau)$ систем уравнений математических моделей процесса фильтрации аэрозолей зернистыми слоями для различных условий протекания процесса в точках сетки. По определению сеточных функций [3] $\varepsilon_i^{j+1} = \varepsilon(\tau^{j+1}, x_i)$; $n_{i-1}^{j+1} = n(\tau^{j+1}, x_{i-1})$; $n_i^{j+1} = n(\tau^{j+1}, x_i)$ приближаем производные разностными отношениями:

$$\left. \frac{\partial n}{\partial \tau} \right|_{x,\tau} \approx \frac{n(x, \tau + \Delta\tau) - n(x, \tau)}{\Delta\tau},$$

$$\left. \frac{\partial n}{\partial x} \right|_{x,\tau} \approx \frac{n(x, \tau + \Delta\tau) - n(x - \Delta x, \tau + \Delta\tau)}{\Delta x}, \quad (1)$$

$$\left. \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau} \right|_{x,\tau} \approx \frac{\varepsilon(x, \tau + \Delta\tau) - \varepsilon(x, \tau)}{\Delta\tau}$$

и получим разностную схему для системы уравнений математической модели фильтрации высокодисперсных слабоконцентрированных аэрозолей:

$$\begin{cases} \frac{n_i^{j+1} - n_i^j}{\Delta\tau} + \frac{V_\phi}{\varepsilon_i^j} \cdot \frac{n_i^{j+1} - n_{i-1}^{j+1}}{\Delta x} = \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{\varepsilon_i^{j+1} - \varepsilon_i^j}{\Delta\tau}, \\ \frac{\varepsilon_i^{j+1} - \varepsilon_i^j}{\Delta\tau} = -\frac{6\beta}{d_3} \cdot n_i^j \cdot \frac{\varepsilon_i^j - \varepsilon_{np}}{\varepsilon_0 - \varepsilon_{np}} \cdot (1 - \varepsilon_i^j) \end{cases} \quad (2)$$

$i = 1, 2, \dots; j = 0, 1, \dots$

Начальные и граничные условия в конечно - разностной форме примут вид:

$$\begin{cases} n_0^j = n_0, \\ \varepsilon_0^j = \varepsilon_{np}. \end{cases} \quad \begin{cases} n_i^0 = 0, \\ \varepsilon_i^0 = \varepsilon_0. \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots; j = 0, 1, \dots \quad (3)$$

Разностные уравнения решаются относительно n_i^{j+1} и ε_i^{j+1} , т.е.:

$$\begin{cases} \varepsilon_i^{j+1} = \varepsilon_i^j - \frac{6\beta}{d_3} \cdot n_{cp}^j \cdot \frac{\varepsilon_{cp}^j - \varepsilon_{np}}{\varepsilon_0 - \varepsilon_{np}} \cdot (1 - \varepsilon_{cp}^j) \cdot \Delta\tau, \\ n_i^{j+1} = \frac{n_i^j + n_{i-1}^{j+1} \cdot M^j + \frac{1}{\varepsilon_0} \cdot (\varepsilon_i^{j+1} - \varepsilon_i^j)}{1 + M^j}, \end{cases} \quad (4)$$

где $M^j = \frac{\Delta\tau}{\Delta x} \cdot \frac{V_\phi}{\varepsilon_{cp}^j}$, $\varepsilon_{cp}^j = \frac{\varepsilon_i^j + \varepsilon_{i-1}^{j+1}}{2}$,

$$n_{cp}^j = \frac{n_i^j + n_{i-1}^{j+1}}{2}, \quad i = 1, 2, \dots; j = 0, 1, \dots$$

Разностные схемы для системы уравнений математической модели процесса фильтрации, основанного на эффекте зацепления без учета коагуляции пылевых частиц:

$$\begin{cases} \varepsilon_i^{j+1} = \varepsilon_i^j - Z_\varepsilon \cdot n_{cp}^j \cdot (1 - \varepsilon_{cp}^j), \\ n_i^{j+1} = \frac{n_i^j + n_{i-1}^{j+1} \cdot M^j + \frac{1}{\varepsilon_0} \cdot (\varepsilon_i^{j+1} - \varepsilon_i^j)}{1 + M^j}, \end{cases} \quad (5)$$

где $Z_\varepsilon = 1 - \exp\left(-\frac{3d_q^2 H}{8\sqrt{3}h^2(0,5d_q + h)}\Psi\right)$.

Разностные схемы для системы уравнений математической модели процесса фильтрации, основанного на эффекте зацепления с учетом коагуляции пылевых частиц:

$$\begin{cases} \varepsilon_i^{j+1} = \varepsilon_i^j - Z_\varepsilon \cdot n_{cp}^j \cdot (1 - \varepsilon_{cp}^j), \\ n_i^{j+1} = \frac{n_i^j + n_{i-1}^{j+1} \cdot M^j - Z_n \cdot \Delta\tau + \frac{1}{\varepsilon_0} (\varepsilon_i^{j+1} - \varepsilon_i^j) + Z_q}{1 + M^j}, \end{cases} \quad (6)$$

где $Z_q = \frac{Qn_0}{V_{oc}} \left(\Delta\tau - \frac{K_0}{m(1 - e^{-m\Delta\tau})} \right)$,

$$Z_n = \frac{8\pi Dn_0^2}{H}$$

Разностные схемы для системы уравнений математической модели процесса фильтрации, основанного на эффекте инерции без учета коагуляции пылевых частиц:

$$\begin{cases} \varepsilon_i^{j+1} = \varepsilon_i^j - Z_\varepsilon \cdot n_{cp}^j \cdot (1 - \varepsilon_{cp}^j), \\ n_i^{j+1} = \frac{n_i^j + n_{i-1}^{j+1} \cdot M^j + \frac{1}{\varepsilon_0} (\varepsilon_i^{j+1} - \varepsilon_i^j) + Z_q}{1 + M^j}. \end{cases} \quad (7)$$

Разностные схемы для системы уравнений математической модели процесса фильтрации, основанного на эффекте инерции с учетом коагуляции пылевых частиц:

$$\begin{cases} \varepsilon_i^{j+1} = \varepsilon_i^j - Z_\varepsilon \cdot n_{cp}^j \cdot (1 - \varepsilon_{cp}^j), \\ n_i^{j+1} = \frac{n_i^j + n_{i-1}^{j+1} \cdot M^j - Z_n \cdot \Delta\tau + \frac{1}{\varepsilon_0} (\varepsilon_i^{j+1} - \varepsilon_i^j) + Z_q}{1 + M^j}, \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{где } Z_n = \frac{1,3 \sqrt{\frac{\delta_\tau}{v_\Gamma}} d_\tau^3 n_0^2}{H}$$

Начальные и граничные условия в конечно-разностной форме для всех разностных схем запишутся в форме (3).

Для данных систем конечно - разностных уравнений составлен алгоритм решения, который в виде блок-схемы, представлен на

рисунке 1.

Одним из основных вопросов решения разностных схем является выбор шага сетки. Принимая во внимание необходимые для расчетов затраты машинного времени, а также учитывая необходимую точность, целесообразно сетку по высоте слоя разбить на 20 участков, то есть $\Delta x = H/20$.

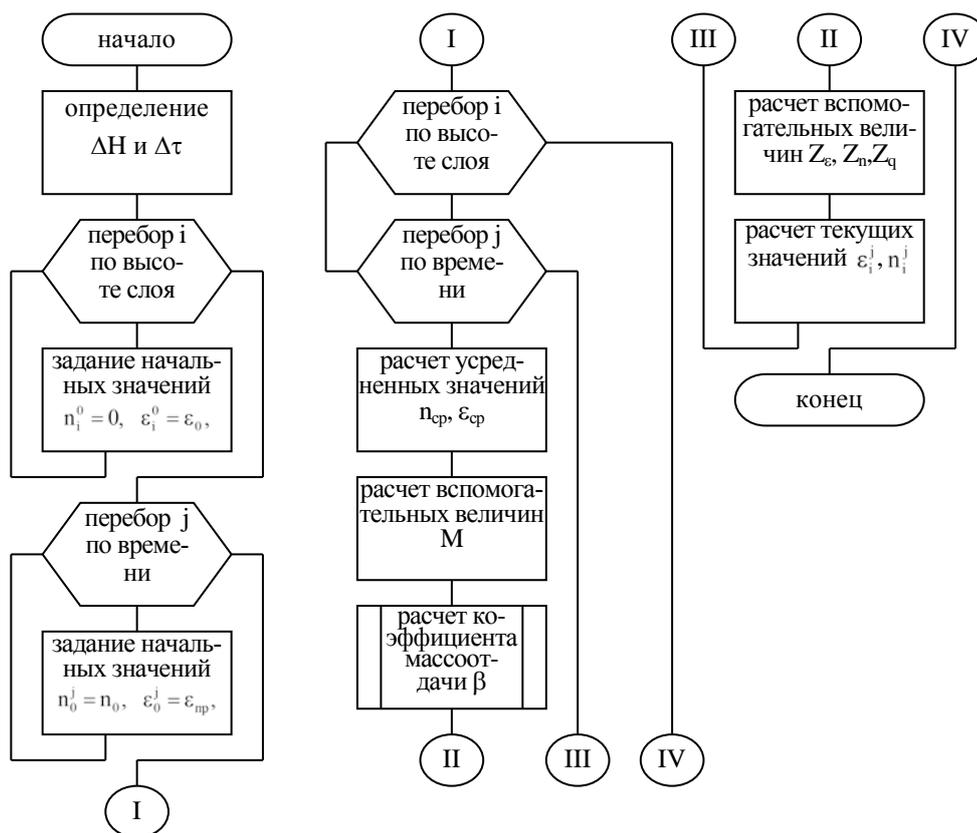


Рис. 1 - Блок-схема решения системы конечно-разностных уравнений модели

Для выбора шага по времени рассмотрим физический смысл процесса фильтрации аэрозолей через зернистый слой.

Так как газовый поток движется в аппарате со скоростью V_ϕ , то путь, пройденный газовым потоком $x = V_\phi \cdot \tau$. Поэтому $\Delta\tau > \frac{\Delta x}{V_\phi}$ для определения безразмерного шага изменения времени имеем $\Delta\tau > \Delta x$.

Библиографический список

1. Бахвалов Н.С. Численные методы. – М.: Наука, 1975. – 368 с.
2. Годунов С.К. Разностные схемы / С.К. Годунов, В.С. Рябенкий. – М.: Наука, 1977. – 440 с.
3. Пасконов В.М. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. – М.: Химия, 1984. – 237 с.

УДК 614.8:69

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова
Россия, г. Воронеж, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova
Russia, Voronezh, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

С.А. Сазонова

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИКИ УТЕЧЕК

Аннотация: Рассматривается постановка задачи диагностики утечек, а в частности диагностики несанкционированных отборов. Выбранная целевая функция должна обеспечить точное решение при определении объема утечки

Ключевые слова: математическое моделирование, гидравлические системы, несанкционированные отборы, диагностика утечек

S.A. Sazonova

SAFETY FUNCTIONING HYDRAULIC SYSTEMS IN SOLVING PROBLEMS FINDING LEAKS

Abstract: We consider the statement of the problem of diagnosis of leaks, in particular the diagnosis siphoning. The selected objective function is to provide the exact solution for determining the amount of leakage

Keywords: mathematical modeling, hydraulic systems, siphoning off, diagnostics leaks

Идеализация при выборе подхода к диагностике утечек в гидравлических системах (ГС) необходима уже при инженерной постановке такой задачи, поскольку на этом этапе она требует упрощения для того, чтобы установить приоритетность их учета. Требуется так же получить возможность систематизировать многочисленные факторы, оказывающие влияние на результат. При этом необходимо учитывать, что многие из вводимых допущений могут не соответствовать действительности.

Введем допущение, что система оснащена устройствами измерения давления во всех узлах. Погрешностью в узлах можно пренебречь и считать, что получаемая манометрическая съемка объекта в узлах осуществляется в бесконечно малом интервале времени, а так же ведется непрерывно. Аналогичные условия предъявим к гидравлическим характеристикам всех компонентов системы, которые будем считать известными с требуемой точностью.

Далее условимся различать два состояния системы, одно из которых считается исходным (невозмущенным), то есть для него

полностью отсутствуют какие-либо утечки, второе - возмущенным, когда в одном из узлов системы (по аналогии с [1]) появилась утечка, которая всегда ординарная (единичная, невзаимосвязанная). Потокораспределение как в исходном, так и в возмущенном состоянии считается установившимся при этом стохастичность предъявления заявок на целевой продукт абонентами не сказывается на показаниях приборов, которые в пределах одного режима остаются неизменными. Отложим пока вопрос о моменте перехода системы из исходного в возмущенное состояние, полагая что он нам известен.

Таким образом инженерная постановка задачи диагностики утечек может сформулирована в следующем виде. Опираясь только на две группы данных по манометрической съемке в системе, полученные в исходном и возмущенном (из-за возникновения утечки) состояниях, определить объем утечки и ее месторасположение на расчетной схеме.

Исходя из содержательной сущности задачу диагностики следует квалифицировать как обратную задачу анализа возмущенного состояния, поскольку требуется определить вид воздействия, повлекшего заданное изменение параметров. Ее принципи-

альным отличием от оценивания и идентификации заключается в том, что последние также являются задачами обратного анализа, но текущего состояния системы.

Заметим, что известные до сих подходы к решению проблемы утечек [2] не содержат в себе вообще понятие их месторасположения (координат) и устанавливают лишь их наличие в функционирующей системе, причем это не случайно, поскольку в них ставится и решается принципиально другая задача, а именно - идентификации (а не диагностики) утечек. Опираясь параметрами лишь текущего состояния можно только установить факт существования утечки, а поднимать вопрос о координатах вообще не имеет смысла и только совместная обработка изменения косвенных параметров позволяет перейти к задаче диагностики.

Покажем теперь, что при наличии перечисленных выше допущений задача диагностики может быть решена строго [3]. Прежде всего руководствуясь физическим смыслом задачи (анализ возмущенного состояния) необходимо преодолеть свойственную им информационную неопределенность, то есть на основе декомпозиционного подхода определить функциональные (гидравлические) эквиваленты абонентских подсистем. Для этого достаточно используя данные по

манометрической съемке в исходном состоянии выполнить поверочный расчет, то есть решить задачу анализа потокораспределения [3]. Гидравлическая настройка эквивалентов абонентских подсистем (АП) может быть выполнена с применением тупикового принципа эквивалентирования и в дальнейшем они считаются неизменными.

Поскольку основу исходных данных составляют сведения по манометрической съемке, то в системе уравнений будут в основном фигурировать соотношения для независимых цепей [3]. Балансовые уравнения в этом случае предназначены для энергетически нейтральных узлов ветвления и матрица столбец фиксируемых отборов будет нулевой. Отсюда ясно, что в исходном режиме замеры давления нужны не во всех, а только в энергоузлах (ЭУ) присоединения питателей и потребителей [4]. Заметим также, что не важно какой параметр ЭУ измеряется (отбор или давление), поэтому исходные данные могут быть как одного типа, так и смешанные.

Опираясь на инженерную постановку, процедуру диагностики утечек формально можно представить как задачу математического программирования, целевая функция для которой примет вид

$$\min \left\{ F = \sum_{j \in J_{\pi(P)}^z \cup J_{\eta(P)}^z \cup J_{\chi(P)}^z} \frac{1}{\sigma_j^2} \sum_{k \in J^z} [P_j^a - P_j^b(\hat{q}_k^u, k, \bar{Q}_{n1}, \bar{Q}_{n2})]^2 \right\}; \quad (1)$$

где надстрочные индексы "э", "в" определяют экспериментально измеренное и вычисленное (расчетное) значение давления в узле j соответственно; \hat{q}_k^u - фиксируемая величина объема утечки, прикладываемого в узле k; σ_j - дисперсия измеряемого давления, определяемая в соответствии с классом точности прибора, пределом его измерения и т.д.

Задача с выбранной целевой функцией (1) обладает специфической особенностью, заключающейся в том, что целевая функция не может быть явно выражена через искомые аргументы, каковыми являются два параметра: координата и объем утечки. Следова-

тельно традиционные методы поиска экстремума в данном случае принципиально невозможны. Таким образом единственное средство для ее решения основано на том, что расчетные значения узловых давлений могут быть получены только если одновременно задаться обоими искомыми параметрами. Действительно в этом случае определение значений P_j^b , задача сводится к решению задачи анализа потокораспределения на основе энергетического эквивалентирования [3].

Поэтому поиск координаты в задаче с выбранной целевой функцией (1) выражается в виде перебора всех узлов расчетной

схемы, в результате которого можно установить местоположение утечки, отвечающее минимуму отклонений между расчетными и измеренными давлениями. Следствием этого перебора является суммирование по (k) при определении значения целевой функции. В дальнейшем текущий узел, который проверяется на наличие утечки в процедуре перебора всех узлов расчетной схемы будем называть контрольным и обозначать подстрочным индексом "k".

Очевидно, что действовать аналогичным образом (т.е. путем перебора значений) с непрерывной величиной \hat{q}_k^u хотя и возможно, но едва ли целесообразно, а главное в этом нет необходимости. Вместо того, чтобы подбирать объем утечки предлагается "перевести" ее из совокупности задаваемых величин в состав определяемых в задаче анализа

потокораспределения на основе энергетического эквивалентирования [3, 5]. Для замыкания системы в этом случае ее необходимо дополнить одним уравнением, которое можно составить как дополнительную независимую цепь, если воспользоваться любым значением из данных по манометрической съемке в возмущенном состоянии, полагая его фиксированным потенциалом для соответствующего узла. Будем в дальнейшем узел, для которого формируется дополнительная независимая цепь, называть "опорным", а относящиеся к нему параметры обозначать надстрочным индексом "o".

Тогда задачу анализа возмущенного состояния [3, 6], преобразованную для определения объема утечки можно представить в матричном виде как

$$[C_{p \times n1} \quad C_{p \times n2}] \times \begin{bmatrix} R_{n1(d)} & 0 \\ 0 & R_{n2(d)} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Q_{n1 \times 1} \\ Q_{n2 \times 1} \end{bmatrix} = [M_{p \times e}^t] \times [\hat{H}_{e \times 1}^z]; \quad (2)$$

$$[K_{r \times n1} \quad 0_{r \times n2}] \times \begin{bmatrix} R_{n1(d)} & 0 \\ 0 & R_{n2(d)} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Q_{n1 \times 1} \\ Q_{n2 \times 1} \end{bmatrix} = [0_{r \times 1}]; \quad (3)$$

$$[A_{m \times n1} \quad A_{m \times n2}] \times \begin{bmatrix} Q_{n1 \times 1} \\ Q_{n2 \times 1} \end{bmatrix} = [\hat{q}_{m \times 1}]; \quad (4)$$

где $n1 = \{I^{zr}\}$ количество реальных элементов в унарной расчетной схеме (УРС) зоны, $n2 = \{I^{ae}\}$ - количество фиктивных участков, эквивалентирующих АП; e - полное число энергоузлов бинарной расчетной схемы с фиксированным узловым потенциалом или характеристикой $e = \{J_{\pi(f)}^z \cup J_{\eta}^a\}$; p - число независимых цепей ($p = e - 1$); r - число контуров в бинарной расчетной схеме (БРС); $m = \{J_{\chi}^z\} + 1$ - множество узлов БРС с нефиксируемым узловым потенциалом (единица добавлена ввиду того, что уравнение баланса составляется и для опорного узла, хотя его потенциал принимается фиксированным); $R_i = S_i |Q_i|^{a-1}$ - полное гидравлическое сопротивление участка.

Нулевые компоненты матриц смежности для контуров и цепей выражают то обстоятельство, что дополнительная переменная \hat{q}_k^u определяет отбор, а не расход среды

на участке, поэтому в составе этих структурных образований (контуров и цепей) для нее соответствующий элемент расчетной схемы отсутствует. Клеточная структура $[0_{r \times n2}]$ имеет только нулевые значения, поскольку участки эквивалентирующие АП в составе контуров не участвуют.

Подматрица-столбец $[A_{m \times 1}]$ в (4) имеет нулевые значения всех составляющих кроме соответствующего контрольному узлу, для которого элемент с учетом правила знаков равен -1, поскольку утечка является оттоком ЦП от узла.

Заметим, что в составе подсистемы (2) число дополнительных цепных уравнений определяется тем, сколько узлов, охваченных манометрической съемкой в возмущенном состоянии принято в качестве опорных. За счет увеличения их количества формально появляется возможность расширить состав

неизвестных. Таким образом условие ординарности утечек не является принципиальным и может быть снято. Однако в этом случае число комбинаций контролируемых узлов возрастает в геометрической прогрессии так, что выполнять их перебор едва ли целесообразно.

Систему уравнений (2)-(4) можно рассматривать как совокупность ограничений для целевой функции (1), то есть формально представлять диагностику как задачу нелинейного математического программирования с ограничениями в виде равенств. Это действительно так, поскольку при найденных параметрах утечки (координата и объем) по-токораспределение должно быть увязанным.

Обратимся теперь к физическому смыслу предлагаемого подхода к диагностике утечек [3, 5]. Формализация задачи в виде (1) свидетельствует о ее принадлежности к классу задач обратного анализа и не должна вызывать возражений. Важнее определиться с конкретным видом целевой функции. В этом смысле ее построение на основе сопоставления лишь расчетных и измеренных давлений (без привлечения сведений по расходам), то есть по данным манометрической съемки предпочтительнее, поскольку контрольно-измерительная в данном случае точнее, надежнее и дешевле.

Между тем отсутствие в (1) составляющих по расходам (как например в [2]) совершенно не означает, что эта информация игнорируется. На самом деле она используется, но вместо непосредственного включения в целевую функцию компонентов, учитывающих соотношение между расчетными и измеренными значениями расходов, в предлагаемом подходе используются гидравлические эквиваленты АП. Таким образом переход к задаче анализа возмущенного состояния (2)-(4) является удобным средством, позволяющим одновременно избавиться от проблемы разделения узловых отборов на стохастическую и детерминированную составляющие, которая согласно [2] определяет основной смысл этой задачи, а в результате из целевой функции исключается

группа слагаемых, связанных с сопоставлением расходов. Кроме того формирование расчетных значений на основе анализа возмущенного состояния позволяет перейти к поиску координаты утечки, что, по видимому, является основным преимуществом.

Естественно, что в смысле постулирования постоянства гидравлических эквивалентов АП предлагаемый подход явно идеализирован. На самом деле характеристика абонентских подсистем меняется во времени в результате предъявления заявок на целевой продукт (ЦП) абонентами и этим обуславливается стохастичность потребления. Основным аргументом в пользу предлагаемого подхода можно считать то обстоятельство, что реальная гидравлическая характеристики АП изменяется в узком диапазоне и ее можно достаточно качественно идентифицировать по методам [7].

С учетом сделанных ранее допущений есть основания полагать, что диагностика утечек на основе (1)-(4) должна обеспечивать точное решение. То есть выбрав опорный узел и получив по (2)-(4) участковые расходы, с помощью замыкающих соотношений могут быть определены расчетные значения узловых давлений (кроме опорного узла), которые сопоставляются с данными манометрической съемки и тем самым устанавливается величина минимизируемой целевой функции (при выбранной координате утечки в контрольном узле). Далее осуществляя перебор всех узлов расчетной схемы (то есть выбирая каждый из них по очереди в качестве контрольного) и повторяя при этом весь цикл расчетов (опорный узел при этом остается фиксированным) можно найти минимальное значение целевой функции (1), отвечающее наиболее вероятной координате утечки.

Однако в действительности на процесс решения влияет достаточно большое число факторов: погрешность измеренного давления в опорном узле; точность определения гидравлических эквивалентов АП; точность замыкающих соотношений; вычислительные погрешности при решении систем нелиней-

ных уравнений и т.д. С математической точки зрения влияние перечисленных факторов переводит задачу диагностики в разряд некорректно поставленных. Если бы была возможность исключить все виды ошибок, то только в этом случае можно вести речь о строгом решении задачи диагностики. Поскольку ясно, что сделать это невозможно, для практической реализации предложенного подхода требуется разработка алгоритмов, исключающих или, по крайней мере, ослабляющих их влияние. Для реализации некорректно поставленных задач такие алгоритмы получили название регуляризирующих [7].

В заключение отметим, что наиболее эффективно реализовать задачу диагностики утечек представляется возможным между двумя "опросами" системы при манометрической съемке при реализации задачи статического оценивания состояния различных ГС на основе численной реализации математических моделей из работы [4]. При решении комплекса задач оперативного управления ГС [8] потребуется так же решить задачу обоснования резерва [9, 10, 11]. Кроме того, помимо комплексного решения поставленных задач, в случае возникновения утечек могут возникнуть существенные экологические проблемы [12, 13, 14, 15], представляющие опасность для жизни и здоровья людей. В таком случае потребуется решить целый ряд технических задач, обеспечивающих конструктивную и эксплуатационную надежность [16, 17, 18] и безопасность объектов защиты, в том числе информационную [19].

Библиографический список

1. Меренков, А.П. Теория гидравлических цепей / А.П. Меренков, В.Я. Хасилев. - М.: Наука, 1985. - 278 с.
2. Тевяшев, А.Д. Идентификация технического состояния водопроводной сети / А.Д. Тевяшев, С.И. Козыренко, Н.В. Гринчак // В кн.: Математические модели и методы анализа и оптимального синтеза развивающихся трубопроводных и гидравлических систем. тез. докл. Всесоюзн. школы-

семинара. - Иркутск: СЭИ СО АН СССР, 1990. - С.17-20.

3. Квасов, И.С. Анализ и параметрический синтез трубопроводных гидравлических систем на основе функционального эквивалентирования: автореф. дис. доктора технических наук: 05.13.16 / И.С. Квасов. - Воронеж, 1998. - 30 с.

4. Сазонова, С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 139-141.

5. Сазонова, С.А. Разработка метода дистанционного обнаружения утечек в системах газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 119-121.

6. Сазонова, С.А. Разработка модели анализа невозмущенного состояния системы теплоснабжения при установившемся потокораспределении / С.А. Сазонова // Интеллектуализация управления в социальных и экономических системах. Труды Всероссийской конференции. - 2006. - С. 57-58.

7. Тихонов, А.Н. Методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. - М.: Наука, 1986. - 287 с.

8. Сазонова, С.А. Комплекс прикладных задач оперативного управления, обеспечивающих безопасность функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2015. - № 2 (15). - С. 37-41.

9. Сазонова, С.А. Транспортное резервирование систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 2. - С. 99-101.

10. Сазонова, С.А. Структурное резервирование систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2010. - Т. 6. - № 12. - С. 179-183.

11. Сазонова, С.А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях / С.А.

Сазонова, В.Я. Манохин, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2015, №4(34). – С. 440-448.

12. Золотарев, В.Л. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опасных веществ на людей и экологию с программной реализацией / В.Л. Золотарев, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 8-16.

13. Манохин, М.В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, Е.И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2015, №4(34). – С. 370-376.

14. Жидко, Е.А. Совершенствование организации управления экологическими рисками промышленного предприятия / Е.А. Жидко, В.Я. Манохин // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: высокие технологии. Экология. - 2010. - № 1. - С. 13-17.

15. Жидко, Е.А. Разработка математической модели рассеивания в приземном слое

атмосферы частиц пыли и технология ее утилизации в строительстве / Е.А. Жидко // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2002.

16. Ткаченко, А.Н. Теоретическая оценка распределения фибр в дисперсно-армированных бетонах / А.Н. Ткаченко, С.Д. Николенко, Д.В. Федулов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - Воронеж: ВГАСУ, 2010. - №4. - С. 54-58.

17. Пат. № 2415237 Российская Федерация МПК7 Е 04 G 11/04. Быстровозводимое сооружение на базе пневматической опалубки / Николенко С. Д., Казаков Д. А., Михневич И. В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ВГАСУ. - № 2009139731/03; заявл. 27.10.2009; опубл. 27.03.2011, бюл. № 9.

18. Надежность технических систем и техногенный риск: учебн. пособие / сост.: С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - 148 с.

19. Жидко, Е.А. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Интернет-журнал Науковедение. - 2014. - № 2 (21). - С. 33.

Авторизованный учебный центр Autodesk Воронежского ГАСУ
приглашает на курсы
Autodesk AutoCAD 2013/2012
Autodesk 3ds Max 2013/2012
Autodesk Inventor 2013/2012
При успешном окончании курсов выдается международный сертификат Autodesk

Продолжительность курса - 40 ак. ч.

Адрес: 394006 г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84,
корпус №7, второй этаж, кабинет №7210.

Тел.: (473) 271-52-70, (473) 271-33-08, (473) 271-50-32

УДК 37*374

АНОО ВО Воронежский институт высоких технологий
Специалист ФДПО М.А. Любимова
Россия, г. Воронеж
E-mail: mashenka_vrn@mail.ru

АНОО IN the Voronezh institute of high technologies
Expert of FDPO M. A. Lyubimova
Russia, Voronezh
E-mail: mashenka_vrn@mail.ru

М.А. Любимова

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА, КАК ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аннотация: Рабочие программы для учащихся с ОВЗ составляются на основе примерных программ по предметам. Программы определяют цели и задачи изучения предмета, возможные уровни освоения учебного материала, критерии и способы оценки образовательных результатов. Содержание программ обеспечивает возможность изучать предметы, как на уровне основного общего образования, так и на универсальном и профильном уровнях среднего общего образования

Ключевые слова: образовательные программы, учебный план, виртуальная образовательная среда

М.А. Lyubimova

EDUCATIONAL PROGRAM AS BASIS OF QUALITY MANAGEMENT OF EDUCATIONAL PROCESS

Abstract: Working programs for pupils with OVZ are formed on the basis of approximate programs for objects. Programs define the purposes and problems of studying of a subject, possible levels of development of a training material, criteria and ways of an assessment of educational results. The contents of programs provide an opportunity to study objects, both at the level of the main general education, and at the universal and profile levels of the secondary general education

Keywords: educational programs, curriculum, virtual educational environment

Основной тенденцией развития образовательных программ для детей с особыми образовательными потребностями в России и за рубежом связана с интеграцией передовых информационных технологий вокруг эволюционного цикла образовательной программы. Однако для современной рыночной среды образовательных учреждений «образовательную» политику по эволюционному циклу программы следует дополнить новыми организационно-управленческими задачами, связанными с поддержкой процессов жизнедеятельности самого образовательного подразделения. Идея дистанционного обучения, лежит в основе развиваемой подобным образом технологии. Создание виртуальной образовательной среды предполагает сближение целей и повышение уровня взаимодействия в ходе формирования и реализации образовательной программы, обмен ресурсами и опытом между учителем и учеником, что достигается путем широкого внедрения Internet-сети учебного заведения и всех детей с особыми образовательными потребностями.

Реализация этой идеи ведет к развитию

принципиально новых форм коллективного взаимодействия на этапах эволюционного цикла образовательной программы. При этом открытая, развивающаяся, высоко интегрированная организационная структура по базе виртуального учебного отдела служит инструментальным средством для непрерывной поддержки жизнедеятельности образовательных программ.

На рис. 1 приводится общая схема мониторинга и управления образовательной программой.

Рассмотрим значение блоков, содержащихся в выделенной части схемы. Блок «Реализация программы» обеспечивает результативность образовательной программы. Блок «Обеспечение программы», получая ресурсы из внешней среды, обеспечивает функционирование программы. Блок «Управление», с учетом форм и принципов, положенных в основу реализации данной программы, вырабатывает распоряжения о выдаче необходимых ресурсов для реализации программы. Блок «Мониторинг» анализирует положение дел с реализацией программы, сравнивает результаты со стандартами и международными критериями и, ис-

пользуя цели программы, вырабатывает рекомендации и прогнозы возможных последствий управления. Таким образом, все блоки объединены в известный из теории управле-

ния замкнутый контур, в котором каждый блок обретает свою специфическую связь с внешней средой.

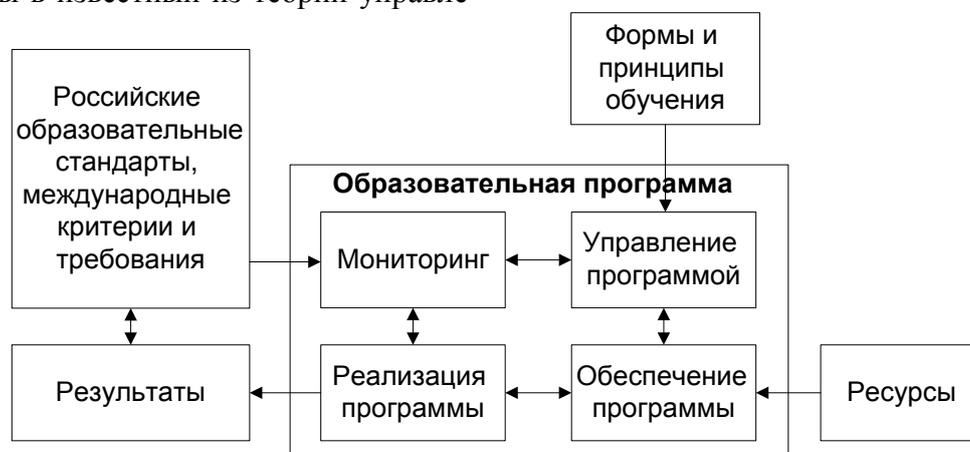


Рис. 1 - Схема мониторинга и управления образовательной программой

Мы представляем смысл прямых связей в системе (контур по часовой стрелке). В контуре обратных связей (против часовой стрелки) каждая связь имеет смысл претензии одного блока к другому по поводу внешней связи последнего. Например, это могут быть претензии руководителя образовательной программы по поводу ресурсов, либо претензии по поводу негибкого, опирающегося только на команды свыше, управления программой, либо претензии заказчика по поводу задач программы, либо указания относительно несоответствия результатов образовательным стандартам или международным критериям оценивания данной образовательной программы. На наш взгляд, более простую и более эффективно функционирующую схему жизнедеятельности программы построить трудно. Каждый из указанных блоков сам по себе представляет разработку той или иной модели и технологии образования. Эти модели должны позволять экспертам при оценке образовательной программы ставить вопросы и получать на них корректные ответы, отражающие динамику исследуемой задачи или критерия.

Прежде всего, это касается ресурсного обеспечения инженерной образовательной программы, технологии мониторинга текущих и конечных результатов и учета интересов заказчиков программы. Не секрет, что это слабые места не только российской, но и мировой системы образования.

Наш ответ на поставленные выше проблемы заключается в следующем:

Концепция поддержки непрерывности эволюционного цикла образовательной программы на базе виртуальных образовательных структур должна быть основана на принципах интеграции, интеллектуализации, индивидуализации и специализации. Интеграция предусматривает единство сред (методической, организационной, информационной, программной и технической), охватывающих все этапы градуального и постградуального образования. Интеллектуализация означает использование баз знаний, экспертных систем, накопленного на предшествующих этапах научно - технического опыта. Индивидуализация предполагает ориентацию на цели, задачи и личность конкретного обучаемого, а также непрерывный мониторинг процесса обучения. Наконец, специализация означает предметную ориентацию с учетом мотивации обучаемого и интересов потребителей и заказчиков программы. В русле этой концепции необходим пересмотр парадигмы взаимодействия между исполнителями и заказчиками образовательной программы, которая, в свою очередь, должна быть основана на принципах коадаптации, коэволюции и фрактальности, т.е. должна быть гибкой, открытой, распределенной и автономной, как, впрочем, и организационная структура, поддерживающая программу (рис. 2).

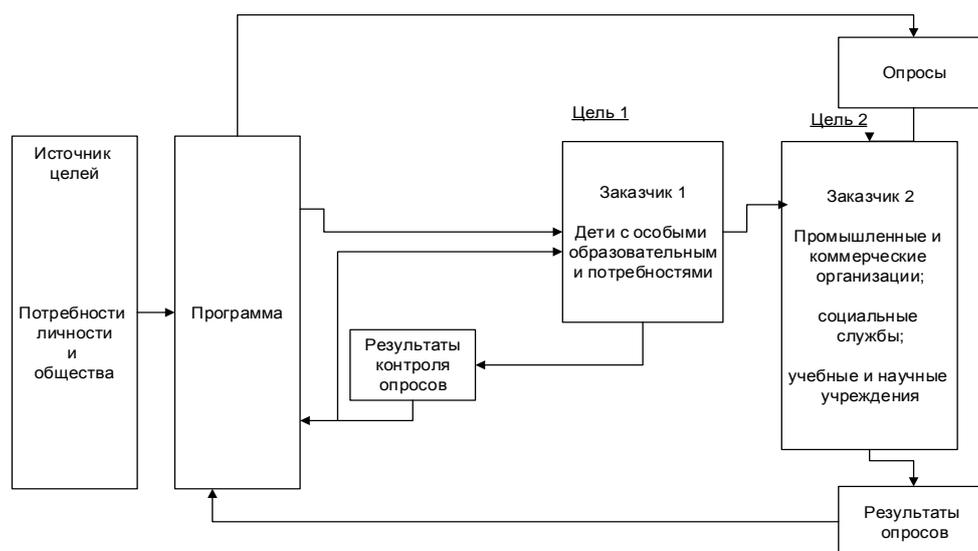


Рис. 2 - Взаимосвязь целей образовательной программы и интересов заказчиков

В частности, анализ образовательных стандартов и международных критериев аккредитации показал, что направление и динамика совершенствования процесса обучения по образовательной программе сводятся к следующему:

1. Суть процесса обучения. От репродукции знаний преподавателя с использованием упрощенных проблем к постановке реальных проблем или задач от заказчиков.

2. В центре процесса обучения. Вместо преподавателя и его знаний – ученик и его индивидуальная работа.

3. Роль преподавателя. От единственного эксперта и источника информации по предмету к советчику и помощнику студентам в их самообразовании.

4. Роль ученика. Вместо пассивной – активная.

5. Учебный план и программы дисциплин.

6. Технические средства программы. От предоставляемых университетом лабораторий к домашнему компьютеру, сети в кампусе, ресурсам заказчиков.

7. Продолжительность образования. От университетского образования один раз в жизни и на всю жизнь – к постоянному образованию в течении всей жизни.

Следовательно, повышению эффективности внедрения адаптированных образовательных программ инклюзивного обучения

инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья будет способствовать сетевая форма их реализации на базе образовательных организаций, обладающих необходимым материально-техническим обеспечением, а также имеющих опыт обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья.

Библиографический список

1. Курченкова Т.В. Модели принятия решений в задаче синтеза учебного плана. /Т.В. Курченкова, О.Ю. Лавлинская // Вестник Воронежского института МВД России.- Воронеж, №1, 136-143 стр.

2. Лавлинская О.Ю. Кибернетический подход к управлению образовательным процессом. / О.Ю. Лавлинская // Вестник Воронежского института высоких технологий. Воронеж, ВИВТ, 2007г., №3., 150-152стр.

3. Лавлинская О.Ю. Объектная модель построения учебного плана/О.Ю. Лавлинская // Моделирование систем и информационные технологии. Межвуз. Сб. науч. тр., Вып. 4, Воронеж. Научная книга, 2007г., 161-165 стр.

4. Князева Т.Н., Львович Я.Е. Программы развития образовательных учреждений. / Высокие технологии в технике, медицине, экономике и образовании. Сб. науч. трудов. Воронеж: ВГТУ, 2001г., Ч.3. Стр.54-63



УДК 303.732

ВУНЦ ВВС "Военно-воздушная академия имени профессора
Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина"
Канд. техн. наук, доцент С.В.Глущенко
Россия, г. Воронеж
E-mail: serjvladimir@rambler.ru

MTRC AF "Air Force Academy named after NE Zhukovsky and
Gagarin"
Kand. tehn. Sciences, Associate Professor S.V.Glushchenko
Russia, Voronezh
E-mail: serjvladimir@rambler.ru

С.В. Глущенко

О ПОСТРОЕНИИ ФУНКЦИЙ ПОЛЕЗНОСТИ ДЛЯ САМОРАЗВИВАЮЩИХСЯ СИСТЕМ

Аннотация: Рассматриваются понятия внутрисистемного и межсистемного конфликта в условиях саморазвития системы. Ставятся вопросы формализации функции полезности в условиях неопределенности для систем, склонных и несклонных к риску

Ключевые слова: конфликт, система, полезность, риск, функция, устойчивость

S.V. Glushchenko

ON THE CONSTRUCTION OF UTILITY FUNCTIONS FOR SELF-DEVELOPING SYSTEMS

Abstract: The concepts of in-system and intersystem conflict in terms of self-development system. Are questions of formalization of the utility function in the face of uncertainty in systems prone and risk aversion

Keywords: conflict, the system, utility, risk, function, stability

Функционирование произвольной саморазвивающейся системы направлено на достижение поставленной цели.

Главная цель саморазвивающейся системы состоит в сохранении устойчивости системы. В процессе достижения цели си-

стема совершает действия, связанные с затратой энергии при использовании имеющихся у системы ресурсов (совершает работу). Диаграмму функционирования системы можно представить в виде:

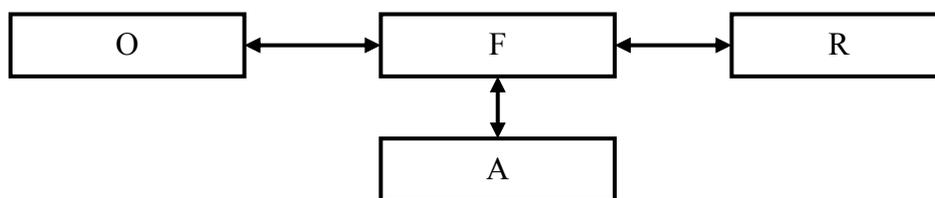


Рис. 1 - Диаграмма функционирования системы

O - Подсистема организации системы;

R - подсистема ресурсов системы; F - подсистема, реализующая команды подсистемы O и осуществляющая преобразование ресурсов

в конкретные действия.

Все системы можно разделить на две группы: системы, которые в процессе функционирования активно взаимодействуют с другими системами и системы, находящиеся в состоянии гомеостаза, т.е. в состоянии равновесия с окружающей средой.

Для последних отсутствует межсистемный конфликт. Их задача - сохранение состояния устойчивости внутри системы. На это направлены основные энергетические затраты системы. Расходуется внутрисистемный ресурс. В таком режиме система может функционировать ограниченное время пока общесистемные цели не противоречат целям внутрисистемным образующим элементам из О и F. Эти противоречия могут возникнуть, если оставшееся количество ресурсов приближается к некоторому критическому значению, при котором система уже не может функционировать устойчиво. Вследствие этого возникает внутрисистемный конфликт между системообразующими элементами системы. Разрешение этого конфликта может привести к дезинтеграции системы, когда ее отдельные компоненты вместе с остатками ресурсов станут составной частью другой более мощной системы. Либо конфликтующие элементы преодолеют противоречия, тогда цели системы будут изменены в соответствии с оставшимися ресурсами, и система реорганизуется и перейдет в новую фазу устойчивости. Не исключено, что в этом случае система станет объектом конфликта со стороны более мощной системы.

Наиболее вероятный исход для рассмотренной системы - ее дезинтеграция. Но не исключен вариант, при котором система вырабатывает такой механизм преобразования оставшихся ресурсов, который позволит выработать действия по присоединению внешних ресурсов к ресурсам системы. Система осуществит экспансию, т.е. войдет в состояние конфликта с другими системами.

Если же система обладает большим энергетическим потенциалом, ее цели могут быть ориентированы на внешний конфликт,

а могут быть и не ориентированы. В последнем случае система расходует внутренний ресурс и функционирует в этой фазе устойчивости некоторое время, пока позволяет имеющийся ресурс. Когда такое существование системы становится невозможным, входит в состояние конфликта с другими системами с целью захвата их ресурса. В результате разрешения этого конфликта система становится более мощной (энергоемкой) либо ослабленной в связи с потерей собственного ресурса.

При любом исходе система стремится выйти на некоторый уровень (фазу) устойчивости. Таким образом можно сделать вывод, что как внутрисистемный так и внешнесистемный конфликт влечет за собой преобразование (развитие) системы, состоящее в том, что система либо переходит в новую фазу устойчивости либо дезинтегрируется.

При исследовании функционирования технологических систем целесообразно анализировать поведение функции полезности систем. В этой связи можно привести часто используемые при анализе функционирования систем виды функций полезности:

- 1) $u(x) = a+bx$ ($b>0$) - нейтральность к риску.
- 2) $u(x) = \log_a(x+b)$ ($x > -b$, $a > 1$) - убывающая несклонность к риску.
- 3) $u(x) = e^{cx}$ ($c>0$)- постоянная несклонность к риску.
- 4) $u(x) = e^{-cx}$ ($c>0$) - постоянная склонность к риску.
- 5) $u(x) = F(x) = P(X < x)$, ($u(x) = F(x) = P(X < x_{кр})$).

В процессе функционирования самоорганизующаяся система на определенных временных этапах преследует определенные цели. При этом задача - минимум системы состоит в самосохранении, в избежание дезинтеграции, в сохранении устойчивости по системообразующим параметрам. Вместе с тем самоорганизующаяся система может ставить и задачу - максимум, решение которой позволило бы системе достичь нового состояния, улучшив свои качественные и количественные показатели.

Самоорганизующаяся система (S) должна обладать определенным потенциалом для своего функционирования. Теоретически S может обладать достаточным ресурсом (r) и уровнем организации (o), позволяющими функционировать системе в замкнутом режиме достаточно длительное время. Но, так как ресурсы системы не бесконечны и претерпевают убывание с течением времени, связанное с расходами на обеспечение внутрисистемных связей, то замкнутая система обречена рано или поздно на дезинтеграцию. Следовательно, в ходе своего развития система должна вступать в отношения с другими самоорганизующимися системами, обладающими ресурсами, с целью обновления затраченных собственных ресурсов. Такими отношениями могут быть сотрудничество (содействие) или конфликт. Сотрудничество предполагает взаимовыгодный обмен ресурсами по определенным схемам и условиям. В условиях конфликта системы в процессе взаимодействия стремятся завладеть как можно большим количеством ресурса соперника, в то же время пытаясь сберечь как можно больше свой ресурс.

Рассмотрим ситуацию, при которой система S_2 (o_2, r_2) вступает в борьбу с системой S_1 (o_1, r_1) с целью обладания r_1 . В этом случае полезность S_1 снижается, т. е. $q_1(S_1, S_2) < q_1(S_1, \bar{S}_2)$; если система S_1 оказывает противодействие системе S_2 , то соответственно $q_2(S_1, S_2) < q_2(\bar{S}_1, S_2)$, где $q_1(S_1, \bar{S}_2)$ ($q_2(\bar{S}_1, S_2)$) - функция полезности системы S_1 (S_2) до взаимодействия с системой S_2 (S_1), а $q_1(S_1, S_2)$ ($q_2(S_1, S_2)$) - при взаимодействии.

Конфликт со стороны S_2 , направленный на S_1 , можно оценить, определив функцию конфликта

$$c_1(S_1, S_2) = q_1(S_1, \bar{S}_2) - q_1(S_1, S_2).$$

Аналогично можно оценить конфликт со стороны S_1 , направленный на S_2 .

$$c_2(S_1, S_2) = q_2(S_1, \bar{S}_2) - q_2(S_1, S_2).$$

Анализируя $c_1(S_1, S_2)$ и $c_2(S_1, S_2)$ на различных временных интервалах функционирования систем, можно оптимизировать их, развивая конфликт в нужном направле-

нии. Конфликт может усиливаться (причем не исключена его эскалация), ослабевать (вплоть до внезапного его прекращения), поддерживаться в некотором устойчивом состоянии (в этом случае нужно искать ограничения на $c_1(S_1, S_2)$ и $c_2(S_1, S_2)$).

Поведение систем в условиях конфликта зависит от поставленных системами целей до взаимодействия, ресурсов систем и уровней их организации. Кроме того важнейшим фактором поведения системы является склонность системы к риску или отсутствие таковой. Без ограничения общности будем рассматривать функции полезности систем монотонно – возрастающими. Система считается склонной к риску, если ее функция полезности выпукла вниз, и несклонной к риску, если ее функция полезности выпукла вверх [1].

Будем считать, что конфликт инициируется одной из сторон, например системой S_2 . В паре “жертва - агрессор” S_1 выступает в качестве “жертвы”, а S_2 – в качестве “агрессора”. Естественно полагать, что система S_2 склонна к риску. Продолжительность и интенсивность ее участия в конфликте зависит от объема собственных ресурсов r_2 , от уровня ее организации o_2 , а также от того, насколько интенсивное противодействие окажет ей система S_1 . Стратегия поведения системы S_1 зависит от объема собственных ресурсов r_1 , от уровня ее организации o_1 , а также от степени склонности к риску.

Рассмотрим ситуацию, когда система S_1 не склонна к риску. В этом случае поведение S_1 можно назвать осторожным, и насколько долго она будет оказывать противодействие системе S_2 зависит в первую очередь от r_1 и o_1 , а также от действий S_2 . Если ресурсы и организация системы S_1 позволяют длительное реагирование на действия системы S_2 , тогда стратегия несклонности к риску системы S_1 может быть оправдана, что в итоге может привести к истощению ресурсов S_2 и ослаблению ее внутрисистемных связей. В последнем случае система S_2 вынуждена будет менять свою стратегию и идти на определенные компромиссы с S_1 с це-

люю разрешения конфликта. В сложившейся ситуации возможны две модели поведения системы S_1 : либо пойти на компромисс с S_2 либо продолжить конфликт. Вторая модель может реализовываться в двух вариантах (подмоделях поведения): продолжение

предыдущей стратегии несклонности к риску или эскалация конфликта.

С помощью функции полезности с интервальной нейтральностью к риску можно с любой степенью точности аппроксимировать любую функцию полезности.

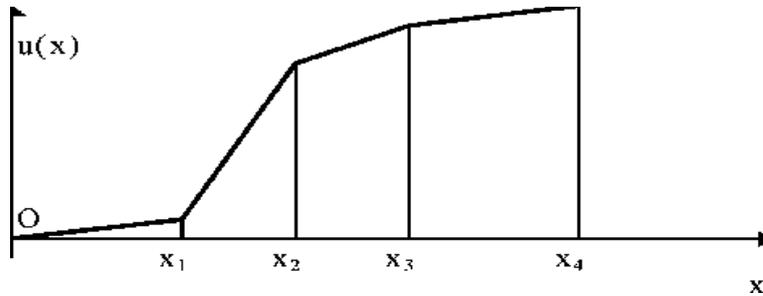


Рис. 2 - Интервальная функция полезности

Первый вариант вялотекущего конфликта свидетельствует о действиях системы S_1 , направленных на постепенное ослабление потенциала системы S_2 , постепенному уменьшению r_2 и ослаблению o_2 . В этом случае кривая функции полезности $q_2(S_1, S_2)$ может пройти свой максимум и войти в стадию убывания (нарушится монотонность). Такая стратегия связана с тем, что S_1 не преследует цели дезинтеграции S_2 , а стремится лишь ослабить ее до определенного уровня и готова проанализировать условия компромисса со стороны системы S_2 с целью разрешения конфликта.

Второй вариант разрешения конфликта предполагает принятие новой стратегии поведения S_1 , коррекции функции полезности $q_1(S_1, S_2)$, в связи с чем ее кривая будет иметь точку перегиба, слева от которой кривая выпукла вверх, а справа – выпукла вниз. Новая стратегия S_1 направлена на дезинтеграцию S_2 с целью овладения ее оставшимся потенциалом и усилением собственного.

Если же система S_1 не обладает потенциалом, позволяющим оказывать противодействие системе S_2 , то она вынуждена со своей стороны предлагать условия компромисса системе S_2 с целью разрешения конфликта. Последняя может либо принять их, если не преследуется цель дезинтеграции S_1 либо отвергнуть их в противном случае. До-

минирование S_2 над S_1 усилит потенциал S_2 .

Теперь рассмотрим ситуацию, когда система S_1 склонна к риску. Это говорит о высокой степени конфликта S_1 и S_2 . Его развитие может привести к реализации следующих возможных моделей функционирования систем.

В первом случае одна из систем доминирует над другой, что приведет либо к дезинтеграции последней (кривая функции полезности будет иметь точку перегиба, затем будет достигнут максимум, и ее возрастание перейдет в убывание – монотонность нарушится) либо к компромиссу на определенных условиях с потерей одной из систем значительной части своего потенциала (функция полезности этой системы претерпит изменение и будет иметь точку перегиба, слева от которой – выпуклость вниз, справа – выпуклость вверх; причем возможно нарушение монотонности).

Во втором случае нет явного доминирования одной системы над другой. В этой ситуации возможно поведение систем, приводящее к какому – то компромиссу с потерей определенного количества ресурсов обеих сторон. Функции полезности обеих систем будут иметь точки перегиба с возможным нарушением монотонности.

Приведенные рассуждения позволяют рассмотреть постановку задачи анализа кон-

фликта двух саморазвивающихся систем. целью ее дальнейшей оптимизации.

Для этого необходимо осуществить:

- унификацию ресурсов системы;
- формализацию структуры организации системы;
- формализацию функции полезности;
- формализацию функции конфликта с

Библиографический список

1. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. - М: Радио и связь, 1981. - 560 с.

УДК 004.722

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Профессор, Канд. техн. наук, доцент Е.А. Жидко
Россия, г. Воронеж, e-mail: lenag66@mail.ru*

*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Старший преподаватель, полковник Д.Н. Лелецкий
Россия, г. Воронеж*

*The Voronezh state architecturally-building university
Professor, candidate of engineering science, associate Professor
E.A. Zhidko, Russia, Voronezh, e-mail: lenag66@mail.ru*

*MTSC AF «Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Senior lecturer, colonel D.N. Leletskiy
Russia, Voronezh*

Е.А. Жидко, Д.Н. Лелецкий

МЕТОДОЛОГИЯ НЕЙРО-НЕЧЁТКОГО ЭВЕНТОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СОСТЯЗАТЕЛЬНОСТИ КОНКУРИРУЮЩИХ СТОРОН

Аннотация. Для учета влияния человеческого и природного факторов на результаты жизнедеятельности хозяйствующего субъекта, его системы информационной безопасности в статье рассматриваются эвентологические методы нейро-нечеткого моделирования. Акцент делается на математическом определении лингвистической переменной, включающей пять факторов

Ключевые слова: информационная безопасность, эвентология, лингвистическая переменная, синтаксические правила

Е.А. Zhidko, D.N. Leletskiy

METHODOLOGY NEURO-FUZZY MODELING OF EVENTOLOGICAL COMPETITION COMPETING

Abstract. To account for the influence of human and natural factors on results of activity of the economic entity, its systems of information security the article considers the eventological methods of neuro-fuzzy simulation. The emphasis is on the mathematical definition of a linguistic variable consisting of five factors

Keywords: information security, eventology, linguistic variable, syntax rules

Согласно проведенным исследованиям [1-7], унификация Программы, алгоритма и шкалы оценки состояний информационной безопасности компании (ИБК) должны базироваться на соблюдении следующих основных положений эвентологии.

1. Эвентологические исследования ИБК предназначены для обеспечения информационной и интеллектуальной поддержки стратегического паритета компании с её конкурентами в статике и сохранения его динамического равновесия в меняющихся-

ся условиях XXI века (т.е. в динамике).

Наряду с угрозами нарушения ИБК за счёт хищений, разрушения и модификации информации, циркулирующей во внешней и внутренней среде системы информационной безопасности компании (СИБК), появляется угроза перерастания состязательности сторон в конфликт между ними, вплоть до применения военной силы. В такой ситуации главная задача СИБК:

- предупредить угрозы нарушения ИБК с неприемлемыми последствиями, как для самой компании, так и для лиц, общества, государства (ЛОГ);

- своевременно ликвидировать такие последствия в условиях реализовавшихся угроз.

В условиях неопределённости, ограниченного ресурса и других особенностей в постановке такой задачи в процессе её решения целесообразно руководствоваться принципом разумной достаточности (т.е. «необходимо и достаточно»).

2. Методология решения может базироваться на последних мировых достижениях теории ноосферы, ноосферогенеза и эвентологии с целью учёта влияния человеческого и природного факторов в их взаимосвязи на возможность обеспечения безопасного и устойчивого (антикризисного) развития компании в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке [8-11].

Правила теории ноосферы и ноосферогенеза базируются на интеллектуально-духовных и рационально-информационных факторах и ресурсах. Они предусматривают:

- рассмотрение в качестве индивидуального и национального богатства духовные ценности и знания человека, живущего в гармонии с природой;

- координацию любых процессов в любой сфере деятельности в интересах глобально-управляемого устойчивого развития;

- управление им должно носить самоорганизующийся и опережающий характер в интересах обеспечения безопасности развития уже на стадии превращения потенциальных угроз в реальные за счёт предотвращения их появления.

3. В качестве инструментария предупреждения рассматриваемых угроз примем эвентологические методы исследований ИБК. Они базируются на выявлении диспропорций между необходимым, потенциально возможным и реально достижимым при наличии угроз нарушения ИБК с неприятными последствиями, в том числе из-за влияния на результаты жизнедеятельности компании природного и человеческого факторов по ситуации в статике и динамике современных новых условий.

Приведём основные положения фор-

мирования такого инструментария.

А). Известно [8,9], что эвентологическое моделирование базируется на введении лингвистической переменной, которая в теории нечетких множеств может принимать значения фраз из естественного и/или искусственного (т.е. математического) языка.

Математическое определение лингвистической переменной образует пятерка $\{x, T(x), X, G, M\}$. В ней приняты обозначения: x — имя переменной; $T(x)$ — множество имен лингвистических значений переменной x , каждое из которых является нечеткой переменной на множестве X ; G — синтаксическое правило для образования имен значений x ; M — семантическое правило для ассоциирования каждой величины значения с состоянием исследуемого объекта.

В). Естественный язык, по определению, образуют описания каждого элемента эвентологического языка, которые задаются его синтаксисом и семантикой. Синтаксические определения устанавливают правила построения элементов языка. Семантика определяет смысл и правила использования тех элементов языка, для которых были даны синтаксические определения.

Синтаксические правила языка описывают допустимые способы соединения слов. Например: вероятность достижения цели; полезность решения; угрозы нарушения ИБ; возможные исходы (последствия) ошибок лиц, принимающих решение; приемлемость последствий и т.д. Фактически это ключевые слова, которыми следует оперировать при эвентологических исследованиях.

Синтаксические определения могут быть заданы формальными или неформальными способами. Существуют три формальных способа: металингвистическая символика (формулы Бэкуса-Наура); синтаксические диаграммы; скобочные конструкции.

Действительно. Используя основные понятия эвентологического языка и метод структурных матриц, приходим к логической схеме формирования Программы исследований ИБК, показанной на рис. 1.

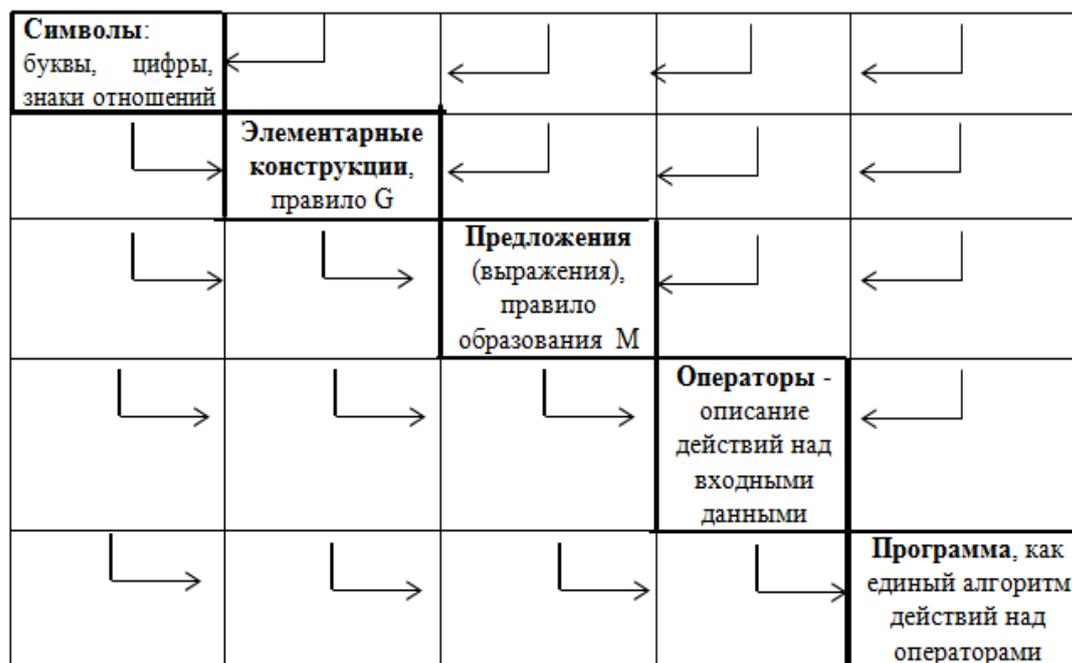


Рис.1 - Порядок формирования программы исследований ИБК на метаязыке эвентологии

Описание символов заключается в перечислении допустимых символов языка. Например. Буквы русского языка в описаниях имён или идентификаторов и английского в алгоритмах (программном продукте); арабские цифры и знаки: операций (+ - * / = <><<=> := @), ограничители (. , ' () [] (.) { } (* *) .. : ;), спецификаторы (^ # \$), как это принято, например, в языке PASCAL.

D). Символы используются для формирования элементарных конструкций (т.е. слов, имён, идентификаторов) на основе применения вполне определённых правил.

Пример 1. Метаязык, базирующийся на металингвистической символической формуле Бэкуса-Наура), формируется с использованием правила, $G_{БНФ}$: «в левой части формулы указывается нетерминальное слово (имя), за тем используется символ ::= (по определению есть), после чего в правой части приводится формула для определения смысла имени (качественная характеристика) и/или его значения (количественная характеристика) в необходимой технологической последовательности таких вычислений».

довательности таких вычислений».

В условиях неопределённости это может быть функционал или оператор, который содержит необходимую последовательность функций без их разделения вертикальной чертой или с их разделением такой чертой. Последний приём позволяет разделить функции по основаниям классификатора рисков и их последствий для оценки состояния ИБК (табл.) [12,13] по критерию: необходимо и потенциально возможно, реально достижимо. В результате получаем исходные данные, которые необходимы для принятия решений (по схеме рис.2) на реакцию компании, адекватную степени опасности угроз нарушения её ИБК и приемлемости их последствий.

Очевидно, что нетерминальным словом является: «адекватная реакция» компании (её элементов, включая СИБК) на угрозы нарушения ИБК с неприемлемыми последствиями. Все остальные – это переменные (аргументы, термы), значения которых используются для обоснования и своевременного принятия правильных решений.

Таблица

Классификатор рисков и их последствий

Виды рисков	Имя их пределов и содержание последствий			Итог
	Допустимый	Критический	Неприемлемый	
Теоретический	Устанавливает потенциальные возможности (П) обеспечения необходимого (Н)	Соответствует границам смены состояний компании	Несет потенциальные угрозы устойчивому развитию компании	Соответствие необходимого и потенциально-возможного (Н-П)
Эффективный	Устанавливает реальные возможности (Р) обеспечения Н с учетом влияния человеческого, природного и др. факторов (Н-Р)	Соответствует возможностям появления нестандартных и чрезвычайных ситуаций, форс-мажорных обстоятельств	Несет угрозы предкризисных ситуаций, банкротства, кризиса и ликвидации компании	Соответствие необходимого и реально достижимого по ситуации (Н-Р)
Эвентологический	Устанавливает диспропорции между необходимым и реально возможным по ситуации	Соответствует появлению нечетких границ смены состояний компании	Появляется поле проблемных ситуаций (ППС) во внешней и внутренней среде компании	Устанавливаются требования по предупреждению ППС, ликвидации их негативных последствий
Итог	Устанавливаются диспропорции: (Н-П); (П-Р);(Н-Р)	Формируется обучающая выборка для задания градации возможных состояний компании	Применяется базисная нечеткая логика по Колмогорову для выявления ППС	Возникает задача оптимизации проектного управления устойчивостью развития компании, её СИБК

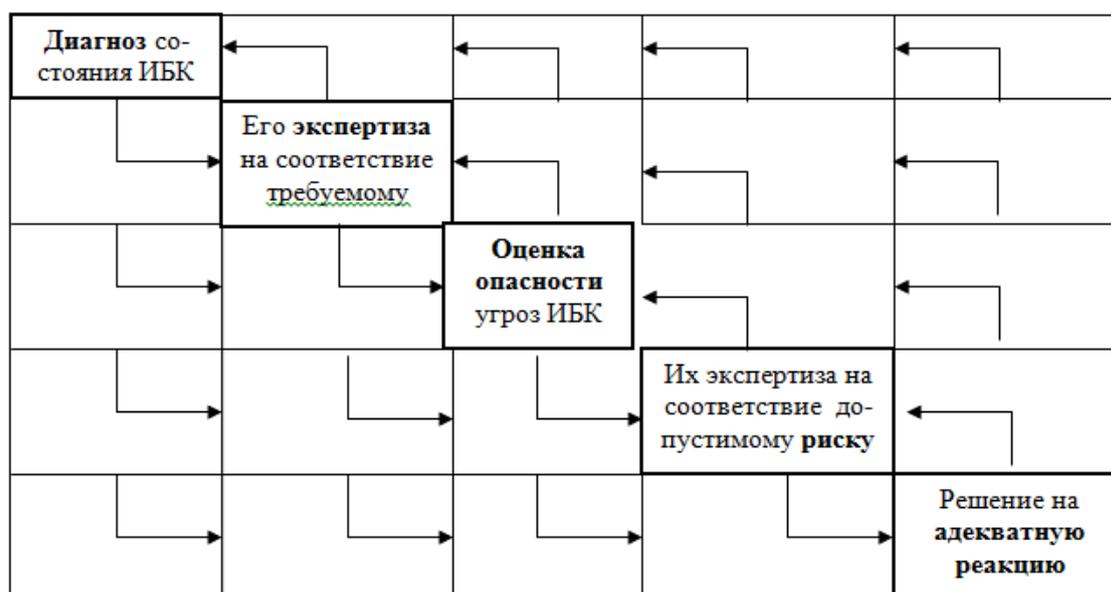


Рис.2 - Технология эвентологического исследования ИБК по правилу $G_{БНФ}$, которое определяет объем и содержание входных и выходных информационных потоков

Описание метаязыка по формуле Бэкуса-Наура является универсальным и позволяет создать универсальную Программу исследований ИБК с учётом иерархических связей по вертикали, т.е. от символов к эвентологическим операциям (действиям) над данными (входные и выходные информационные потоки, обозначенные стрелками на рис.4).

Пример 2. В алгоритмических языках чаще используются синтаксические диаграммы, как, например, в метаязыке PASCAL. Диаграмма, задающая общий вид программы на языке PASCAL, выглядит, как показано на рис. 3:

В качестве примеров предписаний рассматриваются условные и циклические (рис.4). В соответствии с этими и подобными диаграммами строятся допустимые синтаксические конструкции языка. Нетерминальные слова (имена) задаются, в нашем случае, исходя из исследований на комплексе иерар-

хических (по вертикали и горизонтали), функциональных (статика и динамика) и процессных (траектория развития и измерительные шкалы состояний компании) моделей взаимосвязанного развития внешней и внутренней среды СИБК.

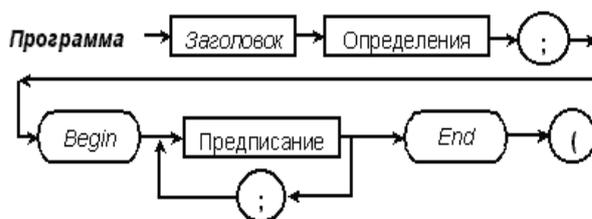


Рис.3 - Синтаксическая диаграмма Программы исследований ИБК на языке PASCAL

Термы (приведенные в скобках) для каждого такого нетерминального слова образуются с помощью уточняющих синтаксических диаграмм по правилам (рис.1):

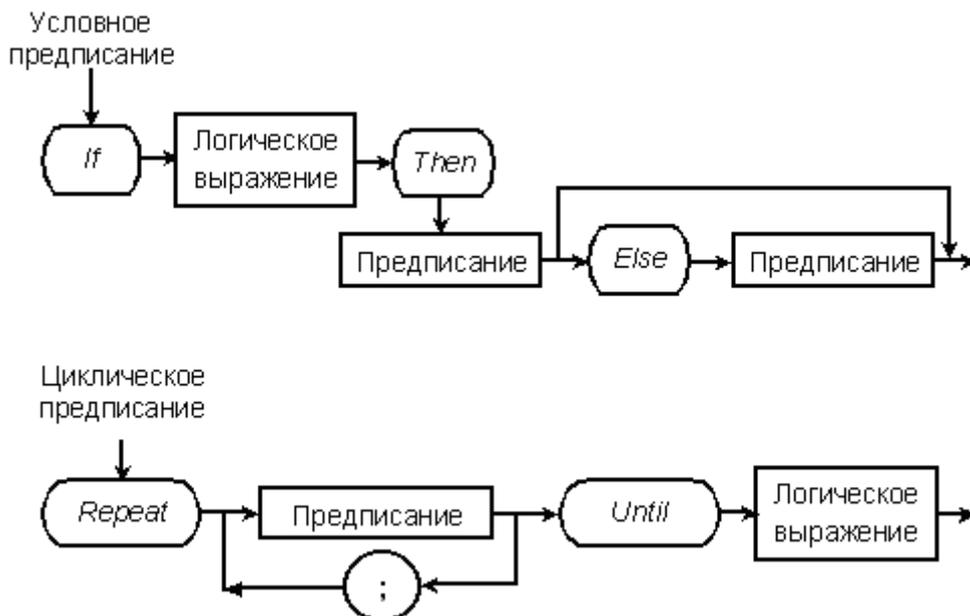


Рис.4 - Правила построения структурных диаграмм условных и циклических предписаний для программы исследований ИБК по схеме рис.3

- М – функция полезности (адекватности) реакции компании (решения на целесообразность применения мер по ситуации и результатам) с точки зрения достижения её целей в плановые сроки в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке

вающейся и прогнозируемой обстановке (циклическое предписание на рис.4 в интересах выполнения Программы рис.1 и 2).

В этом случае в качестве терм могут рассматриваться, например, комплексы стра-

тегий, адекватные возможностям достижения требуемого состояния компании (например, в экономической сфере: монополия, лидерство или стратегический паритет с конкурентами в режиме динамического равновесия, согласно шкале [4]).

Е). Эвентологические выражения (рис.1) состоят из элементарных конструкций и символов. Они задают правило вычисления некоторого значения исследуемой функции (рис. 2).

Например. Имена требуемых состояний ИБК, каждое из которых достигается применением вполне определённого комплекса политик и адекватных им стратегий $T(x)$ [14,15]. Состав комплекса должен способствовать достижению требуемого режима ИБК, например, достижению режима стратегического паритета и динамического равновесия СИБК в процессе состязательности конкурирующих сторон.

Ф). Эвентологические операторы, согласно формуле, построенной по правилу $G_{БНФ}$, образуются на основе комплексирования эвентологических выражений (рис.1) с помощью символов, обозначающих конструкции вида «И», «ИЛИ – И», «И – ИЛИ – И» [2].

Г). Оператор задает полное описание некоторого действия, которое необходимо выполнить согласно принятой технологии обеспечения адекватной реакции СИБК (рис.2). Для описания сложного действия (функционал, записанный по правилу $G_{БНФ}$) может потребоваться группа операторов [16,17].

Например. Предложенные выше основания для построения классификатора имён целесообразно использовать для описания адекватной системы предписаний (рис.4) в интересах формирования Программы исследований ИБК, базирующейся на Едином алгоритме таких исследований с использованием Единой шкалы интегральной оценки состояний устойчивости развития компании, как функции её ИБК [4,6].

В результате символы, элементарные конструкции, выражения и операторы обра-

зуют иерархическую структуру, так как: элементарные конструкции образуются из последовательности символов; выражения – это последовательность элементарных конструкций и символов, а оператор – последовательность выражений, элементарных конструкций и символов.

Н). Объединенная единым алгоритмом совокупность описаний и операторов образует архитектуру Программы исследований ИБК на метаязыке эвентологии. Главным достоинством такого подхода является возможность трансформации естественного языка, принятого выше для семантического моделирования исследуемых процессов по методу структурных матриц [2], в искусственный метаязык эвентологии в интересах нейро-нечёткого лингвистического, эвентологического и математического моделирования тех же процессов. Это открывает путь к полной формализации и автоматизации исследований ИБК, адекватной реакции на угрозы её нарушения с неприемлемыми последствиями. В реально складывающейся и прогнозируемой обстановке такая реакция может носить либо упреждающий характер, либо осуществляться в реальном и близком к нему масштабе времени, либо запаздывать. Отсюда необходимость мониторинга состояний внешней среды СИБК, контроля состояний его внутренней среды, организации цикличности исследований ИБК на основе экспертизы её достигнутых уровней на соответствие необходимым и потенциально возможным.

Библиографический список

1. Жидко, Е.А. Высокие интеллектуальные и информационные технологии интегрированного менеджмента XXI века: монография/ Воронеж, 2014. -76 с.
2. Жидко Е.А. Методология исследований информационной безопасности экологически опасных и экономически важных объектов: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх-строит. ун-т. - Воронеж, 2015. - 183 с.
3. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Концепция

системного математического моделирования информационной безопасности // Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 2 (21). С. 33.

4. Жидко Е.А. Методология формирования системы измерительных шкал и норм информационной безопасности объекта защиты // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 2 (97). С. 17-22.

5. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Логико-вероятностно-информационное моделирование информационной безопасности // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2014. № 4. С. 136-140.

6. Жидко Е.А. Методология формирования единого алгоритма исследований информационной безопасности // Вестник Воронежского института МВД России. 2015. № 1. С. 62-69.

7. Жидко Е.А., Леонов П.М. Методология и методы системного математического моделирования информационной безопасности хозяйствующего субъекта теоретическими методами / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2015. № 2 (6). С. 15-20.

8. Воробьев О.Ю. Эвентология / О.Ю. Воробьев, Сиб.фед. ун-т.-Красноярск, 2007, 434 с.

9. Яндекс: эвентология, лингвистическая переменная, функция принадлежности, функция полезности, эвентологическое моделирование, эвентологическое распределение, эвентологическое пространство, эвентологический скоринг .

10. Яндекс: учение о ноогенезе, экология интеллектуальных систем, информационная гигиена

11. Яндекс: эвентология, лингвистическая переменная, функция принадлежности,

функция полезности, эвентологическое моделирование, эвентологическое распределение, эвентологическое пространство, эвентологический скоринг .

12. Жидко Е.А., Манохин В.Я. Совершенствование организации управления экологическими рисками промышленного предприятия. / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2010. № 1. С. 13-17.

13. Жидко Е.А. Разработка математической модели рассеивания в приземном слое атмосферы частиц золы и технология ее утилизации в строительстве / диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2002

14. Сазонова С.А. Обеспечение безопасности функционирования систем газоснабжения при реализации алгоритма диагностики утечек без учета помех от стохастичности потребления // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2015. - №14. - С. 60-64.

15. Сазонова, С.А. Разработка модели анализа потокораспределения возмущенного состояния системы теплоснабжения / С.А. Сазонова // Моделирование систем и информационные технологии. Сб. науч. тр. - Воронеж, 2007. - С. 52-55.

16. Сазонова С.А. Решение задач обнаружения утечек систем газоснабжения и обеспечение их безопасности на основе методов математической статистики // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2015. - №14. - С. 51-55.

17. Сазонова С.А. Информационная система проверки двухальтернативной гипотезы при диагностике утечек и обеспечении безопасности систем газоснабжения // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2015. - №14. - С. 56-59.

УДК 37+374

АНОО ВО Воронежский институт высоких технологий
Специалист ФДПО М.А. Любимова
Россия, г.Воронеж
E-mail: mashenka_vrn@mail.ru

АНОО IN the Voronezh institute of high technologies
Expert of FDPO M. A. Lyubimova
Russia, Voronezh
E-mail: mashenka_vrn@mail.ru

М.А. Любимова

ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Аннотация: Модернизация российского образования - это инновационный процесс преобразования всей системы образования, нацеленный на максимальное удовлетворение образовательных потребностей, учащихся по самому широкому диапазону специальностей, уровней образования, учебных заведений и информационно-образовательных ресурсов

Ключевые слова: образование, эффективность, качество, учебный процесс

М. А. Lyubimova

QUALITY MANAGEMENT OF EDUCATIONAL PROCESS IN EDUCATIONAL INSTITUTION

Abstract Modernization of Russian education is the innovative process of transformation of all education system aimed at the maximum satisfaction of the educational requirements studying on the widest range of specialties, education levels, educational institutions and information and education resources

Keywords: education, efficiency, quality, educational process

Основная цель создания системы качества образования – повышение эффективности управления образовательного процесса. Актуализация качества образования является современной социально - педагогической проблемой, связанной с возрастающей интеллектуализацией производства, с развитием и формированием рынка образовательных услуг, с развитием информационных технологий и приходом системы философии всеобщего управления качеством.

Регулируют систему всеобщего управления качеством международные стандарты системы обеспечения качества - пакет международных стандартов по обеспечению качества ИСО 9000 («семейство» стандартов ИСО серии 9000), принятые Международной организацией по стандартизации (ИСО) в марте 1987 г. Также функционируют нормативные стандарты ИСО 9001, ИСО 9002 и ИСО 9003 как основные модели систем обеспечения качества.

Процессный подход к управлению качеством подразумевает, что в образовательном учреждении определены различные взаимо-

связанные процессы и обеспечено их выполнение в управляемых условиях.

На рис. 1 представлена структурная схема управления процессом обучения и выделены главные управляемые условия.

Реализация учебного процесса в управляемых условиях достигается за счет использования документированных методик, составленных на основании образовательных программ подготовки детей с особыми образовательными потребностями, предусмотренных государственными образовательными стандартами. В их состав входят учебные планы, рабочие программы дисциплин и учебно-методические комплексы. Управление учебным процессом возможно лишь при его соответствующем материально-техническом обеспечении. Необходимо организовать доступ каждого ученика к информационным базам данных и библиотечным фондам, программам специальностей и специализаций. Наличие методических указаний и рекомендаций, наглядных пособий, аудио-, видео-, мультимедийных материалов входит в обеспечение учебного процесса. Эффективным способом материально-технического обеспечения является исполь-

зование в качестве баз практик передовых предприятий, научно-производственных организаций, оснащенных современным технологическим оборудованием, средствами проектирования и информационными источниками. Управляемые условия также включают

контроль дистанционного посещения занятий, выполнение графиков учебного процесса, регулярную аттестацию и переаттестацию сотрудников образовательного учреждения.



Рис. 1 - Управление процессом обучения

В каждом образовательном учреждении должен быть разработан перечень стандартов, методологических и рабочих инструкций, необходимых для управления процессом обучения.

В системе качества измерения и анализ являются необходимыми для доказательства соответствия уровня подготовки выпускника и достижения улучшений в подготовке специалистов. В документированных методиках

контроля знаний и проведения квалификационных испытаний регламентируются необходимые виды контроля знаний, содержание квалификационных испытаний и порядок их проведения.

В ходе проектирования системы качества разрабатываются документированные процедуры применения корректирующих и предупреждающих действий, функции которых представлены в табл.1.

Таблица 1.

Корректирующие и предупреждающие действия

Корректирующие действия:	Предупреждающие действия:
<ul style="list-style-type: none"> • эффективное рассмотрение рекламаций и сообщение о несоответствии качества подготовки специалистов требованиям предприятий и организаций; 	<ul style="list-style-type: none"> • использование соответствующих источников информации о качестве учебы, посещаемости, результатах тестирования, контроля знаний, обеспеченности учебного процесса по дисциплинам и специальностям с целью выявления, анализа и устранения потенциальных причин несоответствий;
<ul style="list-style-type: none"> • изучение причин несоответствий, относящихся к студенту, учебному процессу, системе качества университета и регистрация результатов такого изучения; 	<ul style="list-style-type: none"> • определение мер, которые необходимо предпринять в отношении любых проблем упорядоченных по важности;
<ul style="list-style-type: none"> • определение корректирующих действий, необходимых для устранения причин несоответствия; 	<ul style="list-style-type: none"> • организация предупреждающих действий и применение контроля для обеспечения их эффективности;
<ul style="list-style-type: none"> • проведение контроля для подтверждения того, что корректирующие действия предприняты и являются эффективными. 	<ul style="list-style-type: none"> • обеспечение того, чтобы информация по предпринятым действиям доводилась до сведения деканатов и ректората для ее анализа

Необходимо использование ряда современных методических подходов к стимулированию и мотивации в учебном процессе. Основными составляющими побуждения сотрудников и учеников к повышению качества учебного процесса являются:

1. постоянное разъяснение всему коллективу политики вуза (университета) в области качества;
2. формирование в вузе (университета) корпоративной культуры в области качества;
3. интеграция деятельности кафедр и факультетов в области качества учебного процесса – не соревнование, а сотрудничество.

В концепции всеобщего менеджмента качества (TQM) статистические методы рассматриваются важнейшими инструментами для решения следующих задач:

1. производить статистическую обработку оперативной информации об успеваемости и посещаемости занятий;
2. осуществлять анализ хода учебного процесса с целью принятия корректирующих и предупреждающих действий;
3. оценивать результаты контроля знаний и квалификационных испытаний;
4. организовывать эффективный контроль знаний и квалификационных испытаний;
5. организовывать эффективный кон-

троль и управление учебным процессом;

6. осуществлять прогнозирование профессиональной пригодности выпускников и оценку их востребованности промышленными предприятиями.

К настоящему времени в практике накоплен большой арсенал статистических методов. Определение потребностей и выбор конкретных статистических методов являются достаточно сложной, длительной работой для любого высшего учебного заведения. На рис. 2 представлена обобщенная схема применения статистических методов для анализа и управления учебным процессом.

Работа по внедрению статистических методов проводится по специальной программе.

Первый этап программы содержит следующее:

1. определение состава задач, подлежащих решению с помощью статистических методов;
2. создание методических руководств (методологических инструкций) по применению статистических методов;
3. разработку необходимого программного обеспечения;
4. оснащение деканатов и кафедр надлежащими техническими средствами;
5. обучение сотрудников университета статистическим методам;

6. оценивание эффективности применения статистических методов для управления учебным процессом и повышения качества подготовки специалистов.



Рис. 2 - Применение статистических методов анализа и управления учебным процессом

Результат любого процесса, образовательного в том числе, зависит от многочисленных факторов, между которыми существует отношения типа «причина-результат». Определить структуру или характер этих многофакторных отношений можно на основе систематических наблюдений за учебным процессом. Диаграмма причин и результатов (диаграмма Исикавы) именно та, которая показывает отношение между показателем качества, систематическими и случайно действующими на него факторами. Для изучения зависимости между парами соответствующих переменных возможно использование диаграмм рассеяния, которые позволяют понять ситуацию в учебном процессе в целом. Перспективной для управления учебным процессом, но пока мало освоенной является техника контрольных карт, построенных по количественному или альтернативному признаку.

Создание системы качества – это непрерывный и развивающийся во времени процесс; основными направлениями развития этой системы являются:

1. распространение системы на все виды деятельности в образовательном учреждении: научную, планово-финансовую, административно-хозяйственную и др.;

2. вовлечение всех структурных подразделений образовательного учреждения, включая НИИ, КБ и другие, в систему менеджмента качества;

3. разработка и внедрение новых элементов системы качества, процедур по уже действующим элементам системы менеджмента качества;

4. ежегодная самооценка по моделям международных стандартов ИСО серии 9000 и концепции TQM.

Библиографический список

1. Леденёва Т.М., Руссман И.Б. Некоторые способы построения интегральных оценок для агрегирования ресурсов. Воронеж, ВПИ, 213стр.

2. Лавлинская О.Ю. Кибернетический подход к управлению образовательным процессом. / О.Ю. Лавлинская // Вестник Воронежского института высоких технологий. Воронеж, ВИВТ, 2007г., №3., 150-152стр.

3. Лавлинская О.Ю. Объектная модель построения учебного плана/О.Ю. Лавлинская // Моделирование систем и информационные технологии. Межвуз. Сб. науч. тр., Вып. 4, Воронеж. Научная книга, 2007г., 161-165 стр.

4. Кострова В.Н., Львович И.Я., Лысенко А.В., Шляхова С.М. Рационализация управления качеством образования. / Вестник ВГТ. Вып. 6.1., 2001г. Стр. 41-42.

5. Конаржевский Ю.А. Менеджмент и внутришкольное управление. М. Центр «Педагогический поиск», 2000г.

6. Carter Ronaid Hughes Rebecca, McCarthy Michael. Exploring Grammar in Context. Cambridge University Press, 2000

7. Council of Europe. Modern Learning, Teaching, Assessment. A Common European Framework of Reference. Cambridge University Press, 2000

8. Scrivener J. Learning Teaching. A Guidebook for English Language teachers. 2-nd. Ed. Macmillan Education, 2005

9. Underhill A. Sound Foundations. New ed. Macmillan Education, 2005

УДК 614.8:69

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова
Россия, г. Воронеж, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova
Russia, Voronezh, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

С.А. Сазонова

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИКИ УТЕЧЕК И БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

Аннотация: В качестве вспомогательных задач диагностики утечек, обеспечивающих безопасность функционирования для гидравлических систем, рассмотрены задачи: установления момента возникновения утечки; установления оптимальной плотности манометрической съемки на функционирующем объекте; определения рациональной формы представления гидравлических характеристик абонентских подсистем

Ключевые слова: трубопроводные системы, диагностика утечек, безопасность, математическое моделирование

S.A. Sazonova

SUBTASK LEAK DIAGNOSIS AND SAFETY PIPELINE SYSTEMS

Abstract: As an auxiliary diagnostic tasks leaks, providing security for the operation of hydraulic systems, we consider problems: the establishment of the moment of occurrence of leakage; establishing the optimal density of the manometer shooting functioning facility; determining a rational presentation of the hydrants-crystal-performance subscriber subsystems

Keywords: piping systems, diagnostics leaks, security, mathematical modeling

Задача определения рациональной формы представления гидравлических характеристик абонентских подсистем является одной из первых вспомогательных задач диагностики утечек гидравлических систем (ГС). Она состоит в определении рациональной формы представления гидравлических характеристик абонентских подсистем, что весьма важно в научном и в практическом планах. Гидравлическая характеристика абонентских подсистем (АП) является наиболее универсальной формой представления граничных условий для решения задач анализа при управлении функционирующими системами. О необходимости совершенствования форм представления гидравлических эквивалентов АП говорилось в работе [1].

Несмотря на то, что диапазон изменения гидравлического сопротивления невелик, представляется целесообразным формировать его как минимум из трех составляющих. Их вид, вероятно, принципиального значения не имеет, то есть формой представления может быть выбрано непосредственно гидравлическое сопротивление, либо ком-

плекс двух метрических параметров (длины и диаметра). Первая составляющая представляет из себя сопротивление АП, отвечающее номинальной работе распределительной системы. Этой составляющей можно довольствоваться лишь для приближенных прогнозов режимов функционирования системы, как например это делается при решении задач анализа возмущенного состояния.

Вторая составляющая предназначена для учета реакции потребителей на различные возмущающие воздействия, возникающие в системе. Скорее всего она должна представлять из себя функцию сопротивления от давления среды на вводе в абонентскую подсистему.

Наконец третья составляющая задает изменение гидравлического сопротивления в зависимости от временного фактора, то есть выражает стохастичность потребления. Как известно прогнозу потребления целевого продукта в гидравлических системах посвящено достаточно много исследований [2]. Однако представление результатов непосредственно в виде конкретных величин отборов является не совсем удобным. Действительно, без учета взаимодействия распреде-

лительной системы и АП такие данные можно рассматривать лишь как заявку на отбор целевого продукта, а не как информацию, допускающую использование в качестве граничных условий первого рода, поскольку лишь в результате вычислительного эксперимента можно установить каков должен быть узловой потенциал, достаточный для преодоления гидравлического сопротивления абонента.

Таким образом для корректного анализа ГС в задачах управления (оптимизации) [2] режимами функционирования удобнее использовать гидравлические характеристики АП как более универсальную форму граничных условий. Чем выше ранг задачи, тем более жесткие требования должны предъявляться к гидравлической характеристике АП. В этом смысле диагностики утечек представляет из себя задачу особенно чувствительную к качеству исходных данных.

Второй вид задач, имеющих вспомогательное значение для диагностики утечек [3] формирует автономную проблему, заключающуюся в установлении оптимальной плотности манометрической съемки на функционирующем объекте [4]. Под оптимизацией здесь подразумевается выбор количества и месторасположения тех узлов расчетной схемы, установление датчиков давления в которых гарантировало бы диагностику утечки в любом элементе системы.

Автономность этой задачи очевидна, поскольку ее можно решать в точной постановке (без учета погрешности приборов) задавшись минимальным значением утечки, на которое должна реагировать система слежения. Варьируя координатой утечки и размещением источников манометрической съемки вероятно можно добиться решения, хотя объем вычислений здесь может быть весьма существенным.

Задачу оптимального размещения датчиков давления и расхода предлагалось решать и другими методами. Например в [5] утверждается, что она может быть формализована как оптимизационная, причем для сокращения объема вычислений применяются

линеаризованные модели установившегося потокораспределения. Рациональность линеаризации не подлежит сомнению, что подтверждается и предложенными алгоритмами. Однако экстремальный характер этой задачи видимо ограничивается лишь содержательной сущностью и не распространяется на подходы к решению (так называемые задачи структурной оптимизации). Для задач этого класса, как уже отмечалось ранее, даже если удастся сформулировать критерий оптимизации (то есть определить размерность целевой функции), непреодолимые трудности возникают при попытке ее выражения через независимые координаты. А в данном случае вызывает затруднение даже сам вид целевой функции, поскольку традиционные критерии оптимизации (экономичность, надежность и т.д.) не имеют к этой задаче никакого отношения.

Таким образом решение задачи оптимального размещения датчиков по всей видимости возможно только при статистическом подходе, основанном на систематизации результатов испытаний (имитационных расчетах) различных вариантов их установки. Возможно, что дальнейшие исследования позволят добиться его рациональной реализации за счет планирования и проведения эксперимента, основанного на применении статистических методов и т.д.

Третья задача направлена на установление момента возникновения утечки и, вероятно, является наиболее сложной задачей диагностики в целом. Алгоритмы предлагаемые в работе [5] вообще не касаются этой проблемы, так как наличие утечки постулируется априорно. В работе [5] ставится проблема идентификации утечек, причем вычислительный эксперимент предлагается проводить на данных, полученных в определенные интервалы времени суток, когда можно пренебречь потреблением. Естественно, что зная подачу и пренебрегая потреблением не сложно установить общий уровень утечек. Распределение их по узлам (в зависимости от уровня давлений) представляется сравнительно второстепенной за-

дачей.

Опираясь только на данные манометрической съемки определение наличия утечек любого вида маловероятно (исключая крупные аварии типа разрывов трубопроводов), поскольку полезной информацией в этом случае может служить только степень изменения давления. В тоже время колебания давления в сети - неизбежное явление, причина которого в основном заключается в стохастичности потребления. Отделить эти факторы друг от друга практически невозможно и для естественных утечек, и для всех видов несанкционированных отборов.

Таким образом говорить о каких-либо конкретных подходах реализующих этот этап диагностики утечек (по крайней мере для сложных систем) преждевременно. Но уже ясно, что без создания сопутствующих систем постоянного слежения, которые могут рассматриваться как первичное звено систем оперативного управления не обойтись [6]. Методологической основой их программного обеспечения вероятно станут методы оценки состояния при анализе потокораспределения [7] в сочетании с идентификацией отдельных параметров элементов.

При решении перечисленных задач требуется так же учитывать требования к надежности ГС. Надежность функционирующих ГС в основном достигается посредством транспортного или параметрического резервирования [8, 9], а так же структурного резервирования [10]. Резервирование в целом повышает надежность системы, факты их появления уменьшаются, но фактически невозможно добиться полного их устранения. Естественно, для новых или отремонтированных систем фактов появления утечек не много. В реальных условиях функционирующие системы старятся и на них воздействуют неблагоприятные воздействия случайного характера. Поэтому в периоды между плановыми ремонтами могут происходить аварии и хищения целевого продукта на ГС, которые мы классифицируем как несанкционированные отборы. Расчет риска возникновения аварий на системах тепло-газо- и

нефтепроводов рассматривается как современная техническая задача, учитывающая в том числе и экологические риски [11, 12, 13], рассчитываемые с помощью специализированных компьютерных программ [14]. При управлении функционированием и технической диагностике таких систем как газопроводы или нефтепроводы потребуются так же обеспечить конструктивную надежность [15, 16, 17] и информационную безопасность [18] объекта защиты при обработке информации в диспетчерских пунктах, полученную по данным манометрической съемки.

Библиографический список

1. Квасов, И.С. Анализ и параметрический синтез трубопроводных гидравлических систем на основе функционального эквивалентирования: автореф. дис. доктора технических наук: 05.13.16 / И.С. Квасов. - Воронеж, 1998. - 30 с.
2. Евдокимов, А.Г. Моделирование и оптимизация потокораспределения в инженерных сетях / А.Г. Евдокимов, А.Д. Тевяшев, В.В. Дубровский. - М.: Стройиздат, 1990.- 368 с.
3. Сазонова, С.А. Разработка метода дистанционного обнаружения утечек в системах газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 119-121.
4. Сазонова, С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 139-141.
5. Тевяшев, А.Д. Идентификация технического состояния водопроводной сети / А.Д. Тевяшев, С.И. Козыренко, Н.В. Гринчак // В кн.: 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. 17-20.

6. Сазонова, С.А. Комплекс прикладных задач оперативного управления, обеспечивающих безопасность функционирования гидравлических систем / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. - 2015. - № 2 (15). - С. 37-41.

7. Сазонова, С.А. Разработка модели анализа невозмущенного состояния системы теплоснабжения при установившемся потоко-распределении / С.А. Сазонова // Интеллектуализация управления в социальных и экономических системах. Труды Всероссийской конференции. - 2006. - С. 57-58.

8. Сазонова, С.А. Транспортирование резервирование систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 2. - С. 99-101.

9. Сазонова, С.А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2015, №4(34). - С. 440-448.

10. Сазонова, С.А. Структурное резервирование систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2010. - Т. 6. - № 12. - С. 179-183.

11. Жидко, Е.А. Совершенствование организации управления экологическими рисками промышленного предприятия / Е.А. Жидко, В.Я. Манохин // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: высокие технологии. Экология. - 2010. - № 1. - С. 13-17.

12. Жидко, Е.А. Разработка математической модели рассеивания в приземном слое атмосферы частиц золы и технология ее утилизации в строительстве / Е.А. Жидко // Дис-

сертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2002.

13. Манохин, М.В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, Е.И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2015, №4(34). - С. 370-376.

14. Золотарев, В.Л. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опасных веществ на людей и экологию с программной реализацией / В.Л. Золотарев, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 8-16.

15. Пат. № 2371555 Российская Федерация МПК7 Е 04 G 11/04. Сооружение, введенное на несъемной пневматической опалубке / Николенко С.Д., Казаков Д.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ВГАСУ. - № 2008122797/03; заявл. 05.06.2008; опубл. 27.10.2009, бюл. № 30.

16. Пат. № 2415237 Российская Федерация МПК7 Е 04 G 11/04. Быстровозводимое сооружение на базе пневматической опалубки / Николенко С. Д., Казаков Д. А., Михневич И. В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ВГАСУ. - № 2009139731/03; заявл. 27.10.2009; опубл. 27.03.2011, бюл. № 9.

17. Надежность технических систем и техногенный риск: учебн. пособие / сост.: С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - 148 с.

18. Жидко, Е.А. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Интернет-журнал Науковедение. - 2014. - № 2 (21). - С. 33.

УДК 004

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, студент магистратуры М.С. Кириллов
Россия, г.Воронеж, E-mail: maximus@ca-мн.рф

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
students of a magistracy M.S.Kirillov
Russia, Voronezh, E-mail: maximus@ca-мн.рф

М.С. Кириллов

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ПРИ ВЫБОРЕ КОМПЛЕКТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ

Аннотация: проводится анализ метода анализа иерархий и рассматривается его практическое применение для проблемы выбора комплектации автомобиля

Ключевые слова: система, поддержка принятия решений, метод анализа иерархий

M.S. Kirillov

APPLICATION OF THE METHOD OF ANALYSIS HIERARCHIES BY SELECTING THE VEHICLE EQUIPMENT

Abstract: The analysis of the analytic hierarchy process and considered its practical application to the problem of choosing the vehicle equipment

Keywords: system, decision support, analytic hierarchy process

Проблемы, возникающие при принятии решений, пронизывают всю человеческую деятельность. Качественное решение таких задач зачастую является более важным для успеха деятельности, чем наличие ресурсов. В связи с этим в настоящее время знания и интеллектуальный капитал (вследствие того, что позволяют принимать правильные решения), считаются самым важным, ключевым или стратегическим ресурсом.

Современные фирмы и государства преуспевают в конкурентной борьбе и живут лучше остальных не потому, что они работают больше остальных, а потому, что их руководство принимает правильные решения.

В то же время принятие правильного (оптимального) решения, – это не такое простое дело и требует коллективных усилий большого количества людей, – менеджеров, специалистов по знаниям и моделированию, ответственных лидеров.

Поддержка принятия решений заключается в помощи лицу, принимающему решение (ЛПР) в процессе принятия решений.

Системы поддержки принятия решений (СППР) являются человеко-машинными объектами, которые позволяют лицам, при-

нимающим решения, использовать данные, знания, объективные и субъективные модели для анализа и решения слабоструктурированных и неструктурированных проблем.

Одним из самых известных методов применяемых в СППР является метод анализа иерархий (МАИ). Метод анализа иерархий — математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение (ЛПР), какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению [2]. В данном основе данного метода наряду с математикой заложены и психологические аспекты. МАИ позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения. Метод анализа иерархий используется во всем мире для принятия решений в разнообразных ситуациях: от управления на межгосударственном уровне до решения отраслевых и частных проблем в бизнесе, промышленности, здравоохранении и образовании. Для компьютерной поддержки МАИ существуют

программные продукты, разработанные различными компаниями. Анализ проблемы принятия решений в МАИ начинается с построения иерархической структуры, которая включает цель, критерии, альтернативы и другие рассматриваемые факторы, влияющие на выбор. Эта структура отражает понимание проблемы лицом, принимающим решение. Каждый элемент иерархии может представлять различные аспекты решаемой задачи, причем во внимание могут быть приняты как материальные, так и нематериальные факторы, измеряемые количественные параметры и качественные характеристики, объективные данные и субъективные экспертные оценки. Иными словами, анализ ситуации выбора решения в МАИ напоминает процедуры и методы аргументации, которые используются на интуитивном уровне. Следующим этапом анализа является определение приоритетов, представляющих относительную важность или предпочтительность элементов построенной иерархической структуры, с помощью процедуры парных сравнений. Безразмерные приоритеты позволяют обоснованно сравнивать разнородные факторы, что является отличительной особенностью МАИ. На заключительном этапе анализа выполняется синтез (линейная свертка) приоритетов на иерархии, в результате которой вычисляются приоритеты альтернативных решений относительно главной цели. Лучшей считается альтернатива с максимальным значением приоритета [1].

Метод анализа иерархий содержит процедуру синтеза приоритетов, вычисляемых на основе субъективных суждений экспертов. Число суждений может измеряться дюжинами или даже сотнями. Математические вычисления для задач небольшой размерности можно выполнить вручную или с помощью калькулятора, однако гораздо удобнее использовать программное обеспечение (ПО) для ввода и обработки суждений. Самый простой способ компьютерной поддержки — электронные таблицы, самое развитое ПО предусматривает применение специальных устройств для ввода суждений

участниками процесса коллективного выбора. Порядок применения Метода Анализа Иерархий:

- Построение качественной модели проблемы в виде иерархии, включающей цель, альтернативные варианты достижения цели и критерии для оценки качества альтернатив;
- Определение приоритетов всех элементов иерархии с использованием метода парных сравнений;
- Синтез глобальных приоритетов альтернатив путем линейной свертки приоритетов элементов на иерархии;
- Проверка суждений на согласованность;
- Принятие решения на основе полученных результатов.

Первый шаг МАИ — построение иерархической структуры, объединяющей цель выбора, критерии, альтернативы и другие факторы, влияющие на выбор решения. Построение такой структуры помогает проанализировать все аспекты проблемы и глубже проникнуть в суть задачи.

Иерархическая структура — это графическое представление проблемы в виде перевернутого дерева, где каждый элемент, за исключением самого верхнего, зависит от одного или более выше расположенных элементов. Часто в различных организациях распределение полномочий, руководство и эффективные коммуникации между сотрудниками организованы в иерархической форме.

Иерархические структуры используются для лучшего понимания сложной реальности: раскладывается исследуемая проблема на составные части; затем разбиваются на составные части получившиеся элементы и т. д. На каждом шаге важно фокусировать внимание на понимании текущего элемента, временно абстрагируясь от всех прочих компонентов. При проведении подобного анализа приходит понимание всей сложности и многогранности исследуемого предмета.

После иерархического воспроизведения проблемы реализуется второй этап — установления приоритетов для критериев и

оценка альтернатив в соответствии с принципом дискриминации и сравнительных суждений. Проводится опрос лиц принимающих решения или экспертов. В МАИ элементы проблемы сравниваются попарно по отношению к их воздействию («весу», «интенсивности») на общую для них характеристику. Очевидно, что установление важности элементов при попарном сравнении есть отражение способности человека к высказыванию относительных (сравнительных) суждений притом, что он обычно затрудняется сразу оценить многоаспектную проблему в целом.

Пусть A_1, \dots, A_n – множество n элементов некоторого уровня иерархии и $\omega_1, \dots, \omega_n$ абсолютные веса или интенсивности этих элементов, которые нам неизвестны заранее. В рамках МАИ с участием ЛПР формируется матрица попарных сравнений элементов на основе субъективных суждений, численно оцениваемых по определённой шкале. На основе выраженных численно результатов попарных сравнений потом решается задача нахождения абсолютных весов. В идеале, при полной согласованности суждений матрица попарных сравнений имеет вид (рис. 1).

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	$\frac{\omega_1}{\omega_1}$	$\frac{\omega_1}{\omega_2}$	...	$\frac{\omega_1}{\omega_n}$
A_2	$\frac{\omega_2}{\omega_1}$	$\frac{\omega_2}{\omega_2}$	...	$\frac{\omega_2}{\omega_n}$
\vdots	\vdots	\vdots		\vdots
A_n	$\frac{\omega_n}{\omega_1}$	$\frac{\omega_n}{\omega_2}$	...	$\frac{\omega_n}{\omega_n}$

Рис. 1 – Матрица попарных сравнений при полной согласованности суждений

Матрица $A = \|a_{ij}\|$ является квадратной и обладает свойством обратной симметричности

$$a_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j} = \frac{1}{a_{ji}}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n} \quad (1)$$

Реально получаемые матрицы при

опросе людей не всегда являются полностью согласованными, то есть структура матрицы, представленная на рис. 1.4, нарушается.

Когда проблема представлена иерархически, матрица попарных сравнений составляется для сравнения относительной важности критериев на втором уровне по отношению к общей цели управления. Затем подобные матрицы строятся для парных сравнения альтернатив по отношению к каждому из критериев второго уровня. Матрица составляется, если записать сравниваемую цель (или критерий) вверху и перечислять сравниваемые элементы слева и сверху.

Для проведения субъективных парных сравнений разработана шкала относительной важности, представленная в таблице 1 [2].

Таблица 1.
Шкала относительной важности

Значение относительной важности или приоритетности	Определение ситуации
1	Равная важность (равный вклад в общую цель, отсутствие преимущества)
3	Умеренное превосходство одного над другим
5	Существенное (сильное) превосходство
7	Весьма значительное превосходство
9	Подавляющее превосходство
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения между двумя соседними суждениями (применяются в компромиссных ситуациях)

Таким образом, Значение элемента a_{ij} матрицы A , равное 5, означает, что i – ый элемент (критерий, альтернатива) имеет существенное превосходство над j – ым элементом и, напротив, важность (приоритетность) j – го элемента по отношению к i – му составляет всего $a_{ij} = 1/5$.

После формирования матриц попарных суждений наступает третий этап окончательного определения (синтеза) приоритетов, обеспечивающих получение осмысленных решений в рамках проблемы многокритери-

ального планирования.

Из группы матриц попарных сравнений формируется набор локальных приоритетов, который получается в результате определения собственных векторов для каждой матрицы. Собственные вектора нормализуются, формируя вектор приоритетов. Для опреде-

ления компонентов собственных векторов в МАИ используются оценки на основе геометрического среднего.

Определение геометрического среднего элементов строк полностью согласованной матрицы попарных сравнений A :

$$x_i = \sqrt[n]{\frac{\omega_i}{\omega_1} \times \frac{\omega_i}{\omega_2} \times \dots \times \frac{\omega_i}{\omega_n}} = \frac{\omega_i}{\sqrt[n]{\prod_{k=1}^n \omega_k}}, i = \overline{1, n}. \quad (2)$$

После нормализации вектора $x = (x_1, \dots, x_n)^T$ получаются компоненты вектора приоритетов

$$\tilde{x}_i = \frac{x_i}{\sum_{k=1}^n x_k} = \frac{\omega_i}{\sum_{k=1}^n \omega_k}, i = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Если теперь умножить матрицу A на вектор $x = (x_1, \dots, x_n)^T$, то получим

$$y = Ax = nx. \quad (4)$$

Приведённые соотношения (2), (4) означают, что в случае полной согласованности попарных суждений, что выполняются для матрицы, имеющей приведённый на рис. 2 вид, проводимые вычисления восстанавливают истинные веса элементов по результатам попарных сравнений. Это позволяет оценить степень их важности в целом. Полная согласованность попарных сравнений означает, что элементы матрицы A удовлетворяют уравнению

$$a_{ij}a_{jk} = a_{ik}. \quad (5)$$

Как уже отмечалось, получаемые на практике матрицы попарных сравнений не являются согласованными. Поэтому требуется оценить степень согласованности высказанных суждений. Полученные соотношения (2) – (4) определяют возможность подобной оценки степени согласованности суждений

для любой обратносимметричной матрицы. Действительно, как следует из соотношения (4) для полностью согласованной матрицы A , величина n играет роль собственного числа, соответствующего собственному вектору \tilde{x} . В общем же случае для любой обратносимметричной матрицы A' величина наибольшего собственного числа λ_{max} удовлетворяет неравенству

$$\lambda_{max} \geq n, A'\tilde{x} = \lambda_{max}\tilde{x}. \quad (6)$$

Поэтому величина

$$ИС = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

в МАИ используется в качестве индекса согласованности. Кроме того, вводится отношение согласованности

$$ОС = \frac{ИС}{ИС_r} \times 100\%, \quad (8)$$

где $ИС_r$ – индекс согласованности, получаемый при усреднении множества данных для матриц попарных сравнений при случайном равновероятном (то есть полностью не осмысленном) выборе количественных значений суждений из шкалы 1/10, 1/9, ..., 9, 10, но с сохранением свойства обратной симметрии [2].

Таблица 2.
Индекс согласованности при случайной оценке сравнений

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ИС _r	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Значения ИС_r приведены в таблице 2. Величина ОС считается приемлемой, если она имеет значение порядка 10% и менее. Если ОС выходит из этих пределов, то можно рекомендовать лицам, формирующим суждения, пересмотреть их с использовани-

ем дополнительной информации.

Таким образом, чтобы оценить степень согласованности реально получаемых в ходе опроса матриц попарных сравнений требуется рассчитать ИС, ОС на основе определения величины λ_{max} по следующим формулам:

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n y_i, y = (y_1, \dots, y_n)^T = A' \tilde{x}',$$

$$\tilde{x}' = (\tilde{x}'_1, \dots, \tilde{x}'_1), \tilde{x}'_i = \frac{x'_i}{\sum_{k=1}^n x'_k}, x'_k = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a'_{ik}},$$
(9)

где $A' = \|a'_{ij}\|$ – исследуемая матрица. Выражения (9) по сути повторяют цепочку выражений (1.2) – (1.4), проводимых для согласованной матрицы А.

После того как, возможно и не все с первого раза, получены достаточно согласованные оценки на различных уровнях и их локальные приоритеты, в МАИ осуществляется синтез глобальных приоритетов. Для этого по каждой i-й альтернативе вычисляется величина

$$\Gamma_i = \sum_{k=1}^{n_2} \tilde{x}_k^{(2)} \tilde{x}_i^{(3),k},$$
(10)

где $\tilde{x}_i^{(3),k}$ – компонент вектора локальных приоритетов $\tilde{x}_i^{(3),k} = (\tilde{x}_1^{(3),k}, \dots, \tilde{x}_{n_3}^{(3),k})^T$ для i – ой альтернативы третьего (нижнего) уровня относительно k – го критерия верхнего (второго) уровня; $\tilde{x}_k^{(2)}$ – компонент вектора $\tilde{x}_k^{(2)} = (\tilde{x}_1^{(2)}, \dots, \tilde{x}_{n_2}^{(2)})^T$ критериев второго уровня; n_2, n_3 – количество элементов, выделенных в иерархии на втором и третьем уровнях.

При проведении оценок следует иметь в виду все сравниваемые элементы, чтобы сравнения были релевантными. Нетрудно убедиться в том, что для проведения обоснованных сравнений не следует рассматривать более, чем 7..9 элементов. В таком случае маленькая погрешность в каждой относи-

тельной величине меняет её не очень значительно.

В некоторых задачах при формировании оценок попарных суждений следует учитывать совокупное мнение группы независимых участников опроса. В этом случае каждая оценка a_{ij} формируется как геометрическое среднее мнений участников.

$$a_{ij} = \sqrt[k]{\prod_{r=1}^k a_{ij}^{(r)}},$$
(11)

где $a_{ij}^{(r)}$ – $r = \overline{1, k}$ – мнения k участников опроса. Такое преобразование данных единственно обеспечивает обратносимметричный характер матрицы суждений.

Для применения МАИ к проблеме выбора автомобиля необходимо представить её в виде математической модели.

Выбор комплектации автомобиля можно представить в виде кортежа комплектующих и характеристик:

$$Y = \{C, E, A\},$$
(12)

где C – класс автомобиля

$$C = (1..n),$$
(13)

где n – количество существующих на рынке классов автомобилей, E – вид двигателя

$$E = (1..k),$$
(14)

где k – количество различных двигателей, устанавливаемых на данный класс автомобилей, A – набор комплектующих

$$A = (1..z), \quad (15)$$

где z – полный перечень, входящих в автомобиль комплектующих.

И конечная стоимость M конкретного автомобиля зависит от вышеперечисленных составляющих

$$M = f(Y) \quad (16)$$

Для выбора оптимального соотношения между конечной стоимостью и желаемым заказчиком набором комплектации необходимо применить систему поддержки принятия решения.

Математическая модель — один из вариантов модели, как системы, исследование которой позволяет получать информацию о

некоторой другой системе.

Основная цель разрабатываемой ИС – это поддержка в принятии решения выбора автомобиля. Следовательно, по МАИ вершиной иерархии будет «Удовлетворение покупкой автомобиля». Для осознанного выбора автомобиля необходимо определить требуемые критерии:

$$K = (1..z) \quad (17)$$

K – набор критериев.

Задача заключается в выборе одного из перечня автомобилей (альтернативы).

$$A = (1..n) \quad (18)$$

A – перечень всевозможных автомобилей.

Соответствующая нисходящая иерархическая декомпозиция представлена на рис. 2.

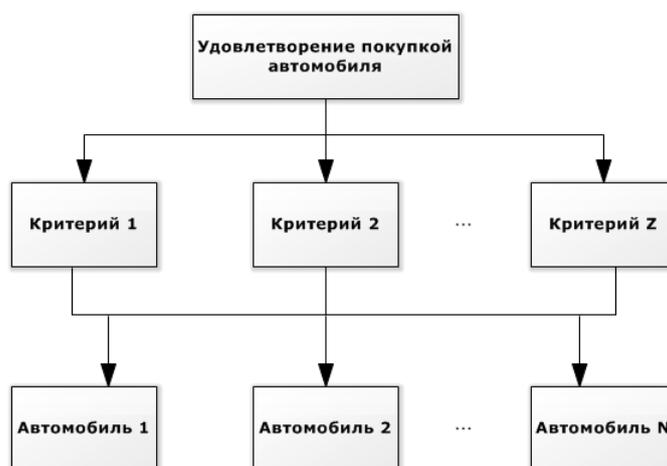


Рис. 2 – Формирование иерархии при решении проблемы «Покупка автомобиля»

Перечень критериев и автомобилей формируется непосредственно самим автосалоном, перед клиентом встает вопрос лишь о выборе необходимых критериев.

Далее необходимо установить приоритеты для критериев и оценить альтернативы. Для каждого критерия ставится в соответствие его оценка (1..9). Оценка производится клиентом, в соответствии с его требованиями. Оценка альтернатив производит менеджер. 1 – наименьшая важность критерия, 9 – наивысшая важность критерия.

Т.к. в большинстве случаев комплектующие различных автомобилей схожи и выполняют схожие функции, нет смысла да-

вать им различные оценки. Например, подушки безопасности – во всех автомобилях они одинаково работают и зачастую произведены одной и той же фирмой. Следовательно, оценку можно упростить до 1 и 9, т.е. есть ли в данном автомобиле данная комплектация или она отсутствует.

После формирования матриц попарных суждений производится синтез приоритетов по формулам 2-4. Получив локальный вектор приоритетов необходимо вычислить вектор глобальных приоритетов по формуле 10.

В табличной форме это можно представить следующим образом (таблица 3).

Таблица 3.

Табличное представление расчёта глобального вектора приоритетов

	$\tilde{x}_1^{(2)}$	$\tilde{x}_2^{(2)}$	...	$\tilde{x}_i^{(k)}$	Γ_i
Автомобиль 1	$\tilde{x}_1^{(3),1}$	$\tilde{x}_1^{(3),2}$	...	$\tilde{x}_1^{(3),k}$	Γ_1
Автомобиль 2	$\tilde{x}_2^{(3),1}$	$\tilde{x}_2^{(3),2}$	...	$\tilde{x}_2^{(3),k}$	Γ_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Автомобиль n	$\tilde{x}_n^{(3),1}$	$\tilde{x}_n^{(3),2}$	...	$\tilde{x}_n^{(3),k}$	Γ_n

После формирования вектора глобальных приоритетов по всем имеющимся в наличии автомобилям производится выборка наиболее подходящих клиенту (с наибольшим приоритетом), из которых клиент делает окончательный выбор.

Библиографический список

1. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH / А.

Леоненков. – СПб: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.

2. Саати Т. Принятие решение метод анализа иерархий / Т. Саати. – М.: Москва «Радио и связь», 1993 – 278 с.

3. Фоменко Н.А. Вариант практического применения метода анализа иерархий при согласовании результатов расчета в процессе ценки // <http://anf-ocenka.narod.ru/35.pdf>

УДК 004.021:004.75

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Старший преподаватель К.А. Маковий, кандидат экономических наук, доцент Ю.В. Хицкова, бакалавр С.В. Герус
Россия, г. Воронеж, E-mail: makkatya@mail.ru, prosvetovau@list.ru, sergey.gerus94@yandex.ru

Voronezh State Architecture and Civil Engineering, Senior teacher K.A. Makoviy, Ph.D. in Economics, associate professor Yu.V. Hitskova, bachelor S.V. Gerus
Russia, Voronezh, E-mail: makkatya@mail.ru, prosvetovau@list.ru, sergey.gerus94@yandex.ru

К.А. Маковий, Ю.В. Хицкова, С.В. Герус

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГИБРИДНЫХ ОЦЕНОК В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация: рассмотрен новый метод многокритериального принятия решений – метод гибридных оценок, который представляет собой усовершенствованный метод анализа иерархий и может быть использован для ранжирования функциональных и нефункциональных требований при разработке программного обеспечения

Ключевые слова: метод принятия решения, метод анализа иерархий, метод гибридных оценок, нефункциональные требования, функциональные требования

К.А. Makoviy, Yu.V. Hitskova, S.V. Gerus

THE USE OF HYBRID METHOD IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGY

Abstract: The new multiple-criteria decision-making method – Hybrid Assessment Method – is considered. It could be applied in context of prioritizing functional and non-functional requirements in software engineering

Keywords: decision-making method, analytic hierarchy process, hybrid assessment method, non-functional requirements, functional requirements

В процессе разработки программного обеспечения (ПО) разработчикам необходимо принимать множество решений, чтобы гарантировать достижение целей разработки

и удовлетворить максимальное количество требований заказчика. Полное удовлетворение всех требований зачастую невозможно и требует выбора между технологическими альтернативами, влияющими на стоимость решения. В последнее время делаются по-

© Маковий К.А., Хицкова Ю.В., Герус С.В., 2016

пытка применить классические методы принятия решений, чтобы получить ответы на следующие критические вопросы, такие как: каким нефункциональным требованиям должна удовлетворять система и какова последовательность их применения. Управление решения приходится принимать также в ситуациях выбора набора атрибутов качества приложения. Решение данных проблем может помочь разработчикам в создании продуктов или приложений, наилучшим образом удовлетворяющих ожиданиям всех заинтересованных сторон. Поэтому в последнее время появляется множество методов, которые позволяют структурировать или частично структурировать различные задачи разработки ПО путём формирования набора нефункциональных требований как критериев и ранжирования возможных функциональных параметров в качестве альтернатив, что позволяет принимать обоснованные решения в процессе разработки ПО [1].

Классически применяемый для этих целей метод анализа иерархий создан американским ученым Т. Саати и вырос в настоящее время в обширный междисциплинарный раздел науки, имеющий строгие математические и психологические обоснования и многочисленные приложения. Данный метод использует парные сравнения таким образом, чтобы лицо, принимающее решения, сравнивало все допустимые пары функциональных и нефункциональных требований для определения относительных весов.

Функциональные требования отвечают на вопрос «как система должна быть реализована», описывают поведение системы и сервисы, которые она выполняет, и зависят от типа разрабатываемой системы и от потребностей пользователей. Если функциональные требования оформлены как пользовательские, они, как правило, описывают систему в обобщенном виде. В противоположность этому, функциональные требования, оформленные как системные, описывают систему максимально подробно, включая ее входные и выходные данные, ис-

ключения и т.д.

Нефункциональные требования определяют, с соблюдением каких условий должна функционировать система. Они связаны с такими интеграционными свойствами системы, как надежность, время ответа или размер системы. Кроме того, нефункциональные требования могут определять ограничения на систему, например, на пропускную способность устройств ввода-вывода, или форматы данных, используемых в системном интерфейсе.

Функциональные и нефункциональные требования в методе анализа иерархий используются независимо друг от друга. Метод не рассматривает любые отношения между функциональными и нефункциональными требованиями для определения приоритетности удовлетворения их требований [2].

Методу анализа иерархий присущи следующие достоинства: он позволяет учесть множество мнений, т.е. поддерживает групповое принятие решений, предоставляет большие возможности для выявления противоречий в данных, и схема применения метода совершенно не зависит от сферы деятельности, в которой принимается решение.

Из недостатков можно выделить следующее: в рамках метода анализа иерархий нет средств для проверки достоверности данных, используется большое количество парных сравнений, вследствие чего пользователь должен заполнять много матриц, поэтому этот метод - очень трудоёмкий для лица принимающего решения и программиста.

С учетом достоинств и недостатков метода анализа иерархий был разработан «Метод гибридной оценки» или НАМ, который позволяет более эффективно формализовать задачи принятия решений в процессе разработки ПО. Он появился в результате интеграции двух немало известных методов: метода анализа иерархий и статистического метода расчета средневзвешенного. Целью интеграции было объединить положительные черты двух методов и получить в итоге метод, который объединяет в себе эффектив-

ность, понятность и парные сравнения [1].

Метод НАМ позаимствовал парные сравнения из метода анализа иерархий для автоматического определения весов нефункциональных требований; использует классическую матрицу принятия решений, ранжирует функциональные и нефункциональные требования.

НАМ является простым и эффективным методом, который сочетает в себе две матрицы: сравнения нефункциональных и функциональных требований. Данный метод позволяет принимать обоснованные решения по выбору системной архитектуры приложе-

ния, вариантов конкретной реализации ПО и др. Такие варианты рассматриваются как функциональные требования и представляют собой альтернативы. Чтобы избежать проблем согласованности относительно масштабов, в методе используется геометрическая шкала для оценки нефункциональных и функциональных требований и среднее геометрическое для определения рейтингов функциональных требований.

Процесс определения приоритетности критериев и альтернатив метода анализа иерархий и метода гибридных оценок отражен на рисунке 1 [2].

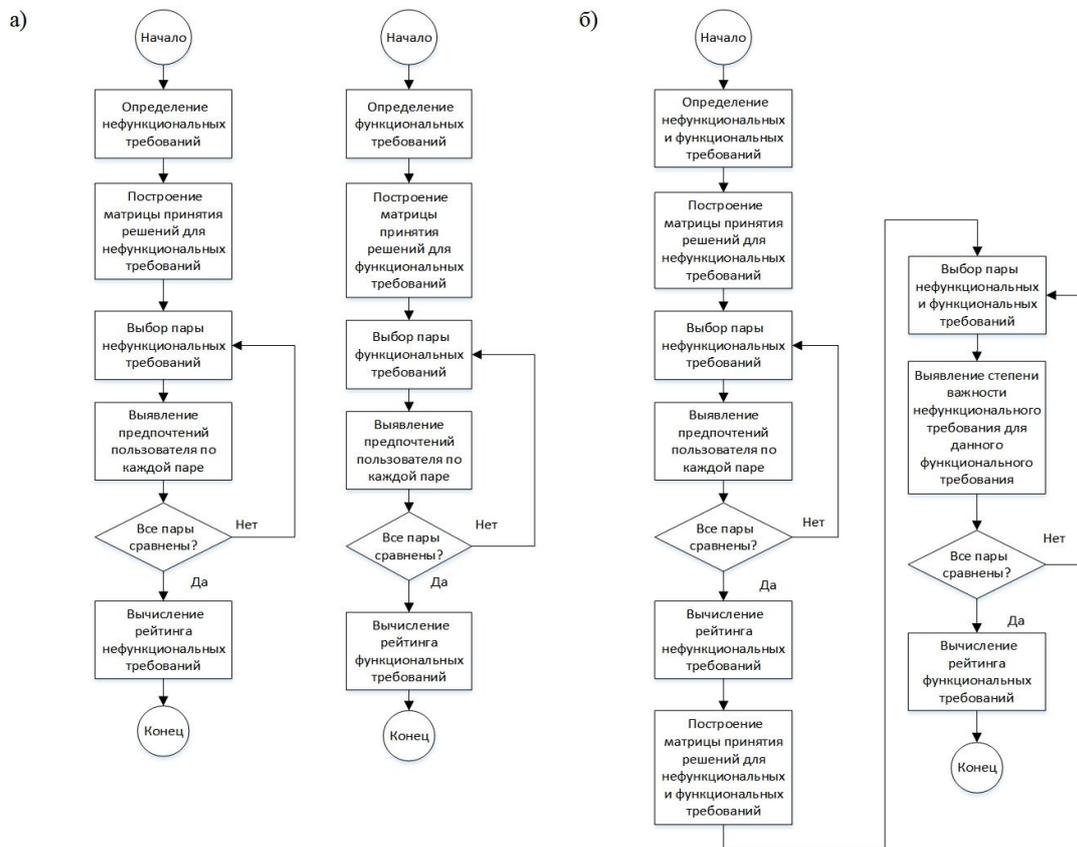


Рис. 1 - Процесс определения приоритетности критериев и альтернатив: а) МАИ, б) МГО

Метод гибридных оценок является гибким, последовательным методом. Он позволяет найти компромисс между функциональными требованиями в результате автоматического определения их относительной важности (веса), имеет удобный интерфейс, позволяет добавлять новые нефункциональные/функциональные требования в любое

время для выполнения новых расчётов, не имеет больших затрат времени из-за парных сравнений функциональных требований.

Недостатки данного метода заключаются в том, что он не является независимым от лица, принимающего решение методом, а только поддерживает принятие им обоснованного решения, не поддержива-

ет групповое принятие решений, для правильной оценки важности функциональных требований, требует углубленных знаний в той области, где нужно применить этот метод.

Этот метод разделяется на две фазы и состоит из пяти этапов. Первым этапом является выявление нефункциональных и функциональных требований. На втором этапе определяются коэффициенты, используя парные сравнения. Третий этап заключается в вычислении вектора приоритета функциональных требований и нормализации соответствующих весов. Эти три шага относятся к первой фазе и нужны для автоматизированного определения весов для ре-

шения матрицы. На 4 этапе выявляется вклад каждого функционального требования по отношению к каждому нефункциональному требованию, используя матрицу решений. И на 5 этапе производится расчёт окончательного рейтинга функциональных требований, используя среднее геометрическое и вес из шага 3. Последние два шага относятся ко второй фазе. [1]

Для оценки нефункциональных и функциональных требований в НАМ используется две шкалы: более понятная пользователю с положительными и отрицательными оценками и та, которая используется в процессе расчётов. Они представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Шкалы оценки нефункциональных и функциональных требований

Шкала, понятная пользователю	Шкала для расчётов	Лингвистическая интерпретация	Сравнение со шкалой МАИ
8	9/1	Чрезвычайно большая	9
6	9/3	Очень большая важность	7
4	9/5	Высокая важность	5
2	9/7	Средняя высокая важность	3
0	9/9	Равная важность	1
-2	7/9	Средняя низкая важность	1/3
-4	5/9	Низкая важность	1/5
-6	3/9	Очень низкая важность	1/7
-8	1/9	Чрезвычайно низкая важность	1/9

Пусть n_c – будет ряд нефункциональных требований, а n_a – количество функциональных требований. Второй этап вызывает лицо, принимающее решения. С помощью парных сравнений нефункциональных требований строится матрица размерностью n_c . Элементы в матрице – это значения C_{ij} , которые определяются с помощью шкалы, представленной в таблице. Остальные элементы матрицы определяются как $C_{ji} = 1/C_{ij}$, то есть обратной функцией. На третьем этапе, используя среднее геометрическое, вычисляется вектор приоритета для нефункциональных требований. Среднее геометрическое вычисляется по формуле[1]:

$$W_i = \sqrt[n_c]{\prod C_{ij}} \tag{1}$$

Нормализуя этот вектор, мы получим вектор нормированных весов NW . Он рассчитывается следующим образом[2]:

$$nw_j = \frac{W_j}{\sum W_j} \tag{2}$$

Вторая фаза начинается с того, что снова вызывается лицо, принимающее решения, и определяется значение функциональных требований по каждому нефункциональному требованию с помощью шкалы. Эти значения заносятся в матрицу, как a_{ij} .

На пятом этапе снова вычисляется среднее геометрическое [3], но с использованием веса из этапа 3.

$$r_i = \prod_{j=1}^n a_{ij}^{nw_j} \quad (3)$$

Затем полученный вектор нормализуется, давая рейтинг функциональных требований [4]:

$$Rate_Alt_i = \frac{r_i}{\sum r_i} \quad (4)$$

Таким образом, метод гибридных оценок – это метод принятия решений, который комбинирует парные сравнения с классической матрицей весов, значительно упрощает вычислительный процесс, и может быть применен к различному классу проблем.

Библиографический список

1 . RibeiroR. A.Hybrid Assessment

Methodfor Software Engineering Decisions. / R.A. Ribeiro, A.M. Moreira, P. van den Broek, A. Pimentel //Decision Support Systems, 51 - 2011 - pp. 208-219. ISSN 0167-9236

2 . Dabbagh M. e al. Functional and non-functional requirements prioritization: empirical evaluation of IPA, AHP-based, and NAM-based approaches. /M. Dabbagh, S. P. Lee, R. M. Parizi.// SoftComput. – 2015. – №7 – pp. 1-24.

3 . Dabbagh M. Application of Hybrid Assessment Method for Priority Assessment of Functional and Non-Functional Requirements. / M. Dabbagh, S. P. Lee, R.M. Parizi. // 5th International Conference on Information Science and Applications (ICISA2014) - pp 1-4, 6-9 May 2014, Seoul, Korea.

**Кафедра
информационных технологий и автоматизированного
проектирования в строительстве
представляет**

Специальность 230400 Квалификация – бакалавр

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
И ТЕХНОЛОГИИ**

Форма обучения – заочная

Телефон: (473) 276-39-72

E-mail: informsys_kaf@vgasu.vrn.ru



УДК 697.34

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет,
Канд. техн. наук, доцент М.С. Кононова
Россия, г. Воронеж, E-mail: kniga18@mail.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering,
Ph. D. in Engineering, assistant professor M.S. Kononova
Russia, Voronezh, E-mail: kniga18@mail.ru

М.С. Кононова

АЛГОРИТМ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

Аннотация: Приводится описание взаимосвязи различных параметров, влияющих на капитальные и эксплуатационные затраты в системах централизованного теплоснабжения жилой застройки. Предложен алгоритм определения оптимальной схемы теплоснабжения.

Ключевые слова: централизованное теплоснабжение, тепловые сети, теплообменник, тепловой пункт

M.S. Kononova

ALGORITHM OF A SELECT OF THE OPTIMUM SCHEME OF THE CENTRALIZED SUPPLY BY A HEAT BY A CORE OF BUILDING

Abstract: The exposition of correlation of the different parameters influencing to general and operation expenditures in systems of centralized supply heat a core of building is given. The algorithm of definition of the optimum scheme of supply by heat is proposed

Keywords: centralized of supply by heat, thermal webs, heat exchanger, thermal post

Структура систем централизованного теплоснабжения городской застройки предполагает наличие протяженных тепловых сетей. Задачей систем теплоснабжения является не только отопление зданий, но и подогрев воды из хозяйственно-питьевого водопровода для дальнейшей подачи ее в систему горячего водоснабжения. Вода подогревается в теплообменниках, количество которых влияет на капитальные и эксплуатационные затраты не только тепловых пунктов, в которых они установлены, но и тепловых сетей. Если для какой-то жилой застройки предусмотрен один тепловой пункт для нагрева горячей воды, то требуется прокладка трубопроводов горячего водоснабжения от это-

го теплового пункта до всех зданий-потребителей. В другом случае в каждом здании устанавливается теплообменник. При этом не требуется прокладка распределительных тепловых сетей, но увеличивается стоимость теплообменного оборудования. Между этими вариантами находится некоторое количество промежуточных вариантов, характеризующихся своими затратами. В настоящее время не существует однозначного решения задачи определения оптимального варианта схемного решения системы теплоснабжения с точки зрения технико-экономических показателей [1]. Рассмотрим некоторые аспекты решения этой задачи. На рис. 1 приведены две графические зависимости, иллюстрирующие различные варианты распределения затрат на сооружение систе-

мы теплоснабжения, из которых видно, что наименьшая стоимость может быть как у ва-

рианта с одним, так и с несколькими теплообменниками.

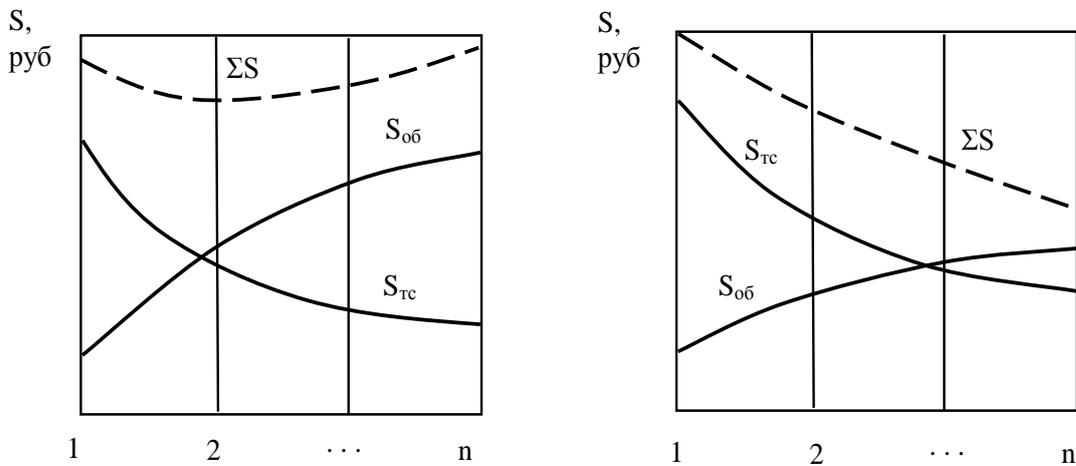


Рис. 1 - Варианты зависимости стоимости системы теплоснабжения от количества теплообменников: $S_{тс}$ – стоимость тепловой сети, $S_{об}$ – стоимость оборудования тепловых пунктов, ΣS – суммарная стоимость системы теплоснабжения, n – максимальное количество теплообменников, равное количеству подключенных теплообменников

В общем случае выбор того или иного варианта зависит от количества присоединенных зданий-потребителей, их этажности, удаленности друг от друга, а также некоторых других факторов [2]. Кроме того, для какой-то определенной застройки оптимальное количество теплообменников будет зависеть от выбранного способа прокладки тепловой сети [3-4]. Например, можно использовать стальные трубы в монолитной пенополиуретановой изоляции, второй вариант – гибкие гофрированные трубы из нержавеющей стали, третий – стеклобазальтопластиковые трубы и так далее. Каждый из этих вариантов отличается стоимостью основных элементов и соединительных частей. Описание вариантов решения этих локальных задач приведено в работе [5].

На рис. 2 приведены зависимости, иллюстрирующие случай, когда для одной и той же застройки рассматривается возможность применения нескольких вариантов конструкции тепловой сети, каждому из которых соответствует свое оптимальное значение количества теплообменников (n_1, n_2, n_3).

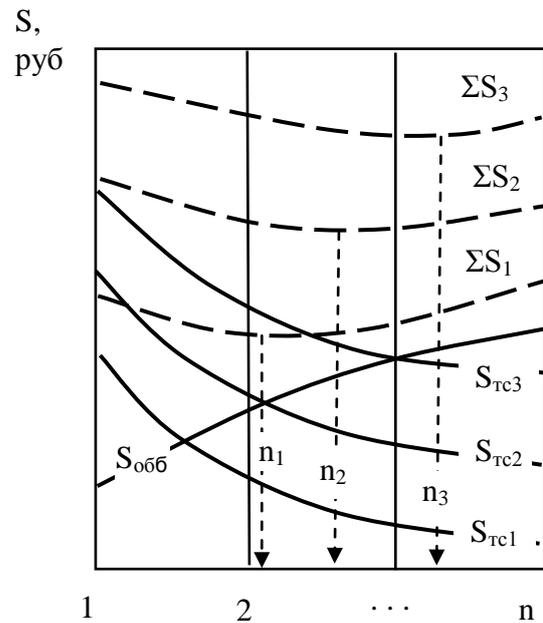


Рис. 2 - Зависимость стоимости системы теплоснабжения при различных вариантах прокладки тепловой сети

Кроме того, немаловажное значение имеет правильный выбор расчетных параметров теплоносителя, так как это определяет такие составляющие эксплуатационных затрат, как расход электроэнергии на транс-

портировку теплоносителя, а также потери теплоты трубопроводами тепловой сети. Взаимосвязь этих параметров между собой приведена на рис. 3. Алгоритм решения задачи определения оптимальных параметров транспортировки теплоносителя в тепловых

сетях приведен в работах [6-8].

Поставленная задача определения оптимальной схемы централизованного теплоснабжения может решаться в соответствии с разработанным алгоритмом, структура которого приведена на рис. 4.

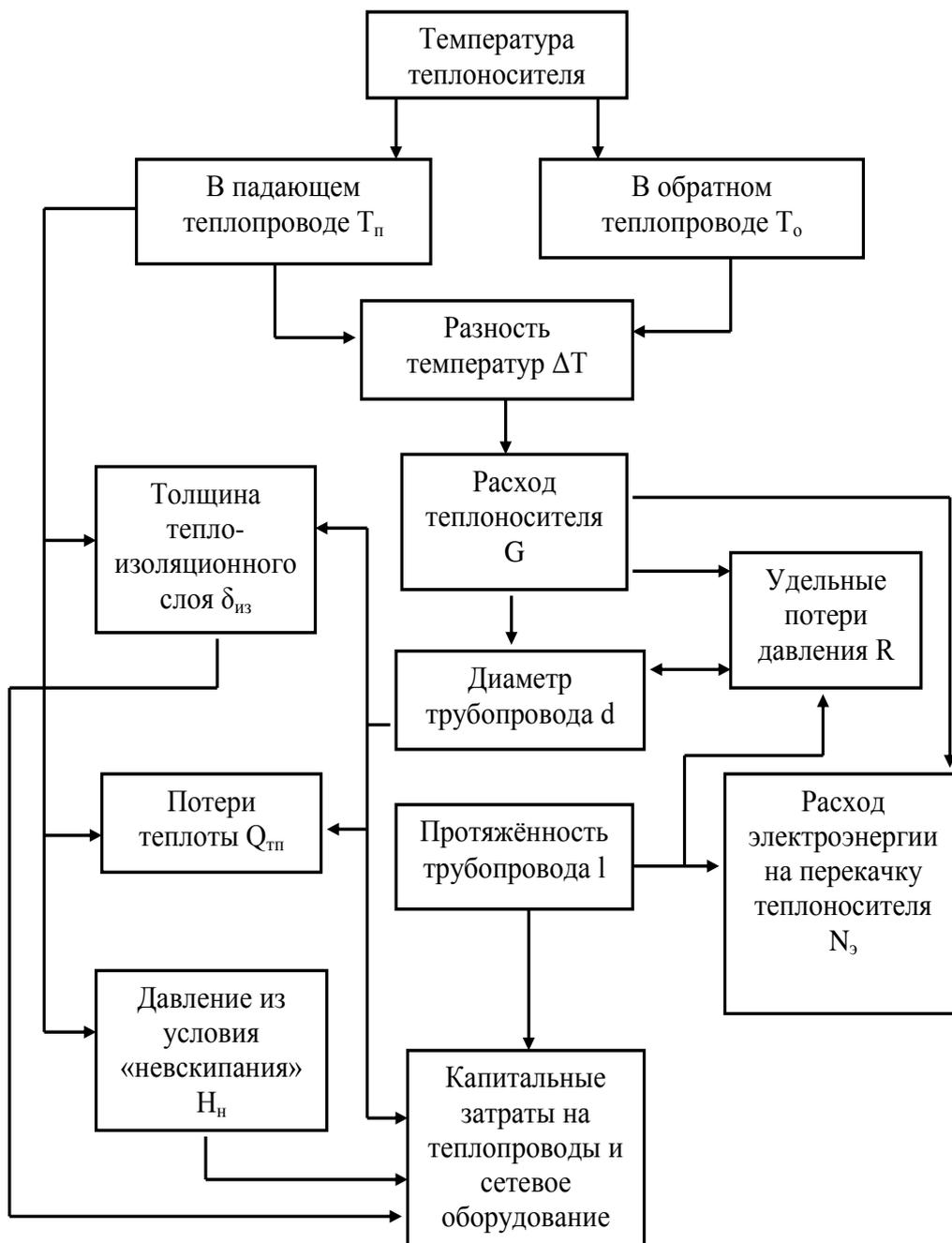


Рис.3 - Взаимосвязь технико-экономических параметров тепловой сети.

Представленный алгоритм может быть полезен специалистам, работающим в области проектирования новых и ре-

конструкции существующих систем централизованного теплоснабжения жилой застройки.

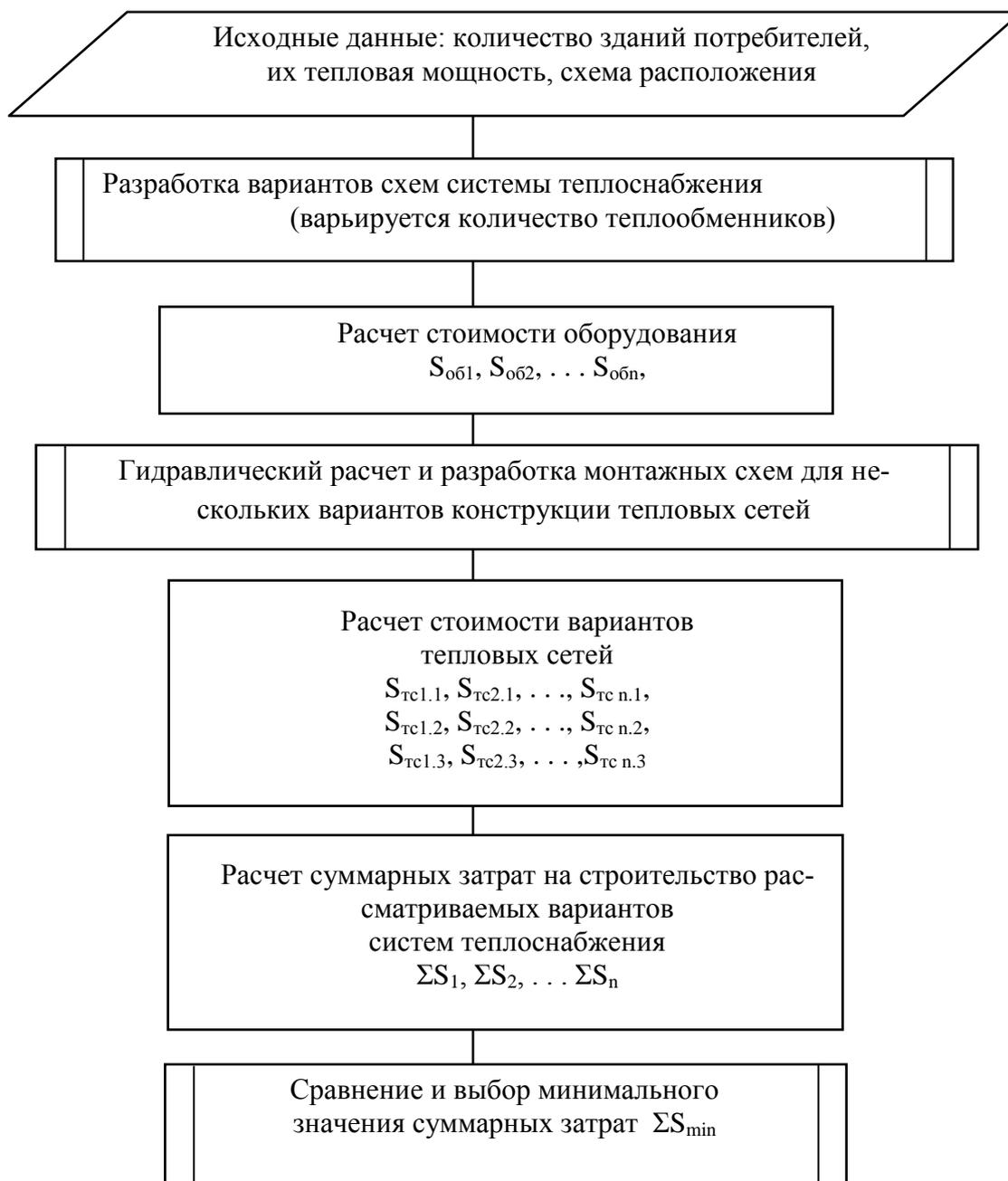


Рис. 4 - Структура алгоритма выбора оптимальной схемы централизованного теплоснабжения жилой застройки

Библиографический список

1. Кононова М.С. Сравнительный анализ вариантов расположения теплообменников в системах централизованного горячего водоснабжения жилой застройки // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2014. – № 11. – С. 49–54.
2. Кононова М.С. Исследование влияния некоторых геометрических параметров

зданий на их теплоэнергетические показатели / М.С. Кононова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2010. – № 9. – С.60–64.

3. Кононова М.С. Выбор приоритетных энергосберегающих мероприятий при реконструкции систем отопления зданий / М.С. Кононова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2006. – № 10. – С.

47–51.

4. Кононова М.С. Оценка энергосберегающего потенциала жилой застройки на основе анализа теплоэнергетических паспортов зданий / М.С. Кононова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2009. – № 10. – С. 105–109.

5. Кононова М.С. Сравнительный анализ технико-экономических показателей некоторых конструкций бесканальной прокладки тепловых сетей // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2013. – № 6. – С. 84–90.

6. Кононова М.С. О влиянии температуры теплоносителя на технико-экономические показатели проектируемых тепловых сетей / М.С. Кононова // Известия

высших учебных заведений. Строительство. – 2012. – № 10. – С. 67–73.

7. Кононова М.С. Определение оптимальных параметров транспортировки теплоносителя в тепловых сетях / М.С. Кононова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2005. – № 11-12. – С. 56–61.

8. Кононова М.С. Алгоритм расчета энергосберегающего потенциала зданий при автоматическом регулировании систем отопления / М.С. Кононова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2015. – №2(6). – С.71–74.

УДК: 616-053.5.007(470.324-201)

*Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко,
Кандидат медицинских наук, докторант О. А. Жданова
Ассистент О. В. Гурович
Россия, г. Воронеж, E-mail: olgavicg@yandex.ru*

*Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko,
Ph.D. in Medicine, associate professor, O.A. Zhdanova
Associate professor O.V. Gurovich
Russia, Voronezh, E-mail: olgavicg@yandex.ru*

О.А. Жданова, О.В. Гурович

АНАЛИЗ ДЛИНЫ И МАССЫ ТЕЛА ДЕТЕЙ ВОРОНЕЖСКОГО РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНДАРТОВ ВОЗ

Аннотация: Представлен сравнительный анализ длины и массы тела здоровых детей Воронежского региона в 1997-1999 и 2011-2014 годах с использованием методики расчета стандартных показателей ВОЗ. Современные дети имели достоверно более высокие средние значения Z-оценок длины и массы тела, чем дети, обследованные в 1997-1999 гг

Ключевые слова: длина тела, масса тела, дети, справочные показатели физического развития, Z-оценки

О.А. Zhdanova, O.V. Gurovich

ANALYSIS OF HEIGHT AND BODY WEIGHT CHANGES OF THE CHILDREN IN VORONEZH REGION USING WHO'S STANDARDS

Abstract: The article presents results of statistical analysis of the height and weight of healthy children living in Voronezh region in 1997-1999 and 2011-2014 using of WHO Growth Standards methods. The research shows that the children in Voronezh region in 2011-2014 had higher rates of Z-score in comparison with the same data in 1997-1999

Keywords: body height, body weight, children, standard of physical development, Z-score

Длина и масса тела являются важными показателями, характеризующими физическое развитие и состояние здоровья ребенка любого возраста. Исследования, проведенные ВОЗ в 1997 - 2003 гг., показали,

что оценка физического развития детей и подростков является надежным и ранним показателем неблагополучия в здоровье ребенка [1]. В 70-80-е годы XX столетия был описан феномен акселерации, т.е. ускорения роста и развития детей, затем, на рубеже XXI столетия, высказывались мнения о децелера-

ции, замедлении темпов физического развития. Для правильной оценки и анализа состояния здоровья детей необходимы регулярные измерения параметров физического развития, проводимые по одной и той же программе, в одной и той же популяции детей в разные годы. Такое изучение параметров физического развития позволяет оценить их динамические изменения в течение определенного времени и разработать региональные справочные показатели физического развития.

Для выявления современных тенденций изменения показателей физического развития детей Воронежского региона и разработки региональных справочных материалов нами проведено изучение длины и массы тела детей в возрасте от 1 года до 14 лет в 2011-2014 гг. в сравнении с данными 1997-1999 гг.

Материалы и методы

Исследования длины и массы тела проведены у 5237 детей Воронежского региона в возрасте от 1 года до 15 лет в 2011-2014 гг. Среди детей было 2844 мальчика (54,3%) и 2307 девочек (45,7%). Все исследования выполнены по унифицированной методике [2] специально обученным медицинским персоналом. Использовался аппаратно-программный комплекс, включающий ростомер РЭП-1, весы напольные медицинские электронные ВМЭН-150. Из исследования были исключены дети, имеющие эндокринную и другую хроническую патологию, а также родившиеся недоношенными. Для проведения анализа использовались z-оценки (значения z-score) массы и длины тела для данного возраста, вычисленные по стандартной методике ВОЗ с использованием программы WHO AntroPlus [3]. Из выборок были исключены наблюдения, z-оценки массы тела которых лежали вне интервала [-6,+5], z-оценки длины – [-6,+6]. Полученные значения длины и массы тела современных школьников сравнивались с данными справочных показателей физического развития детей Воронежской области, разработанными в 1997-1999 гг. [4]. Исследованная вы-

борка 1999-2000 гг. состояла из 10727 наблюдений детей в возрасте от 10 дней до 16 лет, средний возраст $7,2 \pm 4,0$ лет. Возрастные группы с 1 по 14 год жизни были представлены равномерно и составляли 7-8% от общего числа наблюдений. Мальчиков было 5371 человек (49,9%), девочек - 5356 детей (50,1%). Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.1.

Результаты

Показатели длины и массы тела детей Воронежского региона в 2011-2014 гг. значительно отличались от данных 1997-1999 гг. (таблица 1).

Как видно из представленных данных, в 1997-1999 гг. средние значения длины тела детей были несколько ниже стандартных показателей ВОЗ, а в 2011-2014 гг. они превысили указанные нормативы, что указывает на более высокий рост наших детей. Различия в длине тела детей, обследованных в 1997-1999 гг. и в 2011-2014 гг. статистически значимы ($p < 0,001$). Наблюдались статистически значимые различия значений длины тела между девочками и мальчиками, так среднее значение у девочек составляло $0,21 \pm 0,99$ и $0,27 \pm 1,05$ у мальчиков ($t = 2,0$, $p = 0,04$).

Средние значения массы тела детей в прошлые годы несколько превышали стандартные показатели ВОЗ, в текущем десятилетии эти отличия еще более выражены.

Получены достоверные отличия массы тела детей в 2011-2014 гг. от исследований 1997-1999 гг., подтверждающие общую тенденцию увеличения избыточной массы тела как у детей, так и у взрослых.

Увеличение массы тела современных детей наблюдается как у мальчиков, так и у девочек. Но у мальчиков среднее значение ($0,45 \pm 0,99$) статистически значимо выше, чем у девочек ($0,37 \pm 0,97$) ($t = 2,165$, $p = 0,03$). На рисунке 1 представлено распределение z-оценок массы тела детей в сравнении со стандартным распределением ВОЗ.

Таблица 1
Сравнительная характеристика Z-оценок длины и массы тела детей
Воронежского региона

Z-score	1997 – 1999 гг.		2011 – 2014 гг.	
	М ± СКО	Медиана	М ± СКО	Медиана
Длина тела для возраста (HAZ)	-0,14 ± 1,49	- 0,13	0,24 ± 1,02*	0,21
Масса тела для возраста (WAZ)	0,22 ± 1,10	0,22	0,41 ± 0,98*	0,40

*Статистически значимые различия показателей у детей 1 и 2 групп
(t-критерий, p<0,001)

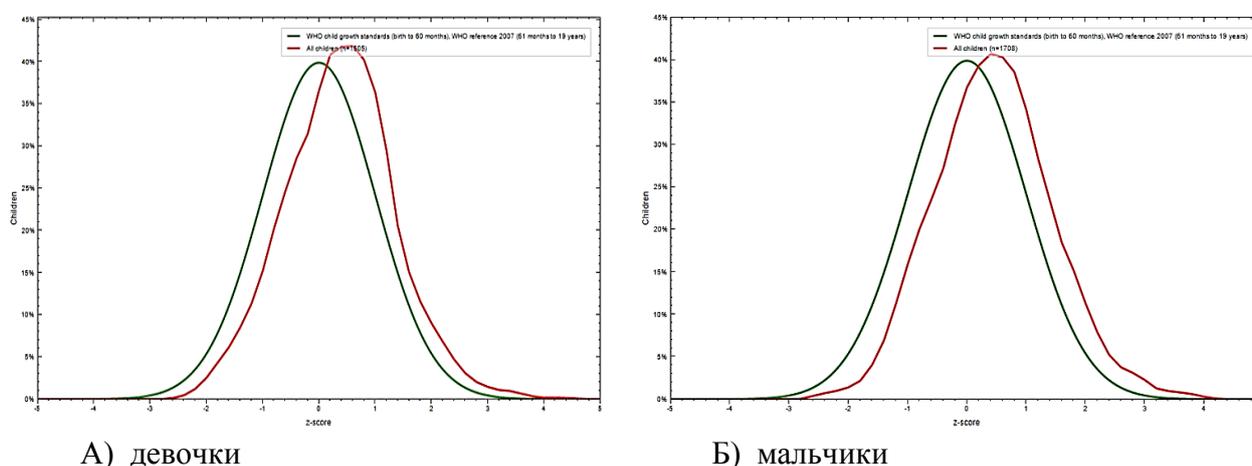


Рис. 1 – Распределение z-оценок массы тела девочек и мальчиков

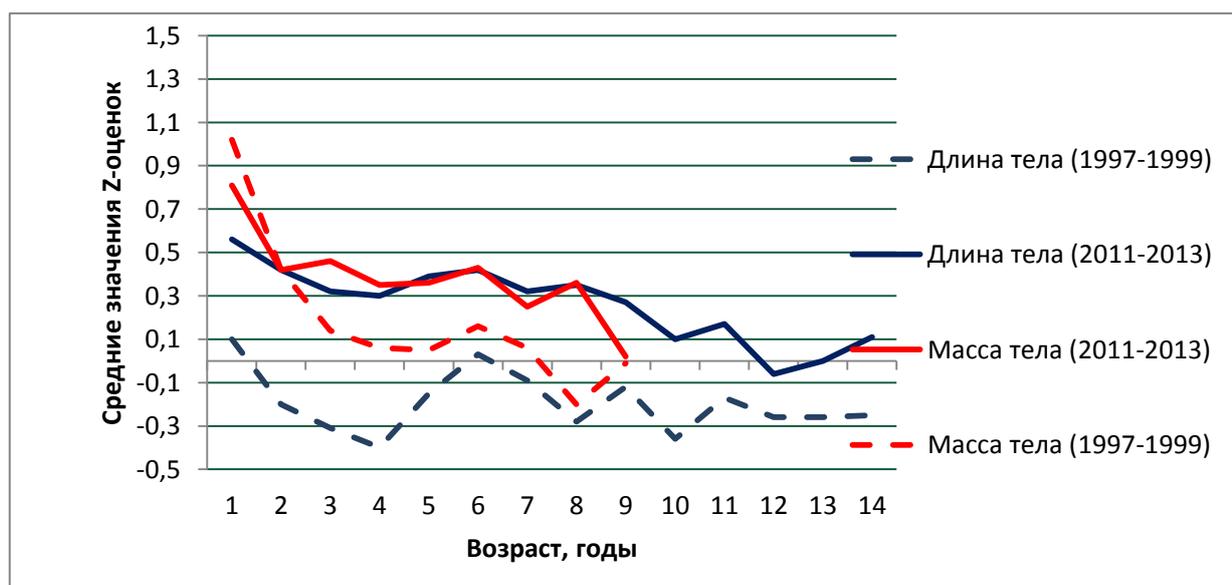


Рис. 2 – Средние значения Z-оценок

При изучении распределения z-оценок длины тела в разные возрастные периоды (рис. 2) видно, что наибольшие отличия от стандартных показателей получены у детей раннего и младшего школьного возраста (до 10-11 лет). С увеличением возраста детей, особенно в современной популяции, значения длины тела приближаются к средневозрастным показателям.

Значения массы тела у детей 1-2 года жизни значительно отличались от стандартных нормативов (рис. 2), с увеличением возраста детей они приближались к показателям ВОЗ и у детей 10 лет практически не отличались от международных значений.

Заключение

Современные дети имели достоверно более высокие средние значения Z-оценок длины и массы тела, чем дети, обследованные в 1997-1999 гг. У детей Воронежской области в 2011-2014 гг. установлены высокие положительные значения Z-оценок массы тела по сравнению со стандартами ВОЗ. Мальчики имели более высокие значения Z-оценок длины и массы тела по сравнению с девочками, наиболее

выраженные у современных детей (в 2011-2014 гг.).

Наибольшие отличия средних значений Z-оценок массы тела от стандартов ВОЗ в 2011-2013 гг. получены у детей в возрасте от 1 года до 8 лет, особенно у детей 1-2 года жизни.

Библиографический список

1. WHO child growth standards and the identification of severe acute malnutrition in infants and children. A Joint Statement by the World Health Organization and the United Nations Children's Fund. WHO and UNICEF 2009.

2. Баранов А.А. Оценка здоровья детей и подростков при профилактических осмотрах (руководство для врачей) / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева – М.: Династия, 2004. – 168 с.

3. WHO growth reference 5-19 years. Application tools. WHO AnthroPlus software.

4. Пенкин В.Н. Особенности длины и массы тела детей Воронежской области. Пособие для врачей / В.Н. Пенкин, В.П. Ситникова – Воронеж, 2003. – 22 с.

Авторизованный учебный центр Autodesk Воронежского ГАСУ
 приглашает на курсы
Autodesk AutoCAD 2013/2012
Autodesk 3ds Max 2013/2012
Autodesk Inventor 2013/2012
 При успешном окончании курсов выдается международный сертификат Autodesk

Продолжительность курса - 40 ак. ч.

*Адрес: 394006 г. Воронеж, ул. 20-летия Октября д. 84,
 корпус №7, второй этаж, кабинет №7210.*

Тел.: (473) 271-52-70, (473) 271-33-08, (473) 271-50-32

УДК 664.656.3

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени проф.
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
Доктор техн. наук, профессор А.А. Хвостов
Канд. техн. наук, доцент А.А. Журавлев
Канд. техн. наук, доцент А.А. Хаустов
Россия, Воронеж, E-mail: khvtol1974@yandex.ru

MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
Doctor of Sciences, Professor A.A. Khvostov
PhD, Associate Professor A.A. Zhuravlev
PhD, Associate Professor I.A. Khaustov
Russia, Voronezh, E-mail: khvtol1974@yandex.ru

А.А. Хвостов, А.А. Журавлев, И.А. Хаустов

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ СТРУКТУРНО-МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИБУТАДИЕНА В ХОДЕ СИНТЕЗА

Аннотация: Обсуждаются результаты синтеза математической модели связи параметров затухающих ультразвуковых колебаний в растворе полимера с его структурно-молекулярными характеристиками. Предложен метод непрерывного ультразвукового контроля свойств полимера в ходе синтеза

Ключевые слова: растворы полимеров, ультразвуковой контроль, неразрушающий контроль, структурно - молекулярные характеристики полимеров

А.А. Khvostov, A.A. Zhuravlev, I.A. Khaustov

ULTRASOUND CONTROL OF STRUCTURAL AND MOLECULAR PROPERTIES OF POLYBUTADIENE DURING THE SYNTHESIS

Abstract: The results of the synthesis of a mathematical model of relation of damping ultrasonic vibrations parameters in the polymer solution with its structural and molecular characteristics are discussed. A method for continuous ultrasonic estimation of the polymer properties during synthesis is proposed

Keywords: polymer solution, ultrasonic control, nondestructive control, structural and molecular properties of polymers

Для разработки метода ультразвукового (УЗ) контроля рассмотрим математическую модель движения макромолекулы под воздействием непрерывного и импульсного акустического возмущения.

Пренебрегая теплообменом, размерами макромолекулы, учитывая малость амплитуд колебаний, считая, что окружающая среда неподвижна, и что в начальный момент времени молекула находилась в состоянии покоя, рассмотрим одномерный случай колебательного движения материальной точки в вязкой среде под действием внешней силы, считая, что амплитуды свободных колебаний относительно невелики.

В общем случае вынужденное колебательное движение макромолекулы в вязкой среде может быть описано следующим уравнением [1]:

$$\frac{d^2 x(t)}{dt^2} + 2\lambda \cdot \frac{dx(t)}{dt} + \omega_0^2 x(t) = \frac{F(t)}{m} \quad (1)$$

где $x(t)$ - координата точки во времени, м; λ - коэффициент вязкости, 1/с; ω_0 - частота собственных колебаний макромолекулы, 1/с; m - масса, кг; $F(t)$ - вынуждающая сила, Н.

В методах акустических исследований наиболее распространенными являются методы непрерывного прозвучивания среды гармоническими и импульсными сигналами.

Для разработки математической модели колебательного процесса в случае импульсного возмущения УЗ преобразователем, необходимо, прежде всего, составить математическую модель правой части уравнения, т.е. модель вынуждающей силы. Представим сигнал в виде произведения несущего и модулирующего сигналов:

$$S_f(t) = V_s \cdot t \cdot e^{-D_s \cdot t} \cdot \sin(\gamma t) \quad (2)$$

где V_s - величина, характеризующая отклонение модулирующего сигнала от нуля; D_s - величина, характеризующая длительность модулирующего сигнала; γ - частота несущего сигнала.

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + 2\lambda \frac{dx(t)}{dt} + \omega_0^2 x(t) = \frac{V_s \cdot t}{m} e^{-D_s \cdot t} \sin(\gamma t)$$

$$x(t)|_{t=0} = 0, \frac{dx(t)}{dt}|_{t=0} = 0. \quad (3)$$

Общее решение этого уравнения получено в виде

$$x(t) = e^{-\lambda t} \cdot (C_1 \cdot \cos(\beta \cdot t) + C_2 \cdot \sin(\beta \cdot t)) + e^{-D_s t} [(E \cdot t + D) \cdot \cos(\gamma t) + (R \cdot t + M) \cdot \sin(\gamma t)] \quad (4)$$

где коэффициенты E, D, R и M являются функциями параметров уравнения (1); C_1, C_2 – константы интегрирования; $\beta = \sqrt{\lambda^2 - \omega_0^2}$.

Поскольку полученное решение полу-

чило громоздким и неудобным для использования, после анализа его параметров, полученных после экспериментальных исследований, оно было упрощено к виду

$$x(t) = [\cos(\gamma \cdot t) + \sin(\gamma \cdot t)] \cdot e^{-D_s t} \cdot t \cdot \frac{V_s}{(K_{\lambda 1} \cdot \lambda + K_{\lambda 2}) \cdot m \cdot (\gamma - \omega_0)} \quad (5)$$

где $K_{\lambda 1}, K_{\lambda 2}$ – параметры, зависящие от типа полимера и растворителя.

Сравнение результатов численного моделирования с экспериментальными данными показало качественное соответствие моделируемых колебательных процессов реальным процессам. На рис. 1

Рис. представлены модельные (а) и экспериментальные (б) зависимости $x(t)$

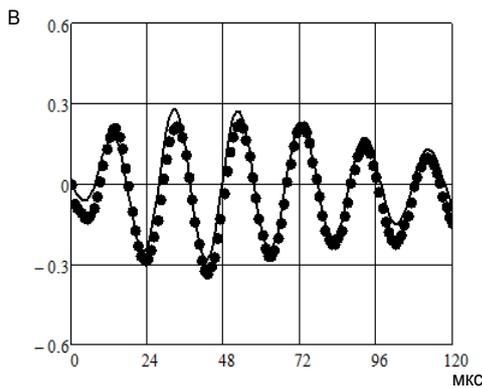


Рис. 1 – Модельная зависимость (а) и экспериментальная (б) оциллограмма возмущающего сигнала

Полученная математическая модель может быть использована для описания колебательных процессов частиц, происходя-

щих в вязкой среде раствора эластомеров при возмущении акустическими импульсами.

Для связи параметров уравнения (1) с показателями качества полимера использовались зависимости типа

$$C_p(m) = K_{c1} m + K_{c2} \quad (6)$$

где C_p – концентрация полимера; K_{c1}, K_{c2} – параметры математической модели связи параметра m с концентрацией полимера в растворе,

$$M_n = \left(\frac{\lambda}{K_{mn1}} \right)^{K_{mn2}} \quad (7)$$

где $K_{mn1}, 1/\alpha = K_{mn2}$ – параметры математической модели связи параметра λ со среднечисленной молекулярной массой полимера.

Аналогично получаем математическую модель связи параметра λ и средневзвешенной молекулярной массы полимера:

$$M_w = \left(\frac{\lambda}{K_{mw1}} \right)^{K_{mw2}} \quad (8)$$

где K_{mw1} , K_{mw2} – параметры математической модели связи параметра λ и средневзвешенной молекулярной массы полимера.

Схема устройства, реализующего УЗ метод непрерывного контроля концентрации, среднечисленной, средневзвешенной молекулярных масс полимеров в растворе, представлена на рис. 2.

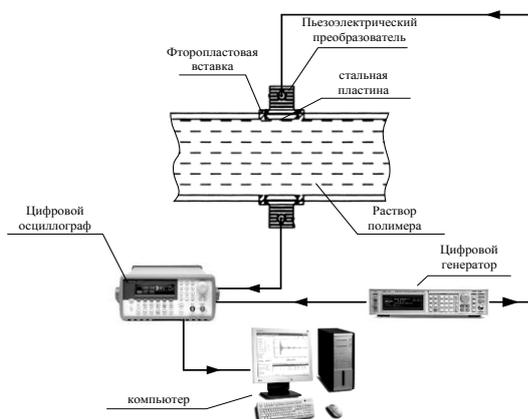


Рис. 2 – Установка непрерывного контроля физико-химических параметров полимеров в растворах в процессе полимеризации

Представленная установка состоит из цифрового высокочастотного генератора, цифрового осциллографа, компьютера и ультразвуковых преобразователей. Генератор посылает сигналы определенной частоты и амплитуды на излучающий ультразвуковой преобразователь (УЗП) и на цифровой осциллограф.

Возбужденные излучателем ультразвуковые колебания соответствующей частоты проходят через полимеризат, воспринимаются приемным УЗП, переводятся в колебания напряжения и поступают на цифровой осциллограф. Цифровой осциллограф регистрирует колебания в аналоговом виде, производит их оцифровку и передает информацию на компьютер, где при помощи специального программного обеспечения происходит расчет физико-химических параметров полимеризата.

Разработанные методы непрерывного контроля концентрации, показателей качества и молекулярно-массового распределения полимера акустическим способом могут быть использованы в автоматизированной системе управления процессом полимеризации, что позволит повысить оперативность контроля и управления, а также снизить количество брака. Схема интеграции методов контроля в АСУТП полимеризации представлена на рис. 3.

Возможность оперативного определения качества синтезируемого полимера позволяет в случае отклонений от регламента значений показателей качества корректировать их изменением расходов растворителя, мономера, компонентов каталитического комплекса и температуры в зоне реакции [2]. В этом случае повышается оперативность регулирования качества, что позволит снизить количество брака, образующегося за время осуществления контрольных лабораторных анализов с помощью традиционных методов гелипроникающей хроматографии.

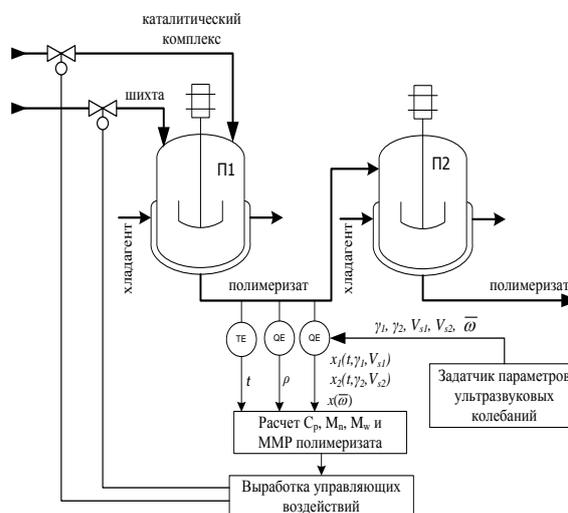


Рис. 3 – Схема интеграции методов контроля физико-химических параметров полимеров в автоматизированную систему управления

Возможность оперативного определения качества синтезируемого полимера позволяет в случае отклонений от регламента значений показателей качества корректировать их изменением расходов растворителя,

мономера, компонентов каталитического комплекса и температуры в зоне реакции [2]. В этом случае повышается оперативность регулирования качества, что позволит снизить количество брака, образующегося за время осуществления контрольных лабораторных анализов с помощью традиционных методов гелепроницающей хроматографии.

Библиографический список

1. Битюков, В.К. Молекулярно-кинетическое моделирование для систем ультразвукового контроля свойств раство-

ров полимеров [Текст]/ В.К. Битюков, С.Г. Тихомиров, А.А. Хвостов, А.Ю. Енютин// Системы управления и информационные технологии. – 2008. – №3.3(33). – С. 333-336.

2. Битюков В.К. Математическое моделирование объектов управления в химической промышленности [Текст]/ В.К. Битюков, С.Г. Тихомиров, С.В. Подкопаева, Е.А. Хромых, И.А. Хаустов, А.А. Хвостов / Воронежский государственный университет инженерных технологий. Воронеж, 2011. – 196 С.

УДК: 004.421

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Профессор, канд. Техн. наук, доцент Акимов В. И. Доцент, канд. Техн. наук Полуказаков А. В. Магистр Никулин С.Н. Россия, г.Воронеж, E-mail: PAV_75@mail.ru, ivan-sn-sergey@ya.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering Professor, PhD, Associate Professor Akimov V. I. PhD, Associate Professor Polukazakov A. V. Master Nikulin S. N. Russia, Voronezh, E-mail: PAV_75@mail.ru, ivan-sn-sergey@ya.ru

В.И. Акимов, А.В. Полуказаков, С.Н. Никулин

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ “УМНЫХ” ДАТЧИКОВ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация: В работе рассмотрена сущность и пути аппаратной и программной реализации линейного закона изменения входного сигнала “умного” датчика для систем и средств автоматизации. В ней раскрыт и реализован принцип работы данного метода, проанализированы полученные результаты, в области анализа и синтеза измерительных схем с датчиком

Ключевые слова: датчик, первичный преобразователь, линеаризация, условия линеаризации, нелинейный элемент, коэффициенты передач сумматоров, диапазон измерения

V.I. Akimov, A.V. Polukazakov, S.N. Nikulin

METHODS AND MEANS OF IMPLEMENTATION CONVERTER BASED ON "SMART" SENSOR FOR CONTROL SYSTEMS

Abstract: The paper deals with the nature and the way the hardware and software implementation of the linear law of the input signal is a "smart" sensor systems and automation equipment. It discovered and implemented the principle of the method, analyzed the results, in the analysis and synthesis of measuring systems with sensor

Keywords: sensor, flow sensor, linearization conditions linearization, nonlinear element, the coefficients of transmission adders span

В процессе разработки современных систем и средств автоматизации, продолжает оставаться проблема, устранения нелинейности функции преобразования входной физической величины в электрический сигнал.

В зависимости от типа датчика эта нелинейность может приводить к существенному ухудшению метрологических характе-

ристик измерительных каналов и к значительному усложнению работы исполнительных устройств и ухудшению технических параметров систем и средств автоматизации [1-3].

Традиционное решение этой проблемы состояло в добавлении в измерительный тракт нелинейных корректоров на базе операционных усилителей с использованием, в зависимости от схемы формирования сигнала

© Акимов В.И., Полуказаков А.В., Никулин С.Н., 2016

ла, обратных связей. С учетом характера нелинейности менялась структура нелинейного корректора [4-7].

При использовании “умных” датчиков можно повысить качество процесса корректировки за счет программных средств. Рассмотрению этой задачи посвящена предлагаемая работа.

Для измерительной схемы с датчи-

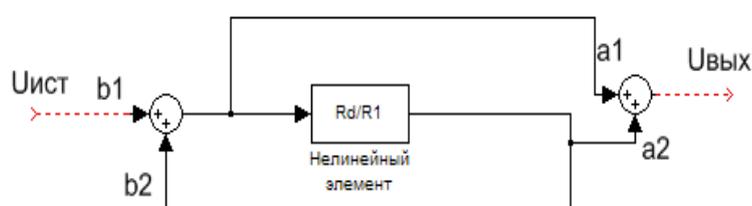


Рис. 1

На рисунке b_1 , b_2 , a_1 , a_2 - искомые коэффициенты; НЭ - нелинейный элемент (датчик); $U_{ист}$ - напряжение питания. Нелинейным элементом в исследуемой схеме служит сам датчик, имеющий нелинейный закон изменения сопротивления от интенсивности измеряемой величины, или простейшая цепь с датчиком (рис.2). Такая цепь состоит из операционного усилителя (ОУ) и датчика, включенного на вход ОУ либо в цепь обратной связи. Рассмотрим работу цепи (рис.2). Коэффициент передачи ОУ пропорционален отношению R_d/R_1 . При изменении величины внешнего воздействия изменяется сопротивление датчика R_d . Соответственно изменяется коэффициент передачи ОУ. Следовательно, коэффициент передачи ОУ $K(x)$ является функцией воздействия x .

Производим расчет параметров a_1 , a_2 , b_2 в среде MathCad для схемы с фото - резистором ФР - 117, включенным в цепь обратной связи ОУ. В качестве ОУ использовались микросхемы К740УД1А (LM42250). Зависимости $K(x)$, приведенные в таблице определялись экспериментально для диапазона освещенности от 0 до 10 лк. Алгоритм расчета параметров b и a строится следую-

ком неэлектрических величин (рис.1), синтезированной на базе последовательных функциональных преобразователей (ФП), разработан численный метод расчета коэффициентов передачи линейных элементов схемы, при которых обеспечивается линейный закон изменения выходного напряжения от внешнего воздействия.

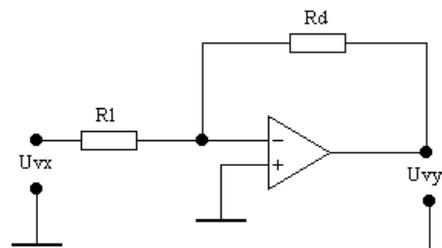


Рис. 2

щим образом:

Задаваемые данные:

- напряжение источника питания;
- значение, устанавливающее определенное напряжение питания;
- начальная величина требуемой линейной зависимости выходного напряжения;
- сопротивление резистора R_1 в цепи обратной связи;
- массив значений измеряемой величины;
- сопротивление резистора R_d ;
- угол наклона требуемой линейной зависимости выходного напряжения;
- получена при эксперименте таблица значений $K(x)$, характеристика нелинейного элемента для заданного диапазона измеряемой величины.

На основании перечисленных данных вычисляется массив значений выходного напряжения заданной зависимости:

$$y_i = p * x - q \quad (1)$$

где p - угол наклона требуемой линейной зависимости; x -массив значений измеряемой величины; q - начальная величина требуемой линейной зависимости выходного напряжения, определяется рабочим напряжением

датчика, соотношение между начальным сопротивлением R_d и сопротивлением резистора R_1 (влияния на линеаризацию не оказывает). Далее производятся вычисления коэффициентов передач a_1, a_2, b_2 первая итерация, для этого продифференцируем выражение (2) по параметрам a_1, a_2, b_2 . Приравняем нулю первые производные и определим значения параметров.

$$\sum_{i=1}^i (c[a_1 + a_2 K(x_i)] - y_i - b_2 y_i K(x_i))^2 = \min \quad (2)$$

где, i - переменная цикла; c - постоянная, равная значению устанавливаемому опре-

деленное напряжение питания $c = b_1 * U_{ист}$; $K(x)$ - получена при эксперименте таблица значений, характеристика нелинейного элемента для заданного диапазона измеряемой величины.

По выражению (3) рассчитывается массив значений выходного напряжения, также по выражению (4) рассчитывается относительная приведенная погрешность линеаризации. Где, ϵ' - малая величина. Если полюс дробной функции находится за пределами измерения, то выражение (1.4) можно записать в виде:

$$U_{вых} = \frac{b_1 U_{ист} (a_1 + a_2 K(x))}{1 - b_2 K(x)} \quad (3)$$

$$\epsilon' = \frac{b_1 U_{ист} (a_1 + a_2 K(x_i))}{1 - b_2 K(x_i)} - y_i \quad (4)$$

$$\epsilon = b_1 U_{ист} (a_1 + a_2 K(x_i)) - y_i - b_2 y_i K(x_i) \quad (5)$$

На второй итерации расчета параметры уточняются с помощью весовой функции

Выражение (2) на второй итерации принимает вид

$$L(x) = \frac{1}{(1 - b_2 K(x))^2} \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^i L(x_i) (c[a_1 + a_2 K(x_i)] - y_i - b_2 y_i K(x_i))^2 = \min \quad (7)$$

Процесс вычисления повторяется до тех пор, пока, не будут получены коэффициенты передач, при которых погрешность линеаризации станет наименьшей. Можно отметить, что уже на первой итерации рассчитываются коэффициенты, которые дают небольшую остаточную нелинейность и которые незначительно уточняются в процессе дальнейших вычислений (рис 3. – рис. 6).

По выше приведенному алгоритму произведен расчет параметров a_1, a_2, b_2 для схемы с фоторезистором ФР-765, включенным в цепь обратной связи ОУ. В качестве ОУ использовались микросхемы

K740УД1А (LM42250). Зависимость $K(x)$, приведенные в таблице, определялись экспериментально для диапазона освещенности от 0 до 10 лк.

Вычисление массива значений выходного напряжения (дробно рационального приближения):

$$U_{v2} := \frac{b_1 U_{ист} * (A_{12} + A_{22} * K_1)}{1 - b_{22} * K_1} \quad (8)$$

В данном случае, процесс вычисления коэффициентов передач происходит пять раз, т.е. производится пять итерации.

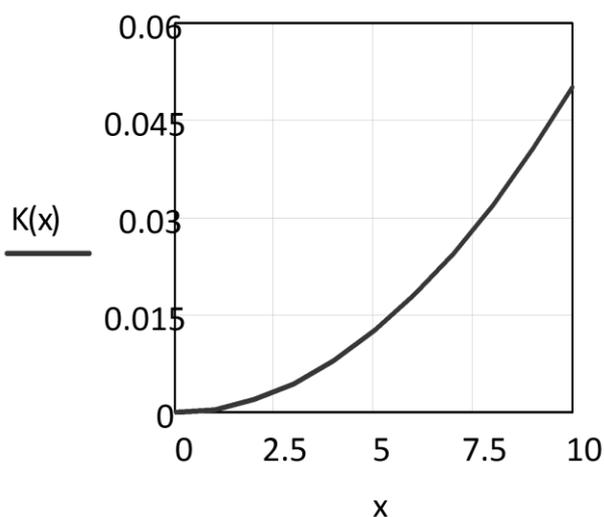


Рис.3 - Характеристика нелинейного элемента для освещенности от 0 до 10 лк

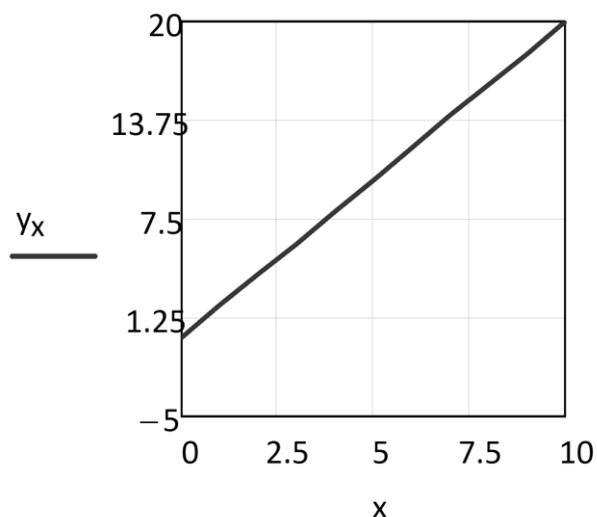


Рис.4 - Массив значений выходного напряжения

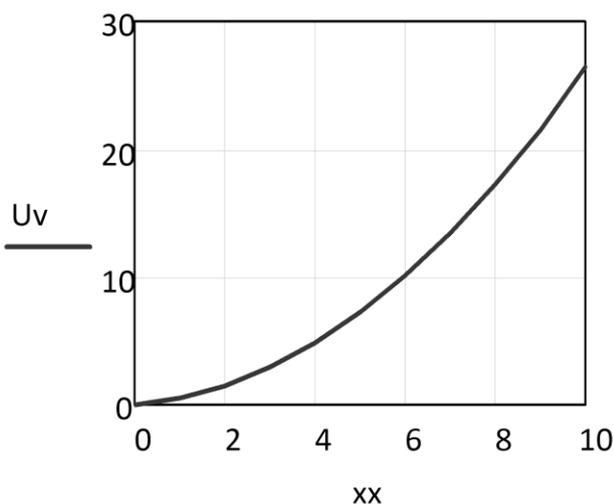


Рис.5 - Массив значений выходного напряжения (1 итерация)

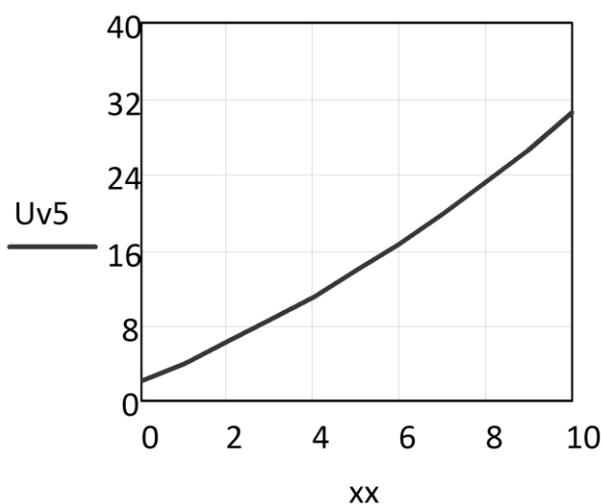


Рис.6 - Массив значений выходного напряжения (5 итерация)

Из выше приведенных графиков, можно проанализировать, что увеличение итерации расчета коэффициентов, приводит к более точным результатам, за счет чего, происходит качественная линеаризация характеристики датчика. Экспериментальные данные совпадают с расчетными. Остаточная нелинейность не превышает 1%.

Программная реализация имеет вид:
Листинг программы:

Расчет параметров:

Вычисление массива значений выходного напряжения (заданная зависимость):

$$y_x := p \cdot x - q$$

Приравнивание нулю первых производных:

$$a_1 := 0 \quad a_2 := 0 \quad b_2 := 0$$

Определение коэффициентов (первая итерация):

$$\begin{aligned}
 &A1_i := \text{for } i \in x \\
 &\quad \left| \begin{aligned}
 &F(a1, a2, b2) \leftarrow \sum_{x=0}^i \left[[b1Uist(a1 + a2 \cdot K(x))] - y_x - b2 \cdot y_x \cdot K(x) \right]^2 \\
 &Aa1_i \leftarrow \frac{d}{da1} F(a1, a2, b2) \\
 &A1_i \leftarrow Aa1_i
 \end{aligned} \right. \\
 &A2_i := \text{for } i \in x \\
 &\quad \left| \begin{aligned}
 &F(a1, a2, b2) \leftarrow \sum_{x=0}^i \left[[b1Uist(a1 + a2 \cdot K(x))] - y_x - b2 \cdot y_x \cdot K(x) \right]^2 \\
 &Aa2_i \leftarrow \frac{d}{da2} F(a1, a2, b2) \\
 &A2_i \leftarrow Aa2_i
 \end{aligned} \right. \\
 &B2_i := \text{for } i \in x \\
 &\quad \left| \begin{aligned}
 &F(a1, a2, b2) \leftarrow \sum_{x=0}^i \left[[b1Uist(a1 + a2 \cdot K(x))] - y_x - b2 \cdot y_x \cdot K(x) \right]^2 \\
 &Bb2_i \leftarrow \frac{d}{db2} F(a1, a2, b2) \\
 &B2_i \leftarrow Bb2_i
 \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

Вычисление массива значений выходного напряжения (дробно рационального приближения):

$$Uv := \frac{b1Uist(A1 + A2 \cdot K1)}{1 - B2 \cdot K1}$$

Вычисление достаточно малой величины в диапазоне измерений:

$$\varepsilon_{vv} := Uv - y$$

Уточнение с помощью весовой функции:

$$L_i := \frac{1}{(1 - B2 \cdot K1)^2}$$

Определение коэффициентов (вторая итерация):

$$a1 := A1_{gg} \quad a2 := A2_{gg} \quad b2 := B2_{gg}$$

$$\begin{aligned}
 &A12_i := \text{for } i \in x \\
 &\quad \left| \begin{aligned}
 &F1(a1, a2, b2) \leftarrow \sum_{x=0}^i \left[L_x \left[[b1Uist(a1 + a2 \cdot K(x))] - y_x - b2 \cdot y_x \cdot K(x) \right]^2 \right] \\
 &Aa1_i \leftarrow \frac{d}{da1} F1(a1, a2, b2) \\
 &A12_i \leftarrow Aa1_i
 \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &A22_i := \text{for } i \in x \\
 &\left. \begin{aligned}
 &F1(a1, a2, b2) \leftarrow \sum_{x=0}^i \left[L_x \left[[b1Uist(a1 + a2 \cdot K(x)) - y_x - b2 \cdot y_x \cdot K(x)]^2 \right] \right] \\
 &Aa2_i \leftarrow \frac{d}{da2} F1(a1, a2, b2) \\
 &A22_i \leftarrow Aa2_i
 \end{aligned} \right\} \\
 &B22_i := \text{for } i \in x \\
 &\left. \begin{aligned}
 &F1(a1, a2, b2) \leftarrow \sum_{x=0}^i \left[L_x \left[[b1Uist(a1 + a2 \cdot K(x)) - y_x - b2 \cdot y_x \cdot K(x)]^2 \right] \right] \\
 &Bb2_i \leftarrow \frac{d}{db2} F1(a1, a2, b2) \\
 &B22_i \leftarrow Bb2_i
 \end{aligned} \right\}
 \end{aligned}$$

Вычисление массива значений выходного напряжения (дробно рационального приближения):

$$Uv2 := \frac{b1Uist(A12 + A22 \cdot K1)}{1 - B22 \cdot K1}$$

И т.д. Процесс вычисления происходит в пять итерации.

Выводы

В работе, предложен один из методов реализации линейного закона изменения сигнала с выхода датчика. Метод заключается в поиске необходимых коэффициентов передач для сумматоров при нелинейности второго порядка, с помощью которых происходит коррекция и приближение заданной характеристики нелинейного элемента (датчика), к требуемой линейной зависимости. Данная программа актуальна т.к. решает следующие задачи:

- анализ измерительных схем, без помощи специализированных аппаратных средств;
- программная линеаризация нелинейной характеристики датчика;
- анализ скорректированной характеристики, обнаружение погрешности ошибки;
- повышение качества измерений в “умных” датчиках;
- улучшение метрологических характеристик измерительных каналов в системах и средствах автоматизации;

- повышение качества работы исполнительных устройств в системах автоматизации;
- увеличение точности технических параметров в целом систем и средств автоматизации;
- возможность коррекции возмущающих воздействий.

Библиографический список

1. Хадлстон К. “Проектирование интеллектуальных датчиков с помощью Micro-Chip dsPIC – К”/ МК Пресс 2008 – 320 с.
2. Горшков Б.Л., Селатьев В.И. “Методы практического конструирования при нормировании сигналов с датчиков” Москва 2010 – 311 с.
3. Пупков К.А. “Современные методы, модели и алгоритмы интеллектуальных систем” Москва 2008 – 154с.
4. Шатков А.П. “Разработка интеллектуального датчика угловой скорости” г. Вологда 2007 – 110с.
5. Марк Е. Хернтер “MultiSim7 современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств ” Москва 2010 – 494с.
6. Половко А.Н., Гпничев И.В. “MathCad для студента” Санкт – Петербург 2006 – 328с.
7. Ж.Аш “Датчики измерительных систем 1” Москва 1992 – 481с.

УДК 004.9

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, кафедра «Информационных технологий и автоматизированного проектирования в строительстве»

*Канд. техн. наук, доцент А.В. Ошивалов,
Россия, г.Воронеж, E-mail: u00806@vgasu.vrn.ru*

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, chair "Information technology and computer aided design in construction"

*Ph. D. in Engineering, associate professor A.V. Oshivalov,
Russia, Voronezh, E-mail: u00806@vgasu.vrn.ru*

А.В. Ошивалов

АДАПТАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО МЕЖВЕДОМСТВЕННОГО ОБМЕНА СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ К РАБОТЕ В СРЕДЕ СМЭВ 3.0

Аннотация: В статье дается описание изменений в архитектуре и функциональных возможностях информационной системы для межведомственного взаимодействия органов государственной власти на основе веб-сервисов для обеспечения работы в среде СМЭВ 3.0

Ключевые слова: СМЭВ, СЭМО, портал МВ, государственные слуги, электронный сервис, шлюз отправки запросов, веб-приложение, SOAP, XML

A. V. Oshivalov

ADAPTATION OF THE STATE INFORMATION SYSTEM OF ELECTRONIC INTERDEPARTMENTAL EXCHANGE OF SUBJECT OF THE RUSSIAN FEDERATION TO WORK IN THE ENVIRONMENT OF SMP 3.0

Abstract: The article describes the changes in the architecture and functionality of the information system for inter-agency cooperation of public authorities on the basis of web services to ensure operation in the environment of SMP 3.0

Keywords: SMP, SEIE, interagency Portal, government service, electronic service, send a request to the gateway, Web application, SOAP, XML

В связи с изменением методических рекомендаций по разработке электронных сервисов и применению технологии электронной подписи при межведомственном электронном взаимодействии, в рамках реализации постановления Правительства Российской Федерации от 19.11.2014 № 1222 «О дальнейшем развитии единой системы межведомственного электронного взаимодействия», одобрением на заседании подкомиссии по использованию информационных технологий при предоставлении государственных и муниципальных услуг правительственной комиссии по использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности Плана перехода на предоставление сведений в СМЭВ 3.0 с использованием единого электронного сервиса СМЭВ по Методическим рекомендациям по работе в СМЭВ версии 3.0, внесением изменений в законодательство Российской

Федерации, требующих осуществления межведомственного электронного взаимодействия с участниками СМЭВ, возникла необходимость развития СЭМО с использованием положительных результатов выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в 2013-2014 годах.

Типовая система электронного межведомственного обмена субъекта РФ (СЭМО) предназначена для обеспечения интерфейса пользователей, позволяющего формировать межведомственные запросы и ответы и обеспечивать их юридическую значимость посредством технологии электронной подписи при реализации органами власти полномочий по предоставлению государственных и муниципальных услуг, исполнению государственных и муниципальных функций в рамках электронного правительства [1].

В связи с требованием по переходу всех государственных ИС межведомственного взаимодействия на работу в среде СМЭВ 3.0 были разработаны и внедрены изменения

в архитектуре и функциональности ИС СЭМО.

Кроме того, для обеспечения непрерывности взаимодействия участников МЭВ при переходе от СМЭВ 2.0 к СМЭВ 3.0, взаимодействие осуществляется в едином поль-

зовательском интерфейсе и не требует дополнительно обучения персонала для работы в ИС СЭМО в среде СМЭВ 3.0.

На Рис. 1 показана схема взаимодействия подсистем СГИО 4.0 для СМЭВ 2.0.

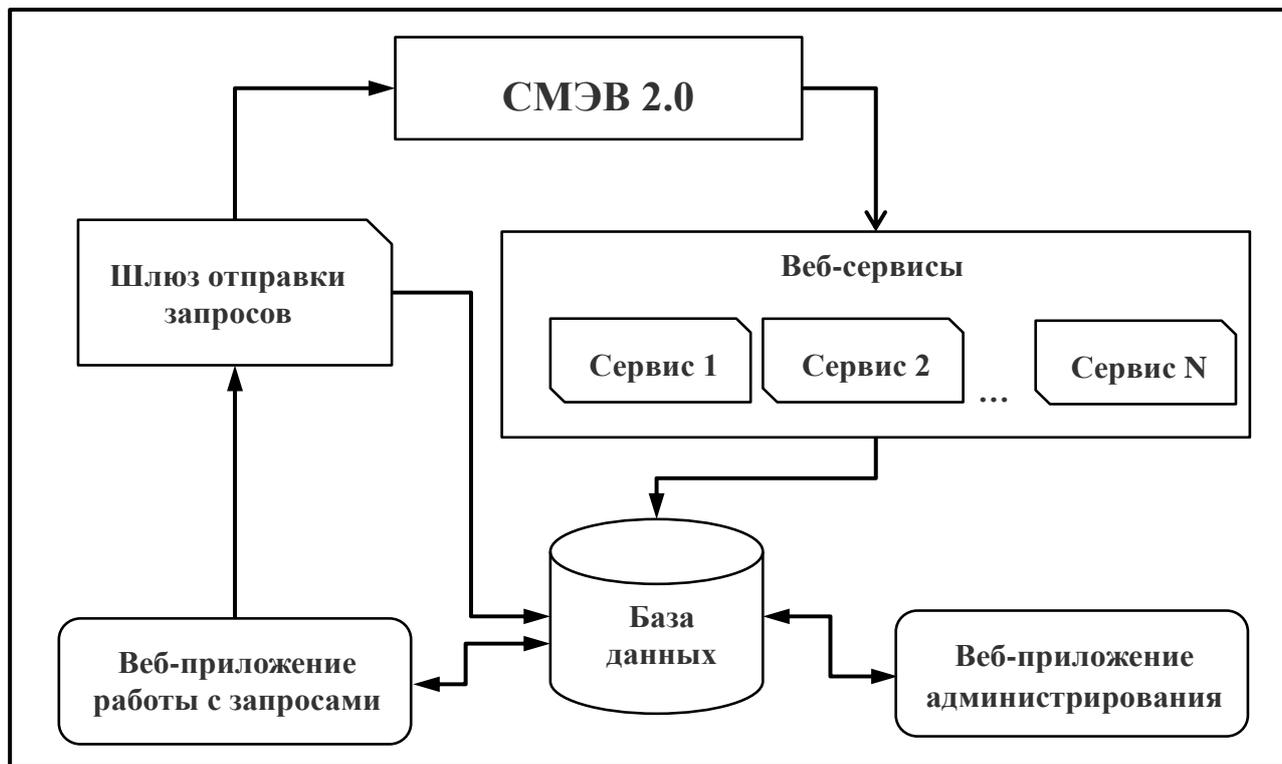


Рис. 1 - Схема взаимодействия подсистем СГИО 4.0 для СМЭВ 2.0

В отличие от СМЭВ 2.x взаимодействие в СМЭВ 3.x осуществляется в асинхронном режиме, в стиле электронной почты. Каждая из операций передачи/получения сообщения (с запросом или ответом) реализуется путем вызова соответствующего метода единого электронного сервиса СМЭВ. Передача сообщений через СМЭВ реализована с использованием механизма очередей.

В СМЭВ 3.x введена концепция «Виды сведений». Термин «вид сведений» применяется к данным передаваемых в рамках запросов на оказание государственных услуг в электронной форме, запросов связанных с выполнением государственных и муниципальных функций, а также запросов в рамках межведомственного взаимодей-

ствия, а также к широковещательным рассылкам.

Для работы в среде СМЭВ 3.0 была разработана дополнительная подсистема формирования пакетов сведений, внесены изменения в существующие подсистемы «Шлюз отправки запросов», «Веб-приложение работы с запросами» и «Веб-приложение администрирования». При этом изменения в интерфейсе пользователей были произведены минимальные, что обеспечило безболезненный и быстрый переход к работе в среде СМЭВ 3.0. Кроме того, в переходный период в ИС СЭМО обеспечивается одновременная работа в обеих версиях среды СМЭВ.

На Рис. 2 показана схема взаимодействия подсистем СГИО 4.0 для СМЭВ 3.0

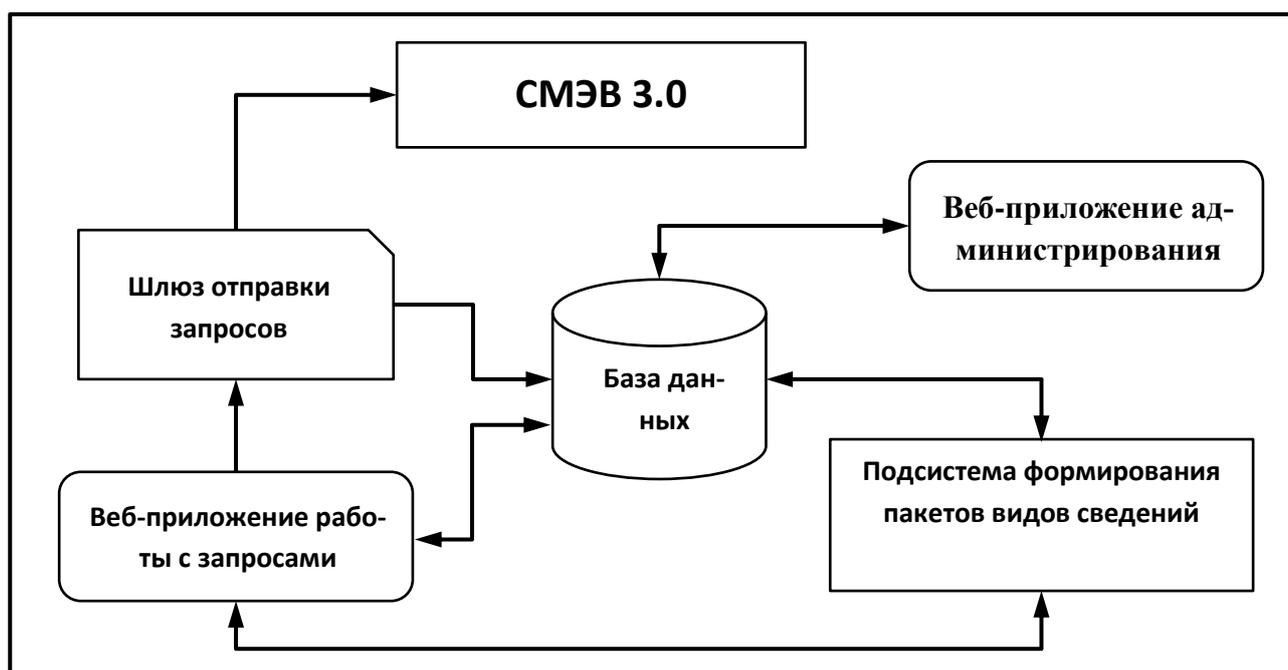


Рис. 2 - Схема взаимодействия подсистем СГИО 4.0 для СМЭВ 3.х

Для обеспечения работы ИС СЭМО в среде СМЭВ 3.0 в интерфейсе пользователя веб-приложения работы с запросами были произведены только терминологические изменения. Работа с видами сведений в ИС СЭМО была обеспечена в рамках единого интерфейса с запросами к веб-сервисам. В интерфейсе веб-приложения администрирования были добавлены элементы для управления видами сведений. В связи с более высокой квалификацией администрирующего информационную систему персонала появление нескольких дополнительных элементов интерфейса не приведет к необходимости переучивания персонала.

После полного перехода государственных ИС межведомственного взаимодействия на работу в среде СМЭВ 3.0 в ИС СЭМО будет отключена подсистема веб-сервисов и удалены соответствующие элементы пользовательского интерфейса, т.е. для пользователей данной системы такой переход произойдет прозрачно.

Таким образом, реализованное решение в виде дополнительной подсисте-

мы и внесения минимальных изменений в интерфейс пользователя позволяет, с одной стороны осуществлять взаимодействие в обеих версиях среды СМЭВ, а с другой не требует переучивания персонала для работы в измененной системе, что обеспечивает снижение затрат на переход к СМЭВ 3.0 для субъекта РФ при использовании ИС СЭМО. Такая возможность была обеспечена обоснованным выбором эффективной модульной архитектуры ИС СЭМО при первоначальном проектировании и разработке системы.

Библиографический список

1. Проскурин Д.К., Ошивалов А.В. Разработка типовой информационной системы электронного межведомственного обмена субъекта Российской Федерации. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. / - Воронеж: ГАСУ, № 2, 2015, С.86-92

УДК 004.3+378.146

Воронежский государственный медицинский университет
имени Н.Н. Бурденко,
Кандидат медицинских наук, докторант Жданова О. А.
Воронежский государственный архитектурно-строительный
университет, Канд. техн. наук, доцент, О.В. Минакова
Россия, г. Воронеж, E-mail: ominakova@vgasu.vrn.ru

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko
Ph.D. in Medicine, associate professor, O.A. Zhdanova
Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph. D. in Engineering, associate professor, O. V. Minakova
Russia, Voronezh, E-mail: ominakova@vgasu.vrn.ru

О. А. Жданова, О. В. Минакова

ПОСТРОЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ СПРАВОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: Описаны методы построения квантильно-регрессионных моделей показателей физического развития детей. Представлены результаты расчета моделей возрастной динамики длины и массы тела с применением LMS метода

Ключевые слова: физическое развитие, кривые развития, LMS-модель

О.А. Zhdanova, O.V. Minakova

MODELING REFERENCE INDICATORS PHYSICAL DEVELOPMENT OF CHILDREN VORONEZH REGION

Abstract: It gives the result of calculation the models of measured height and weight for boys and girls at every age. It's shown that attaining models allows to construct diagnostic screening and research physical development of children of different age and sex.

Keywords: physical development, development curves, LMS model

Основным инструментом популяционного и индивидуального мониторинга за состоянием здоровья и социально-экономической обстановкой являются справочные и стандартные показатели физического развития. Они описывают вариацию измерений внутри группы населения, считающейся здоровой. В педиатрической практике их представляют в виде таблиц значений 3-го, 10-го, 25-го, 50-го, 75-го, 90-го и 97-го процентиля для каждого года жизни, промежутки между которыми называют центильными коридорами. Оценка достигнутого уровня физического развития основывается на определении положения измеренного показателя в одном из семи центильных коридоров справочных значений ребенка того же пола и возраста [1].

Несмотря на активное использование стандартов, разработанных Всемирной Организацией здравоохранения, для России с ее обширными пространствами и многонациональным составом построение региональных справочников и диаграмм развития является

актуальным, как и их постоянный пересмотр.

В настоящее время для создания норм достигнутого физического развития используется степенная трансформация Бокса-Кокса эмпирического распределения к нормальному:

$$z = \begin{cases} \left(\frac{y}{M(x)} \right)^{L(x)} - 1 \\ \frac{L(x) \cdot S(x)}{\log(y/M(x))}, & L(x) \neq 0 \\ \frac{\log(y/M(x))}{S(x)}, & L(x) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

где y – значение измерения; z – нормально распределенное трансформированное значение исходного измерения y ; $L(x)$ – функция, представляющая возрастную зависимость степени трансформации, устраняющей асимметричность распределения показателя для заданного значения t ; $M(x)$ – функция, представляющая возрастную зависимость медианы показателя; $S(x)$ – функция, представляющая возрастную зависимость коэффициента вариации показателя.

Оценочные нормативы физического

развития представляют собой семейство условных распределений возрастных зависимостей длины и массы тела. Для их описания используются функции $L(x)$, $M(x)$, $S(x)$, которые составляют и модель достигнутого развития. Поиск наилучшей модели для каждого показателя является важной и необходимой задачей при построении региональных справочников.

Для моделирования была использована выборка из 5412 исследований показатели физического развития детей в возрасте от 10

месяцев до 18 лет, средний возраст $8,7 \pm 4,5$ лет. Распределение детей с 1 по 15 лет равномерное и подвыборки каждого года составляют 5-8% от общего числа наблюдений. Среди всех детей – 2938 мальчиков (54,3%) и 2474 девочек (45,7%). 3351 детей (62%) – из города Воронежа 3351 детей (62%), а остальные 2054 (38%) – из районов области. Эмпирические распределения длины и массы тела детей представлены на рисунке 1 совместно с нормальным распределением.

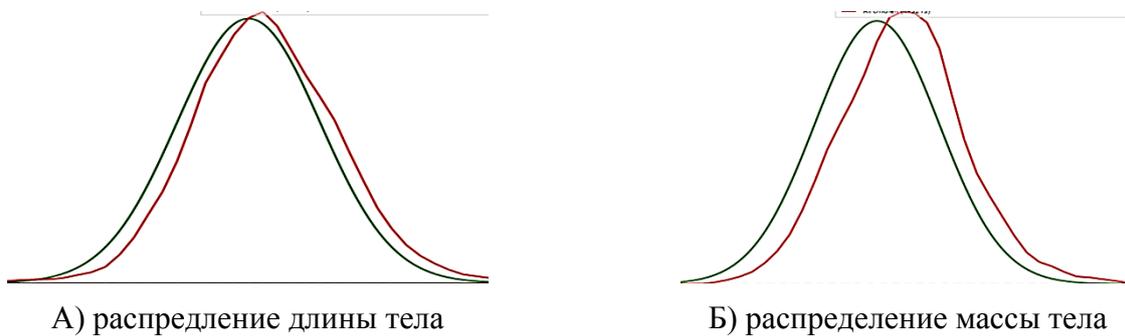


Рис. 1 – Эмпирически распределения длины и массы тела в исследуемой выборке

Все измерения были проведены в условиях Центра здоровья на базе Воронежской областной детской клинической больницы №1 и выполнены в соответствии со стандартной методикой специально подготовленным персоналом. Из исследования были исключены дети, имеющие выраженную эн-

докринную и другую хроническую патологию, а также родившиеся недоношенными. Оценка параметров функций $L(x)$, $M(x)$ и $S(x)$ в точках, соответствующих всем N измерениям в исследуемой выборке, осуществлена максимизацией логарифма функции правдоподобия:

$$l(L, M, S) = \sum_{i=1}^n \left(L(x_i) \ln \frac{y_i}{M(x_i)} - \ln \{y_i \cdot S(x_i)\} - \frac{1}{2} \left\{ \frac{[y_i / M(x_i)]^{L(x_i)} - 1}{L(x_i) S(x_i)} \right\}^2 \right) \quad (2)$$

Общим критерием для выбора модели был выбран обобщенный Акайке информационный критерий, полученный через добавление к девиации подогнанной модели фиксированного штрафа для каждой эффективной степени свободы, используемой в модели:

$$GALC(p) = -2 \cdot \hat{l} + p \cdot df, \quad (3)$$

где \hat{l} – оценка функции правдоподобия

(2), подстановкой значений y полученных по модели для каждого значения x .

$df = dfl + dfm + dfs + 1$ – сумма всех степеней свободы модели.

Выбор модели осуществлен с применением трех шаговой процедуры оптимизации по наименьшему значению критерия $GALC(p)$, и состоящей из следующих этапов:

- инициализация модели;

- выбор модели;
- штрафная настройка модели.

Инициализация включала выбор вида связывающих функций $L(x)$, $M(x)$ и $S(x)$ и задание простого штрафа для каждой из степеней свободы, используемой в модели. Поскольку в ходе прошлых исследований [2] было установлено, что возрастная зависимость медианы, верхней и нижней квартили длины и массы тела девочек и мальчиков – монотонно возрастающая функция, с отсутствием выраженных изломов, то изначально была выбрана полиномиальная аппроксимация для всех функции модели. Простой штраф $p=3$ был выбран для подгонки моделей длины и массы тела девочек и мальчиков.

Второй шаг подгонки модели состоял в переборе сочетаний степеней свободы dfm , dfs и dfl с шагом 1 с целью минимизации значения $GALC(3)$. Для уменьшения вычислительных затрат при $dfs=0$ и $dfl=0$ первоначально было вычислено оптимальное значение dfm по критерию Акайке. Для модели массы тела установлено $dfm=5$ для девочек и $dfm=6$ для мальчиков, для модели длины тела $dfm=6$ для девочек и $dfm=3$ для мальчиков.

Минимальное значение $GALC(3)$ равно 8883 для $dfs=3$ и $dfl=0$ было получено для модели массы тела девочек. Минимальное значение $GALC(3)=10515$ для $dfs=2$ и

$dfl=0$ было получено для модели массы тела мальчиков. Минимальное значение $GALC(3)$ равно 12556 для $dfs=1$ и $dfl=0$ было получено для модели длины тела девочек. Минимальное значение $GALC(3)=12391$ для $dfs=2$ и $dfl=0$ было получено для модели длины тела мальчиков.

Штрафная настройка всех моделей была проведена при увеличении и уменьшении числа степеней свободы на 1 от каждого из выбранных на втором шаге значений, и не дала нового минимума $GALC(3)$ ни для одной из моделей. Параллельная проверка адекватности моделей была проведена путем вычисления z -оценок по формуле (1) и определения статистических характеристик выборок трансформированных значений, полученные результаты представлены в таблице. Целью использования трансформации Бокса-Кокса является получение значений, имеющих стандартное нормальное распределение, поэтому z -оценки, рассчитанные по «идеальной» модели должны иметь нулевое среднее, единичное стандартное отклонение и не отличающиеся от нуля значения коэффициентов асимметрии и эксцесса. Моделей с меньшим эксцессом в ходе штрафной настройки не выявлено, поэтому выбраны значения степеней свободы и соответствующих им параметров, полученные на втором этапе подгонки моделей.

Таблица

Статистические характеристики выборки z -оценок для выбранных моделей

Статистические характеристики z -оценок	Модели			
	Длины тела мальчиков	Массы тела мальчиков	Длины тела девочек	Массы тела девочек
	LMS (0, 3, 2)	LMS (0, 3, 2)	LMS (0, 5, 1)	LMS (0, 5, 2)
Среднее	-0,001	-0,003	-0,001	-0,001
Стандартное отклонение	1,000	0,999	1,002	0,998
Коэффициент асимметрии	0,019	0,002	0,121	0,014
Коэффициент эксцесса	0,776	0,244	0,764	0,387

В результате проведенного моделирования были получены:

1) модель массы тела девочек LMS (0, 5, 2):

$$M(x) = 8,374 + 0,088 \cdot x + 0,08244 \cdot x^2 - 0,01837 \cdot x^3 + 0,01659 \cdot x^4 - 0,0004935 \cdot x^5$$

$$S(x) = 0,08743 + 0,01597 \cdot x - 0,000756 \cdot x^2$$

$$L(x) = -0,7927$$

2) модель массы тела мальчиков LMS (0, 3, 2):

$$M(x) = 7,988 + 2,679 \cdot x - 0,1397 \cdot x^2 + 0,01196 \cdot x^3$$

$$S(x) = 0,08637 + 0,01251 \cdot x - 0,0004984 \cdot x^2$$

$$L(x) = -0,686$$

3) модель длины тела девочек LMS (0, 5, 1):

$$M(x) = 59,32 + 18,68 \cdot x - 2,859 \cdot x^2 + 0,3042 \cdot x^3 - 0,01512 \cdot x^4 + 0,0002697 \cdot x^5$$

$$S(x) = 0,04832 - 0,0007807 \cdot x$$

$$L(x) = 0,709$$

4) модель длины тела мальчиков LMS (0, 3, 2):

$$M(x) = 65,99 + 12,43 \cdot x - 0,7977 \cdot x^2 + 0,02874 \cdot x^3$$

$$S(x) = 0,0464 - 0,00137 \cdot x + 0,00011 \cdot x^2$$

$$L(x) = -0,124$$

На рисунках 2 – 5 представлены возрастные зависимости процентильных значений для 3-го, 10-го, 25-го, 50-го, 75-го, 90-го и 97-го перцентиля длины и массы тела мальчиков и девочек для каждого года жизни, построенные на основе разработанных моделей.

Как видно из представленных рисунков, кривые гладкие и не пересекаются,

практически повторяют друг друга, что соответствует представлению диаграмм развития. Слишком большой эксцесс выборки z -оценок, полученных на моделях длины тела мальчиков и девочек, указывает на необходимость экспоненциальной трансформации исходных значений и переход к модели LMSP (dfm, dfs, dfl, dfp), известной как экспоненциальная трансформация Бокса-Кокса.

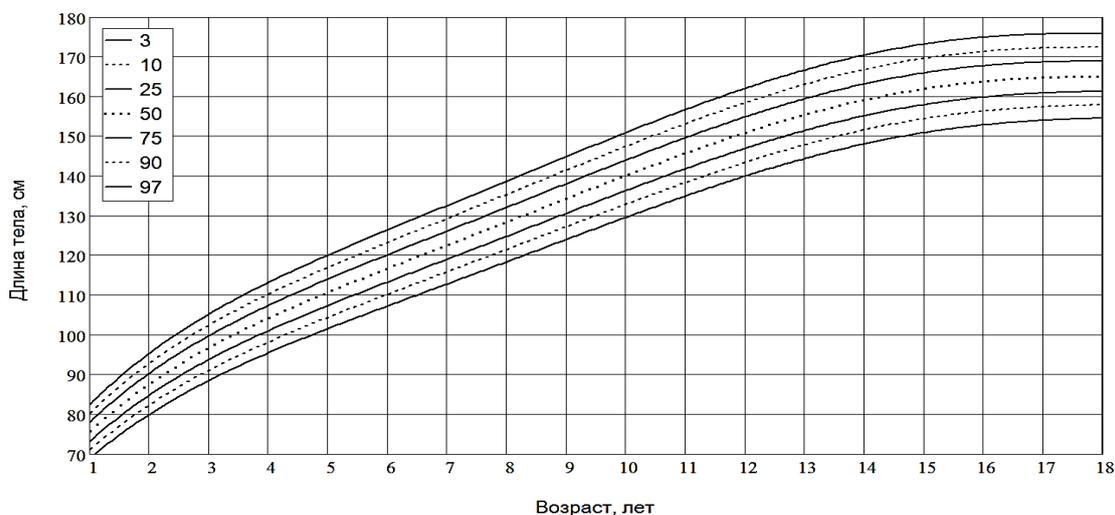


Рис. 2 – Процентильные кривые длины тела девочек

Литературные данные и региональные справочные показатели прошлых лет описывают распределение значения длины тела детей как логнормальное, или даже близкое к нормальному [3]. Поэтому введение до-

полнительных параметров необоснованно усложнит модель и будет значительно расходиться с методологией, использованной при разработке стандартов ВОЗ длина тела/рост для данного возраста [4].

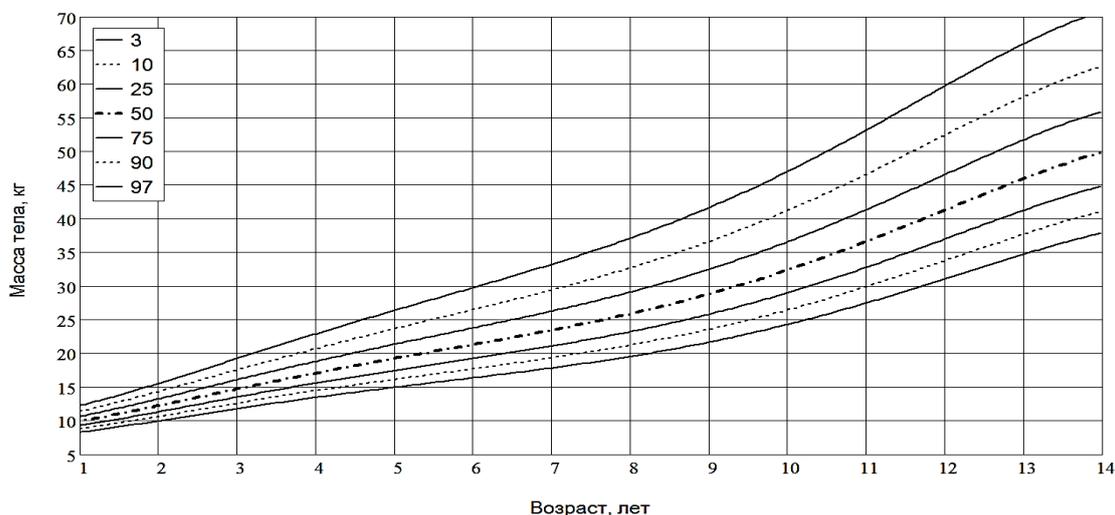


Рис. 3 – Процентильные кривые массы тела девочек

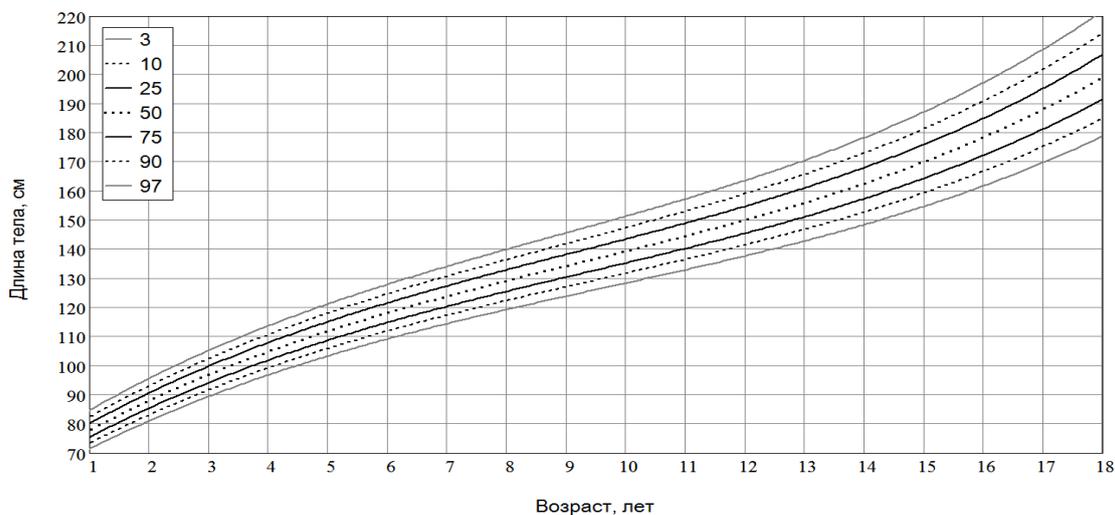


Рис. 4 – Процентильные кривые длины тела мальчиков

В отличие от региональных справочных моделей прошлых лет и стандартов ВОЗ разработанные модели массы тела не имеют вариабельности коэффициента асимметрии, при этом значение $GALC(p)$ и статистических характеристик значительно лучше, аналогичных, полученных для длины тела. В ходе проведенного моделирования удалось

получить плавные и синхронно изменяющие процентильные кривые для возраста от 1 до 14 лет, тогда как стандарты ВОЗ разработаны лишь до 10 лет. При этом моделирование региональных данных на этом возрастном интервале не привело к уменьшению числа параметров модели и снижению коэффициента эксцесса z-оценок исходной выборки.

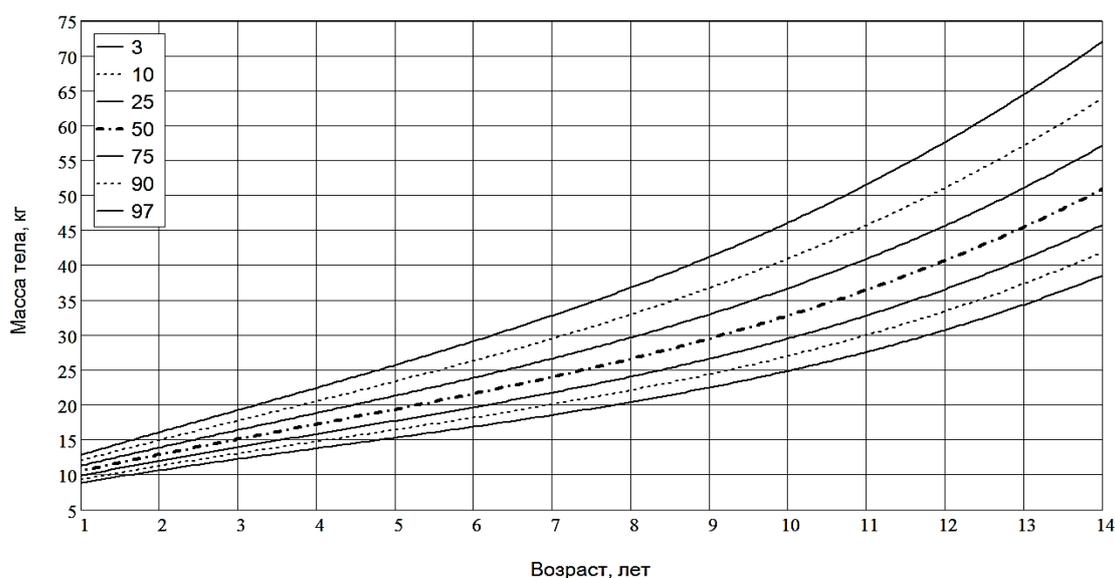


Рис. 5 – Процентильные кривые массы тела мальчиков

Таким образом, разработанные модели имеют небольшое число параметров, адекватны и позволили построить гладкие, синхронно изменяющиеся кривые развития. На основе разработанных моделей могут быть получены не только возрастные зависимости различных процентильных значений, но и таблицы центильных коридоров для любых значений хронологического возраста. Предложенное представление моделей в виде полиномов значительно уменьшает объем хранимых данных и легко поддается корректуре и пересчету.

Библиографический список

1. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы): практическое руководство. Под ред. А.А. Баранова, Л.А. Щеплягиной. М.:

ГЭОТАР – Медиа, 2006; 432 с.

2. Львович И.Я. Определение справочных показателей физического развития детей с применением LMS-метода/ И.Я. Львович, О.В. Минакова, В.П. Ситникова// Вестник ВГТУ. – 2007. – № 10. – С. 96-101.

3. Показатели физического развития детского населения Воронежской области на рубеже второго и третьего тысячелетий/ А.И. Иванников, В.Н. Пенкин, Ситникова В.П., Пашков А.Н., Швырев А.П. – Москва.- Воронеж, 2005. – 121 с.

4. Borghi E. Construction of the World Health Organization child growth standards: selection of methods for attained growth curves./E Borghi, M. de Onis, C Garza, Van den Broeck J, EA Frongillo//Statistics in Medicine. – 2006. – Vol. 25:– P. 247–265.

УДК 614.8:6

Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Канд. техн. наук, профессор С.Д. Николенко
Канд. техн. наук, доцент С.А. Сазонова
Россия, г. Воронеж, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Ph. D. in Engineering, professor S.D. Nikolenko
Ph. D. in Engineering, associate professor S.A. Sazonova
Russia, Voronezh, E-mail: Sazonovappb@vgasu.vrn.ru

С.Д. Николенко, С.А. Сазонова

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ УТЕЧЕК В ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИ СВОЕВРЕМЕННОМ ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ АВАРИЙ

Аннотация: В статье рассмотрен разработанный метод обнаружения утечек на основе применения классической задачи проверки двухальтернативной гипотезы. Процедура классификации наблюдаемого сигнала от объекта управления составляет сущность статистической проверки гипотезы и состоит в процедуре классификации наблюдаемого сигнала от объекта управления

Ключевые слова: гидравлические системы, системы, утечки, математические модели, безопасность, функционирование

S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova

REMOTE DETECT LEAKS IN THE HYDRAULIC SYSTEM TO ENSURE THE SAFE OPERATION AT A TIMELY WARNING ACCIDENTS

Abstract: The article describes the method developed leak detection based Applications, with the classical problem of testing two alternative hypotheses. The classification procedure of the observed signal from the object of control is the essence of statistical hypothesis testing, and is in the procedure of classifying the observed signal from the control object

Keywords: Hydraulic systems, leaks, mathematical models, safety operation

В гидравлических системах (ГС) задачу обнаружения утечек можно сформулировать следующим образом. Допустим, что утечка возникла между двумя последовательными оценками [1, 2]. "Сигнал" x_i , характеризующий величину утечки и ее местоположение в ГС, выдается на основе совместной обработки данных по манометрической съемке [3, 4, 5]. Требуется установить причину изменения параметров состояния системы. Здесь возможен один из вариантов: изменение обусловлено возникновением утечки или оно связано с погрешностью (помехами) самого приемника информации (с дисперсией σ_1) совместно с помехами в ГС из-за стохастичности потребления (с дисперсией σ_2).

Поскольку проверка гипотезы является статистической задачей, то решение о наличии утечки принимается не по одному значению x_i , а по выборке X_n , которую формально можно представить как

$$X_n = \lambda\alpha S_n + \Xi_n. \tag{1}$$

Здесь: n - длина выборки; λ - параметр, описывающий неопределенность, для двухальтерна-

тивной гипотезы $\lambda=1$ - есть утечка с вероятностью p_1 , $\lambda=0$ - нет утечки с вероятностью p_2 ($p_1+p_2=1$); α - амплитуда утечки, то есть ее максимальное значение, зависящее от местоположения и суточной неравномерности параметров в ГС; S_n - множество возможных значений утечки с элементами s_i , каждое из которых определяется при заданной местоположении в системе по известным инженерным методикам; Ξ_n - множество значений с элементами ξ_i , каждое из которых представляет собой смесь некоррелированных помех, возникающих в приемнике и самой системе.

В наиболее общей и практически значимой задаче обнаружения неизвестными предполагаются два параметра окружения α и σ_2 , для которых априорно задаются лишь диапазоны изменения $\Delta\alpha$ и $\Delta\sigma_2$ соответственно.

Для решения такой задачи используется метод максимального правдоподобия. Процедура проверки гипотезы по этому методу заключается в определении отношения правдоподобия в виде

$$\Lambda(X_n | \alpha^*, \sigma_1^{2*}, \sigma_2^{2*}) = \left[\frac{\sigma_2^{2*}}{\sigma_1^{2*}(\alpha^*)} \right]^{n/2} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{E} \left(\sum_{i=1}^n x_i s_i \right)^2} \right\}^{n/2} \tag{2}$$

где: $E = \sum_{i=1}^n s_i^2$; символом "*" - помечены оцениваемые параметры окружения. Отношение $\sigma_2^{2*} / \sigma_1^{2*}(\alpha^*)$ должно сравниваться с порогом $C(X_n)$. При условии $\sigma_2^{2*} / \sigma_1^{2*}(\alpha^*) \geq C(X_n)$ принимается решение о наличии утечки. Обратное соотношение свидетельствует о ее отсутствии. Порог $C(X_n)$ определяется как

$$C(X_n) = \left(\frac{g_{21} - g_{22} p_2 \Delta\alpha}{g_{12} - g_{11} p_1 \sqrt{\pi}} \sqrt{h_0^*} \right)^{\frac{2}{n-2}}, \quad (3)$$

где: $h_0^* = E / 2\sigma_1^{2*}(\alpha^*)$ - оценочное значение нормированного отношения сигнал / шум.

$$p(h^* | 1) = \begin{cases} 0 & \text{при } h^* < 0, \\ \frac{1}{2\sqrt{\pi h^*}} \left\{ \exp \left[-\left(\sqrt{h^*} - \sqrt{h} \right)^2 \right] + \exp \left[-\left(\sqrt{h^*} + \sqrt{h} \right)^2 \right] \right\} & \text{при } h^* \geq 0 \end{cases} \quad (5)$$

где $h = \alpha^2 E / 2\sigma^2$ - истинное отношение сигнал / шум.

Статистические характеристики обнаруже-

$$F = \int_C^\infty p(h^* | 0) dh^* = 1 - \int_0^C \frac{1}{\sqrt{\pi x}} \exp(-x) dx = 2 \left[1 - \Phi(\sqrt{2C}) \right], \quad (6)$$

где $\Phi(\dots)$ - интеграл вероятности.

Вероятность правильного обнаружения утечки определяется как

$$D = \int_C^\infty p(h^* | 1) dh^* = 1 - \int_0^C \frac{1}{\sqrt{\pi x}} \left\{ \exp \left[-\left(\sqrt{x} - \sqrt{h} \right)^2 \right] + \exp \left[-\left(\sqrt{x} + \sqrt{h} \right)^2 \right] \right\} dx = 2 - \Phi(\sqrt{2C} - \sqrt{2h}) - \Phi(\sqrt{2C} + \sqrt{2h}). \quad (7)$$

Помимо изложенного механизма проверки двухальтернативных гипотез на основе выборки X_n , необходимо рассматривать алгоритмы последовательной и рекуррентной процедуры анализа, когда не безразличен момент принятия решения, и желательно получить результат обнаружения утечки на любом шаге наблюдения за системой. Кроме того, необходимо рассматривать алгоритмы обнаружения утечек в двух частных случаях формулировки рассматриваемой задачи. В первом случае полагается, что помехи от стохастичности потребления отсутствуют, погрешность приемника информации известна и оценке подлежит лишь амплитуда утечки. Во втором случае известной считается дисперсия σ_1 , а искомой величиной являются помехи в системе газоснабжения от стохастичности потребления.

Численная реализация метода обнаружения утечек возможна совместно с решением задачи ре-

В величине порога (3) значения g_{ij} являются функциями потерь, параметрами, представляющими собой априорную оценку потерь (ущербов) при принятии j-го решения в i-ой ситуации.

Величину функции потерь можно считать независимой от значения (физического смысла) сигнала, то есть она представляет собой весовые коэффициенты, которые слабо влияют на решение, и могут быть выбраны произвольно.

Вероятности ситуаций p_1, p_2 в (3) определяются:

$$p(h^* | 0) = \begin{cases} 0 & \text{при } h^* < 0, \\ \frac{1}{\sqrt{\pi h^*}} \exp(-h^*) & \text{при } h^* \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

ния можно получить по следующим выражениям. Вероятность ложной тревоги вычисляется как

зервирования [6, 7, 8], позволяющей повысить надежность [9, 10] и безопасность объекта защиты при эксплуатации, а в том числе повысить конструктивную надежность [11, 12]. В случае возникновения аварии (утечки) и выброса опасных и вредных веществ [13], потребуется решать целый ряд экологических задач, таких, как показано, например, в работах [14, 15, 16]. В качестве дополнительной задачи в комплексе рассматриваемых задач может рассматриваться задача управления функционированием ГС на базе современных информационных технологий [17] и информационной безопасности [18, 19].

Библиографический список

1. Сазонова, С.А. Решение задачи статического оценивания систем газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. -

С. 139-141.

2. Сазонова, С.А. Разработка методов и алгоритмов технической диагностики систем газоснабжения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: защищена 18.05.2000: утв. 13.10.2000 / С.А. Сазонова. - Воронеж, 2000. - 15 с.

3. 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.

4. Сазонова, С.А. Разработка метода дистанционного обнаружения утечек в системах газоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11. - С. 119-121.

5. Сазонова, С.А. Модели оценки возмущенного состояния системы теплоснабжения / С.А. Сазонова // Инженерная физика. - 2010. - № 3 - С. 45-46.

6. Сазонова, С.А. Транспортное резервирование систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 2. - С. 99-101.

7. Сазонова, С.А. Структурное резервирование систем теплоснабжения / С.А. Сазонова // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2010. - Т. 6. - № 12. - С. 179-183.

8. Сазонова, С.А. Математическое моделирование резервирования систем теплоснабжения в аварийных ситуациях / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин, М.В. Манохин, С.Д. Николенко // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015. - №4(34). - С. 440-448.

9. Сазонова, С.А. Оценка надежности систем газоснабжения при проведении вычислительных экспериментов с ординарными отказами линейных элементов / С.А. Сазонова, В.Я. Манохин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 138-147.

10. Надежность технических систем и техногенный риск: учебн. пособие / сост.: С.А. Сазонова, С.А. Колодяжный, Е.А. Сушко; Воронежский ГАСУ. - Воронеж, 2013. - 148 с.

11. Пат. № 2371555 Российская Федерация МПК7 Е 04 G 11/04. Сооружение, возведенное на несъемной пневматической опалубке / Николенко

С.Д., Казаков Д.А.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ВГАСУ. - № 2008122797/03; заявл. 05.06.2008; опубл. 27.10.2009, бюл. № 30.

12. Пат. № 2415237 Российская Федерация МПК7 Е 04 G 11/04. Быстровозводимое сооружение на базе пневматической опалубки / Николенко С. Д., Казаков Д. А., Михневич И. В.; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ВГАСУ. - № 2009139731/03; заявл. 27.10.2009; опубл. 27.03.2011, бюл. № 9.

13. Золотарев, В.Л. Прогнозирование влияния выбросов аварийно химически опасных веществ на людей и экологию с программной реализацией / В.Л. Золотарев, В.Я. Манохин, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. - 2015. - № 1. - С. 8-16.

14. Николенко, С.Д. К вопросу экологической безопасности автомобильных дорог / С.Д. Николенко // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. - 2008. - № 1. - С. 141-145.

15. Жидко, Е.А. Разработка математической модели рассеивания в приземном слое атмосферы частиц золы и технология ее утилизации в строительстве. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Е. А. Жидко. - Воронеж, 2002.

16. Манохин, М.В. Геоэкологические факторы и нормы накопления твердых бытовых отходов / М.В. Манохин, В.Я. Манохин, С.А. Сазонова, Е.И. Головина // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета - 2015. - №4(34). - С. 370-376.

17. Жидко, Е.А. Высокие интеллектуальные и информационные технологии интегрированного менеджмента XXI века: монография / Е.А. Жидко. - Воронеж, 2013. 76 с.

18. Жидко, Е.А. Методология исследований информационной безопасности экологически опасных и экономически важных объектов: монография / Е.А. Жидко. - Воронеж, 2015. - 183 с.

19. Жидко, Е.А. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности / Е.А. Жидко, Л.Г. Попова // Интернет-журнал Науковедение. - 2014. - № 2(21). - С. 33.

УДК 004.056

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Профессор, Канд. техн. наук, доцент Е.А. Жидко
ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
Заместитель начальника кафедры управления повседневной деятельностью подразделений, Полковник П.М. Леонов
Россия, г. Воронеж*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Professor, candidate of engineering science,
associate Professor E.A. Zhidko
MTSC AF «Air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Deputy head of Department of management of the daily operations of the divisions, colonel P.M. Leonov
Russia, Voronezh*

Е.А. Жидко, П.М. Леонов

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК АРГУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДДЕРЖКИ ПРОЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация: Рассмотрена необходимость обеспечения проектного управления хозяйствующего субъекта качественными сведениями (информацией) для принятия правильных управленческих решений за счет комплексирования материальных и нематериальных (т.е. интеллектуальных) ресурсов организации в процессе её создания, эксплуатации и развития

Ключевые слова: информационная безопасность, проектное управление, стратегическое видение

Е.А. Zhidko, P.M. Leonov

INFORMATION SECURITY AS AN ARGUMENT EFFECTIVELY SUPPORT PROJECT MANAGEMENT

Abstract: the need to ensure project management engineering related subject qualitative information (information) for making correct management decisions through the integration of tangible and intangible (i.e., intellectual) resources of the organization in the process of its creation, operation and development

Keywords: information security, project management, strategic-mechanical vision

На современном этапе одной из главных проблем проектного управления является обеспечение его информационной безопасности (ИБ). Сущность проблемы заключается в противоречии между необходимостью согласования интересов хозяйствующего субъекта (ХС) с остальным миром в условиях состязательности, конкурентной борьбы, идеологической и информационно-психологической войны с ним. Она имеет две стороны одной медали:

- с одной стороны, необходимо предусмотреть меры защиты информации, составляющей государственную, военную, коммерческую и другие тайны, предусмотренные законом, а также сведения о своих истинных намерениях и действиях (стратегическое видение и адекватное ему «ноу хау») от их утечки по различным каналам («болтун опаснее врага»);

- с другой стороны, в аналогичных условиях постараться своевременно получить качественную информацию об остальном мире, необходимую для эффективного проектного управления устойчивостью развития ХС в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке.

Известно, что:

- кто владеет информацией, тот владеет миром;
- недостаток информации и её избыток в равной мере приводят к негативным результатам. Если первая закономерность не вызывает сомнений, то вторая требует пояснения. Действительно. Недостаток информации и возможный характер информационной обеспеченности объекта прогноза (табл.1), определяют степень неопределённости ситуации [1,2].

Таблица 1
Значащие переменные, адекватные параметрам кода объекта прогноза

Классы объектов по основаниям кода	Значащие переменные как аргументы функции принадлежности классу и подклассу
По природе: социальные, экономические, экологические, военно-политические, нормативно-правовые	Причинно-следственные связи, движущие силы, генеральные цели, законы и закономерности развития. Например, смена политического режима и общественного строя в отдельных странах по закону маятника
По масштабам: от локальных, сосредоточенных в пространстве до глобальных, распределенных в нем	Число значащих переменных в описании объекта: от 1 до 3 – сублокальные ; от 4 до 14 – локальные ; от 15 до 35 – субглобальные ; от 36 до 100 – глобальные ; свыше 100 – суперглобальные Эффект масштаба , например пределы роста населения мира при ограниченном природном ресурсе и необходимости сохранения разумно-достаточного уровня, качества и безопасности жизни людей на планете
По сложности структурных связей	Степень взаимосвязей между значащими переменными в описании: сверхпростые – существенные связи отсутствуют; простые – наличие парных взаимосвязей (например, двух-сторонние соглашения); сложные – взаимосвязи и совместные влияния трёх и более переменных, но можно выделить главные из них, существенно влияющие на результат; сверхсложные – необходимо учитывать взаимосвязи между всеми переменными (каждый с каждым, многие со многими). Например, многосторонние соглашения, в результате которых возможна трансформация локальных кризисов в глобальные – закономерность, аналогичная эффекту домино .
По детерминированности модели объекта	Детерминированные – возможно моделирование известными аналитическими функциями; стохастические – в модели необходимо учитывать случайную составляющую переменных (влияние природного и человеческого факторов); смешанные – включающие детерминированные и стохастические модели в комплексе (эвентологические модели)
По характеру развития объекта во времени	Дискретные – регулярная составляющая траектории (тренда) развития меняется скачками ; апериодические – регулярная составляющая траектории моделируется апериодической функцией; циклические – регулярная составляющая моделируется периодической функцией. Например, закон развития по спирали
По степени информационной обеспеченности	Объекты с: - полной количественной и качественной ретроспективной информацией, необходимой и достаточной для прогнозирования с требуемой точностью по состоянию на заданные горизонты прогноза; - неполной количественной ретроспективной информацией, которая не обеспечивает требуемую точность прогнозов по состоянию на заданные горизонты прогноза; - наличием только качественной ретроспективной информации; - полным отсутствием ретроспективной информации Последние два случая могут рассматриваться как состояние полной неопределённости ситуации (эвентология)

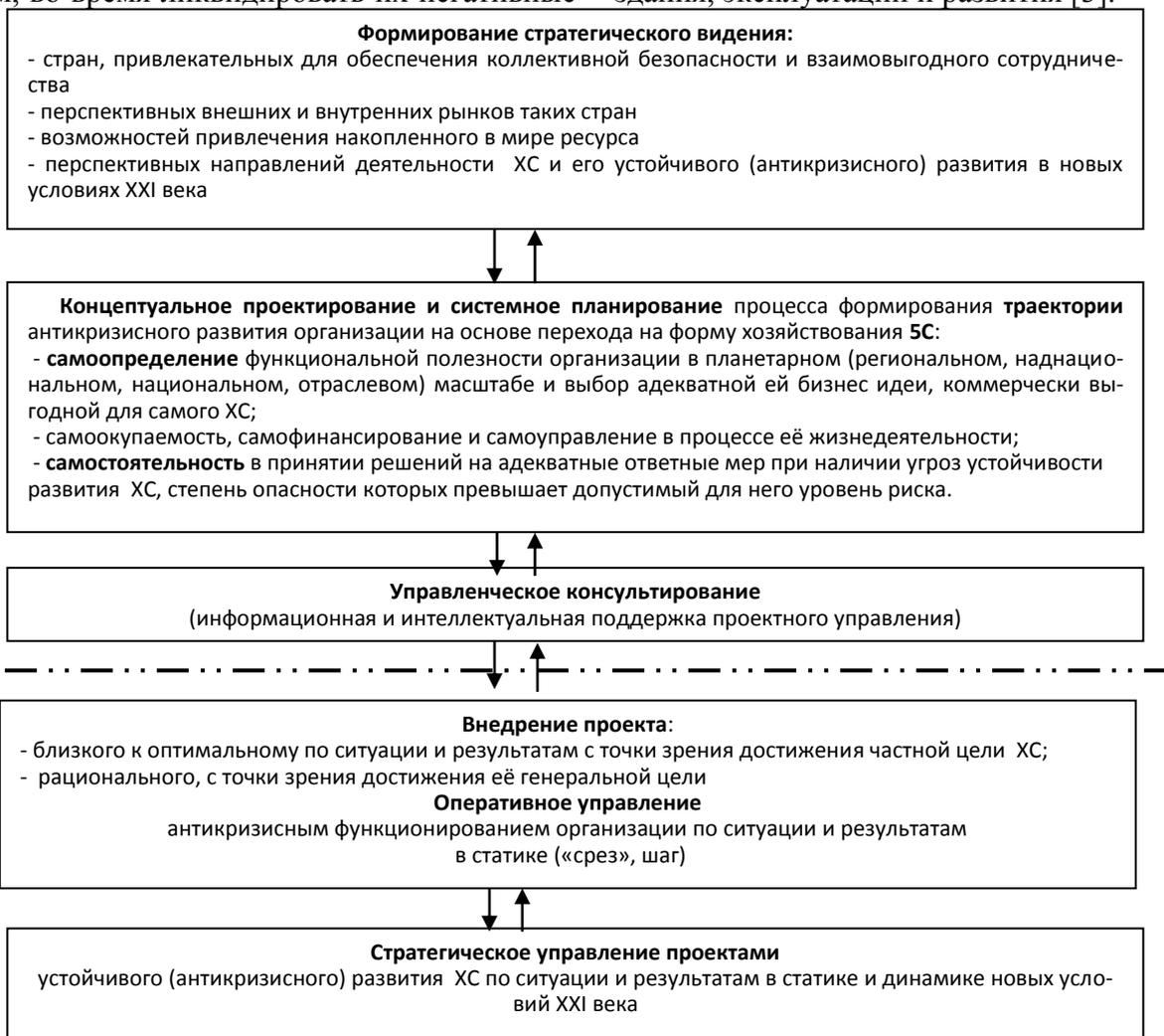
В случае избытка информации полезные сведения «тонут» в общем информационном шуме. Тогда требуется время не только для того, чтобы собрать большой объём информации, но и выделить качественные сведения, необходимые для принятия пра-

вильных решений. В результате о своевременности принятия решений (т.е. в упреждающие сроки в интересах эффективного проектного управления) говорить уже не приходится. Кроме того, принятое наконец-то решение может оказаться правильным, но

бесполезным, так как ситуация уже изменилась. Тем не менее, отказываться от таких решений не следует, так как они помогают разобраться в ошибках прошлого и породивших их причинах с тем, чтобы не повторять их в настоящем и будущем, во время ликвидировать их негативные

последствия.

Своевременное и правильное решение задач проектного управления (рис.1) возможно за счёт комплексирования материальных и нематериальных (т.е. интеллектуальных) ресурсов организации в процессе её создания, эксплуатации и развития [3].



— · · — Линия разграничения нематериальных (интеллектуальных, информационных, структурных и т.п.) ресурсов и материальных активов организации, используемых в процессе её жизнедеятельности

Рис.1 - Система задач проектного управления, решение которых базируется на комплексировании нематериальных и материальных ресурсов

Такое комплексирование должно базироваться на применении, известных на сегодня, высоких интеллектуальных и информационных технологий. Согласно [4], к ним в первую очередь относятся следующие тех-

нологии и системы.

1. Аналитическая система «Фэкшенз». Была разработана и введена в действие в 1984 году специалистами ЦРУ США. Она предназначена для составления с достаточно

высокой точностью прогнозов политической и экономической обстановки в иностранных государствах с помощью специальных компьютерных программ.

Фактически речь идёт о PEST и SEET анализе, который в комплексе со SWOT анализом позволяет принимать обоснованные решения о странах (их интеграционных блоках), привлекательных для обеспечения коллективной безопасности и взаимовыгодного сотрудничества [5,6].

2. Индекс потребительских настроений (ИПН). Он представляет собой метод отслеживания информации и изучения закономерностей реакции потребителя (его интересов и их приоритетов) в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке. Благодаря прогнозирующему эффекту данный метод применяется в технологиях социальной кибернетики для разработки теории вялотекущих социальных катастроф, изучения взаимосвязей между уровнем жизни основной массы населения страны, возможностью смены в ней политического и общественного строя.

В европейской практике [7] принято говорить о потребительских предпочтениях и ценностях слоёв населения с различным уровнем жизни (крайняя нищета, бедность, разумно достаточный, элитный уровень). Акцентируют также внимание на предпочтениях различных групп населения в одном и том же слое (для одних это продукты питания, для других – непродовольственные товары, для третьих – и те, и другие имеют равную приоритетность).

Данный подход позволяет с достаточно высокой точностью прогнозировать спрос на различные виды продукции, его возможные изменения по мере роста или снижения уровня жизни населения в принимающей стране в новых условиях XXI века.

3. CASE – технологии. Предназначены для выявления логики процессов там, где обычные учёные видят лишь компоненты, принципиально не сводимые в единое целое, а обыденное сознание – грудю ничем не связанных между собой феноменов. CASE –

технологии видят процессы, различные по природе и типологии, но сводимые к общим знаменателям. Фактически речь идет о выявлении причинно-следственных связей, движущих сил, целей, законов и закономерностей взаимосвязанного развития внешней и внутренней среды ХС. Для решения такой задачи прибегают к: моделированию названного процесса; информационному мониторингу изменений во внешней и внутренней среде; введению шкал оценки состояний каждой из сред и результатов их взаимодействия [8]

В мировой практике примером такой технологии может служить SEET анализ состояния социально-эколого-экономической системы в принимающих странах, достигнутых в них уровней образования, развития науки, техники и технологий, в том числе в добывающей и перерабатывающей промышленности, производства готовой продукции, необходимого для них современного оборудования. В комплексе с портфельным, SWOT анализом и ИПН это позволяет установить перспективные внешние и внутренние рынки привлекательных принимающих стран [9].

4. IDEFO – методология создания функциональной модели производственной среды или системы. Она предназначена для разработки компьютерных программ долгосрочного и стратегического планирования, программного обеспечения оборонных систем и управления ресурсами. IDEFO базируется на методах функционального проектирования SADT. Они стандартизированы с помощью специальной программы. В основу такой методологии положены правила: *функциональный блок* преобразует *входы* в *выходы*; *управление* определяет, когда и как это преобразование может или должно произойти; *механизм* непосредственно осуществляет это преобразование. Такие правила находят применение для формирования комплекса иерархических (по вертикали и горизонтали), функциональных и процессных моделей взаимосвязанного функционирования и развития внешней и внутренней среды ХС [10,11].

Исследования на таких моделях позволяют установить: требования к организации, систему ограничений на выбор способов и средств их обеспечения, возможность использования внутреннего ресурса ХС в комплексе с внешним ресурсом остального мира в рамках политик интеграции в мирохозяйственные связи и глобализации экономики. Результаты таких исследований позволяют:

- выявлять перспективные для ХС направления деятельности и устойчивого развития;

- ставить и решать задачи проектирования траектории устойчивого (антикризисного) развития ХС по форме хозяйствования 4С, базирующейся на известных законах экономического управления, в том числе управления конкурентоспособностью организации и выпускаемой ею продукции с учётом требований экологической безопасности [12,13];

- прогнозировать проблемные для неё ситуации, степень опасности возникающих в них угроз (в том числе и экологических) эффективности функционирования и устойчивости развития ХС [14,15];

- выявлять фазы скачка и эволюции в развитии внешней и внутренней среды ХС, устанавливая возможные сочетания фаз в процессе взаимообусловленного функционирования и развития сред;

- синтезировать на этой основе допустимый для ХС уровень риска;

- проектировать эффективные механизмы предупреждения опасных угроз, преодоления их последствий в реально складывающейся и прогнозируемой обстановке в XXI веке [16,17];

- своевременно внедрять эффективные механизмы по ситуации и результатам в статике и динамике.

5. Методология IDEF1X – один из подходов к семантическому моделированию, основанному на ER-концепции: *сущность, отношения между сущностями, атрибуты сущностей*. Важным компонентом в ней является отношение «многие ко многим». Это означает, что каждый элемент первой сущ-

ности связан с произвольным (в том числе и нулевым) числом элементов второй сущности, а каждый элемент второй сущности аналогичным образом связан с элементами первой сущности. В результате появляется возможность замены всех бесконечно сложных видов отношений «многие ко многим» соответствующим множеством простых отношений по типу «каждый с каждым».

Данная методология применялась в США для проектирования деятельности отдельных лиц и организаций союзного уровня с целью воздействия через них на всю сложную систему СССР. Проводился анализ наиболее важных в ней подсистем, в том числе осуществлялся полный учёт управленческих связей; анализировались изменения комбинаций информационных связей, включая и неформальные

В европейской практике использование данной методологии привело к появлению и реализации Концепций «потребитель – микс», «товар – микс». Они формулируются адекватно уровню жизни различных слоёв населения и их ИПН в различных слоях и группах. Перераспределение слоёв населения по уровню жизни, появление тенденций к снижению или повышению уровня, адекватные им изменения ИПН в различных группах и слоях населения неизбежно требуют:

- пересмотра и корректировки названных концепций по ситуации и результатам;

- оценки возможности удовлетворения новых потребностей населения при реально достигнутом уровне образования, развития науки, техники и технологий, ограниченном ресурсе для их практической реализации (концепция «лучше и дешевле, если получится»).

6. Обратный исторический подход. Он базируется на закономерной цикличности и повторяемости процессов. Отсюда «планируемость истории» на уровне самых высоких интеллектуалов. Они рассматривают исторические процессы как комплекс: а) стихийного (т.е. непланируемого и неуправляемого) и б) сознательно-волевого (т.е. планируемого и

управляемого). Научное описание процессов первого типа осуществляется в понятиях и утверждениях диалектики познания. Для научного описания процессов второго типа необходимо знать: что такое социальные планы и проекты; как и почему они возникают; как реализуются; что такое социальное управление людьми; какими средствами и по каким правилам оно осуществляется.

Например. В результате нездорового образа жизни в экологически грязной среде разрушается организм человека, расстраиваются его отдельные функциональные системы, происходят негативные изменения на клеточном уровне в отдельных органах таких систем [12]. В этом сущность развития заболеваний, перехода их в фазу хронических, появления угроз инвалидности и летального исхода.

Заметим, что кроме рассмотренных, в рамках высоких интеллектуальных и информационных технологий широко используются методы:

- бихевиористики (наука о поведении, предсказуемых шагах, их последствиях);
- исследования операций (статистические методы оценки эффективности боевых действий, конкурентной борьбы, идеологической и информационно-психологической войны, определение количественных основ для принятия руководителем операции адаптивных решений, близких к оптимальным по ситуации и результатам в статике и динамике);
- комбинаторики и компьютерного программирования;
- ситуационного, параметрического и сопоставительного анализа;
- социальной кибернетики и теории катастроф, управления проектами, др.

Заслуживает внимания и отечественный опыт стратегического планирования в бизнес системах, доведенный до программного продукта. На примере жизнедеятельности консультационной фирмы рассматриваются такие разделы планирования, как:

- система решающих функций для оценок условий бизнеса;

- результаты аудита параметров условий бизнеса консультационной фирмы;
- исходный код программы «Эксперт».

Библиографический список

1. Жидко, Е.А. Высокие интеллектуальные и информационные технологии интегрированного менеджмента XXI века: монография/ Воронеж, 2014. -76 с.
2. Жидко Е.А. Методология исследований информационной безопасности экологически опасных и экономически важных объектов: монография / Е.А. Жидко; Воронеж. гос. арх -строит. ун-т. - Воронеж, 2015. - 183 с.
3. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Концепция системного математического моделирования информационной безопасности//Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 2 (21). С. 33.
4. Шевякин А.П. Загадка гибели СССР. (История заговоров и предательств 1945 – 1991). – М.: Вече, 2004 – 464 с.
5. Котлер Ф. Маркетинг менеджмент / Под ред. Л.А. Волковой, Ю.Н. Каптуревского. СПб: Питер, 2000. – 752 с.
6. Кочетов Э.Г. Геоэкономика. Освоение мирового экономического пространства: учебник для вузов. – М.: Норма, 2006. – 528 с.: ил.
7. Дойль П. Менеджмент: стратегия и тактика. – СПб; Издательство «Питер», 1999. – 560 с.
8. Жидко Е.А. Методология формирования системы измерительных шкал и норм информационной безопасности объекта защиты//Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 2 (97). С. 17-22.
9. Жидко Е.А., Попова Л.Г. Логико-вероятностно-информационное моделирование информационной безопасности// Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2014. № 4. С. 136-140.
10. Жидко Е.А. Методология формирования единого алгоритма исследований информационной безопасности// Вестник

Воронежского института МВД России. 2015. № 1. С. 62-69.

11. Жидко Е.А., Леонов П.М. Методология и методы системного математического моделирования информационной безопасности хозяйствующего субъекта теоретическими методами/ Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2015. № 2 (6). С. 15-20.

12. Жидко Е.А., Манохин В.Я. Совершенствование организации управления экологическими рисками промышленного предприятия./Научный вестник Воронежского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2010. № 1. С. 13-17.

13. Жидко Е.А. Разработка математической модели рассеивания в приземном слое атмосферы частиц золы и технология ее утилизации в строительстве/ диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронеж, 2002

14. Сазонова С.А. Обеспечение безопасности функционирования систем газоснабжения при реализации алгоритма диагностики утечек без учета помех от стохастичности потребления // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2015. - №14. – С. 60-64.

15. Сазонова, С.А. Разработка модели анализа потокораспределения возмущенного состояния системы теплоснабжения / С.А. Сазонова // Моделирование систем и информационные технологии. Сб. науч. тр. - Воронеж, 2007. - С. 52-55.

16. Сазонова С.А. Решение задач обнаружения утечек систем газоснабжения и обеспечение их безопасности на основе методов математической статистики // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2015. - №14. – С. 51-55.

17. Сазонова С.А. Информационная система проверки двухальтернативной гипотезы при диагностике утечек и обеспечении безопасности систем газоснабжения // Вестник Воронежского института высоких технологий. - 2015. - № 14. – С. 56 - 59.

УДК 62.529

*Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, Студент А.А. Аскаржанов
Россия, г.Воронеж, E-mail: princekaspian23@gmail.com*

*Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering
Student A. A. Askarjanov
Russia, Voronezh, E-mail: kniga18@mail.ru*

А.А. Аскаржанов

ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ЗДАНИЕ»

Анотация: Представлен сравнительный анализ существующих систем интеллектуальных зданий и оценка доступности этих технологий для массового использования

Ключевые слова: интеллектуальные здания, системная архитектура, автоматизация инженерного оборудования

A.A. Askarjanov

CHOICE OF «INTELLIGENT BUILDING» SYSTEM ARCHITECTURE

Abstract: It represents a comparative analysis of the existing system architectures of intelligent buildings and features of their implementation

Keywords: intelligent building, system architecture, automation of engineering equipment

Современное здание содержит более десятка разнородных систем жизнеобеспече-

ния, которые отличаются не только назначением и выполняемыми функциями, но и физическими принципами работы. Для того чтобы все эти разрозненные инженерные си-

стемы работали в едином комплексе, осуществляли между собой обмен данными, контролировались и управлялись, необходима единая система управления зданием (Building Management System – BMS). Термины "умный дом" (Smart House) и "интеллектуальное здание" (Intelligent Building) появились в США в 1980-х годы и в настоящее время остаются широко используемыми маркетинговыми словами. При этом набор средств их составляющих разнообразен, а степень интеграции различна. Общее техническое название – система автоматизации и диспетчеризации инженерного оборудования (САДИО), представляющая современную технологию автоматизированных комплексов систем инженерного оборудования здания с определенной степенью их интеграции на основе структурированных кабельных систем и стандартов открытых систем [1].

Существующее многообразие систем автоматизации инженерного оборудования, используемых в инфраструктуре административных, производственных и жилых зданий можно разделить на 3 категории – технических средств безопасности, жизнеобеспечения и информатизации.

Комплекс технических средств безопасности (КТБС) включает:

- систему управления доступом;
- систему охранно-тревожной сигнализации;
- систему наблюдения, сбора и обработки информации;
- система пожарной сигнализации и оповещения о пожаре;
- система автоматического пожаротушения.

Комплекс систем жизнеобеспечения (КСЖ) состоит из:

- системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и прочих средств управления микроклиматом;
- система гарантированного бесперебойного электроснабжения;
- система управления электроснабжением;
- системы управления освещением;

- система учета энергоносителей;
- системы контроля и управления лифтами, эскалаторами, парковкой и прочей инфраструктурой.

Комплекс систем информатизации (КСИ) предоставляет средства связи и доступ к Интернет, телевидению и другому локальному и удаленному мультимедийному контенту.

Отличительным свойством, характеризующим интеллектуализацию здания, является тесная интеграция всех подсистем через единую систему диспетчеризации (BMS), обеспечивающую возможность выполнения различных сценариев функционирования в зависимости от внешних событий и текущих задач. Помимо обеспечения совместной работы и единого управления, в такой системе должна быть реализована возможность программировать управляющие системы под конкретную оперативную задачу, как то подготовка системы отопления здания к началу рабочего дня, управление микроклиматом в зависимости от температуры воздуха и количества людей и другие.

За последнее десятилетие реализовано множество успешных проектов – зданий с BMS, среди которых офисные центры, административные здания, загородные резиденции, гостиницы, торговые, спортивные и развлекательные комплексы [2]. Тем не менее эти технологии остаются недоступны для «домашнего» использования. А ведь «умное» управление энергопотреблением может обеспечить значительную экономию средств, при незначительных затратах на дополнительное оборудование.

Цель данной статьи – сравнительный анализ существующих архитектур систем автоматизации и диспетчеризации инженерного оборудования с целью развертывания такой системы на базе имеющихся у каждого современного человека средств автоматизации – домашнего персонального компьютера, планшета, смартфона и недорогого периферийного оборудования.

Системная архитектура информационных систем обычно рассматривается с трех

позиций – структура, управление и взаимодействие. Возможны два вида организации САДИО на базе клиент-серверной и многоуровневой архитектуры.

На рисунке 1 представлена многоуровневая архитектура системы автоматизации и диспетчеризации инженерного оборудования. В представленной модели здание имеет следующие подсистемы – контроля доступа, управления климатом, охранно-пожарную сигнализацию и видеонаблюдение. Это подразумевает четкое разделение системы на следующие технологические слои:

1 – уровень периферийного оборудования, который включает датчики, считыватели, нагреватели, извещатели, видеокамеры и другое конечное оборудование;

2 – уровень оборудования мониторинга, использующий контроллеры, зонные панели, телеметрическое оборудование, необходимое для контроля за периферийным оборудованием;

3 – уровень функционального управления, представляющий средства интерактивного управления – пульт управления и мони-

торы видеонаблюдения, панели сигнализации и другие;

4 – уровень интеграции подсистем, базирующийся на некоторой платформе управления всей системой.

На границе каждого из слоев существует некоторый интерфейс взаимодействия устройств вышестоящего и нижележащего уровня. При этом каждый компонент имеет собственный интерфейс с соответствующим компонентом на нижнем и верхнем уровне с собственными средствами передачи данных и управляющих сигналов.

Подсистемы имеют различные ограничения по масштабированию, зависящие от используемых интерфейсов взаимодействия устройств. Характер взаимодействия устройств в рамках подсистемы – подчиненный сверху вниз. Это означает, что контроллеры либо функционируют автономно, либо обмениваются данными с элементом верхнего уровня подсистемы, но разные компоненты одного уровня взаимодействовать не могут. Интеграция подсистем осуществляется программно.



Рис. 1 – Многоуровневая архитектура системы

Модель на основе клиент-серверной архитектуры, построенная на принци-

пах открытых систем, представлена на рис.2. Ключевым элементом этого подхода яв-

ляется использование сетевых технологий и наличие единого протокола взаимодействия всех элементов системы – от датчика до центральной станции. Все компоненты такой системы, подобно ПК и серверам, подключены к единой кабельной системе и используют общие протоколы передачи данных. Сеть управления также делится на сегменты с различными типами топологий и средами передачи данных. Сег-

менты объединяются при помощи повторителей, маршрутизаторов и шлюзов. Открытая сетевая архитектура устраняет избыточность кабельной системы, поскольку все устройства разделяют общую среду передачи данных.

Масштабируемость подсистем и всего комплекса больше не зависит от ресурсов отдельных компонентов, а определяется используемым протоколом взаимодействия.

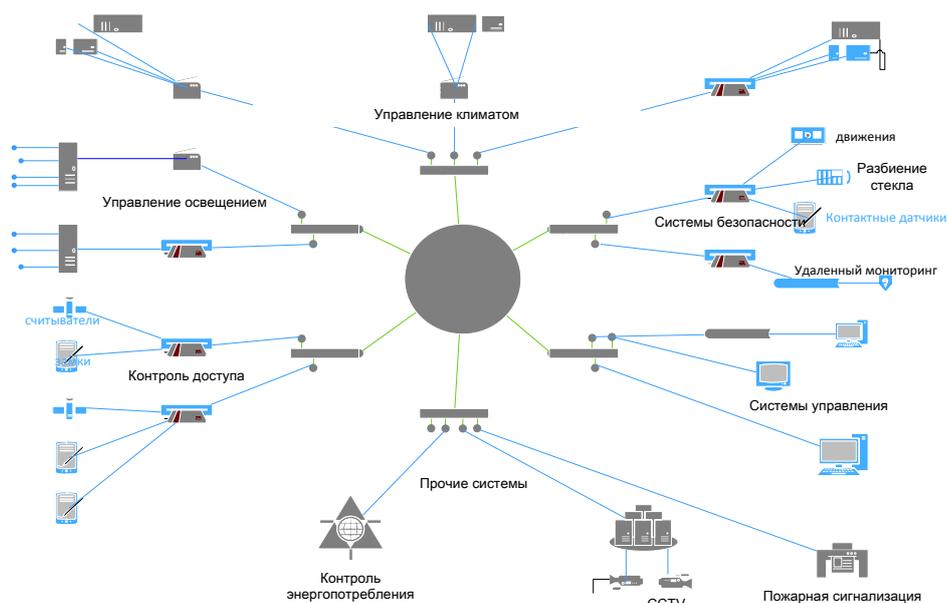


Рис. 2 – Архитектура системы на основе сети передачи данных

Принцип взаимодействия устройств в сети управления – одноранговый. Каждый компонент имеет возможность обмениваться данными с любым другим. Отсутствие подчиненности делает систему более гибкой и устойчивой. Единый протокол взаимодействия, единая кабельная система и сетевая архитектура позволяют добиться прозрачной интеграции всех компонентов системы. Устройства, принадлежащие к разным подсистемам, могут быть физически подключены к одному и тому же сегменту сети управления.

Поскольку существует стандартный способ получения данных и управления всеми подсистемами можно создавать универсальные программные комплексы управления, не ориентированные на конкретное обо-

рудование. Таким образом, используя датчики и прочее периферийное оборудования с сетевым интерфейсом можно строить сколь угодно сложную функциональную систему.

Для такой архитектуры вопрос о выбора сетевой технологии исчисляется четырьмя вариациями – Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee, 3G/4G.

В качестве перспективных подходов следует обратить внимание на ZigBee. Основным преимуществом этой технологии является сочетание малого относительно других технологий энергопотребления и поддержки ячеистой топологии с ретрансляцией и маршрутизацией сообщений. Для этого ZigBee большую часть времени находится в пассивном режиме, а при активации (переходе в активный режим) укладывается в 15

миллисекунд, что означает практически мгновенный отклик устройства, по сравнению с Bluetooth, где задержка в этой ситуации составляет порядка 3 секунд. ZigBee стандартизирован, что дает возможность объединять оборудование различных производителей. Помимо этого, ZigBee примечательна своей способностью к самоорганизации и самовосстановлению, а также высокой помехоустойчивостью, особенно в диапазоне от 2,4 до 2,48 ГГц. Спецификация ZigBee включает криптографическую защиту данных и гибкую систему безопасности. ZigBee не дорога при внедрении. Существенным недостатком ZigBee является низкая скорость передачи – 250 кбит/с, средняя от 5 до 40 кбит/с. Сегодня на рынке предлагаются два основных вида решений по применению технологии ZigBee в конечных устройствах – микросхемы поддержки радиointерфейса, работающего по стандарту IEEE 802.15.4, и готовые ZigBee-модули, представляющие собой размещенные на одной плате IEEE 802.15.4-трансивер, микроконтроллер, содержащий в себе стек ZigBee-протокола, необходимые внешние элементы обвязки (антенну, схемы питания, тактирования и др). Но, к сожалению, технология ZigBee, в отличие от Bluetooth и Wi-Fi, не поддерживается в массовых выпускаемых мобильных устройствах – телефонах, планшетах и ПК.

Поэтому в настоящее время для объединения периферийного оборудования актуально использование Bluetooth и Wi-Fi. Беспроводные устройства с Bluetooth представляют собой аналог Ethernet. Его особенность заключается в том, что отпадает необходимость прокладывать параллельные коммуникации для объединения компонентов при использовании интерфейса RS-485. Основное преимущество использования радиоканала с Wi-Fi заключается в большой дальности связи, способной достигать нескольких сотен метров. Это особенно необходимо для соединения между собой объектов в различных частях больших помещений. При

этом сокращаются как временные, так и финансовые затраты на прокладку уличных коммуникаций.

Для удаленного доступа к системам неоспоримые преимущества имеет технология 3G/4G. Преимущество использования данного беспроводного канала связи на сегодняшний день – практически сплошное покрытие.

Таким образом, наиболее эффективным представляется использование сетевых технологий с двухуровневым подходом к ее реализации (рис. 3). В нижнем уровне находится система управления периферийными компонентами реализованная на базе ZigBee.

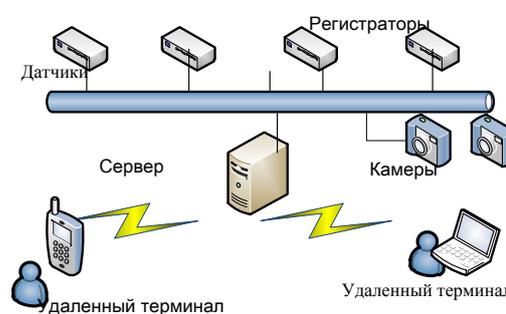


Рис. 3 – Двухуровневая архитектура системы на базе сетевых технологий

Надежность нижнего уровня обеспечена за счет децентрализации. Верхний уровень отвечает за связь пользователя с сервером на основе 3G/4G и реализует графический интерфейс пользователя. Такое построение системы также обеспечивает модульность, масштабируемость и доступность для массового использования.

Библиографический список

1. Семиров Р. Автоматизированные системы контроля состояния инженерных систем – Современные технологии автоматизации – № 1 –2014 г.
2. Интеллектуальные здания Москвы: инженерные системы международного класса для автоматизации зданий – режим доступа: <http://www.obzor.ru/index.php?pages=3&id=28>

**Кафедра
информационных технологий и автоматизированного
проектирования в строительстве
представляет**

Квалификация – магистр

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
И ТЕХНОЛОГИИ**

ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Мы находимся в начале XXI века – века компьютеров и телекоммуникаций, века информации и технологий. Только обладая качественной и достоверной информацией можно добиться успеха в бизнесе и на производстве.

Эти специальности – Ваш шаг в будущее, это:

- ¥ интересная учеба и интересная работа;
- ¥ мир ЭВМ, сетей и телекоммуникаций;
- ¥ интеллектуальные системы, банки данных и базы знаний;
- ¥ бухгалтерские и планово – финансовые системы учета;
- ¥ системы автоматизированного проектирования;
- ¥ интегрированные информационные системы.

Обучение проводится по очной форме, в течение двух лет.

Магистры этих специальностей – это инженеры качественно нового уровня – специалисты в области компьютерных технологий, защиты информации и проектировании систем.

МЫ ЖДЕМ ВАС!

Телефон: (473) 276-39-72

E-mail: informsys_kaf@vgasu.vrn.ru

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫХ В РЕДАКЦИЮ

1. Журнал публикует оригинальные статьи (объемом 3-5 страниц) по проблемам научных исследований и научно-технических разработок в области создания и применения современных информационных технологий и высокоэффективных систем управления в строительных, социальных, экономических и др. областях.

2. Рукописи статей рецензируются. Тематика предоставляемых статей должна соответствовать секции журнала (предполагаемая секция указывается авторами).

3. Статья предоставляется в виде одного файла формата MS Word-2007 или MS Word-2010, (.docx). Файл со статьей должен быть помещен в архив (архиваторы WinZip, WinRar с максимальной степенью архивации).

4. Статья должна содержать: индекс УДК; название, ключевые слова, инициалы и фамилии авторов; название организации, в которой выполнена работа, аннотацию (до 5 строк) – **все** на русском и английском языках; текст статьи; список литературы.

5. Количество соавторов в статье не должно превышать трех человек.

6. В отдельном файле должны содержаться сведения (на русском и английском языках) об авторах и организации, в которой выполнена работа: фамилия, имя, отчество; ученая степень, ученое звание, почетные степени и звания, должность; место работы; почтовый адрес с указанием индекса; телефон с указанием кода города; электронный адрес; полное и сокращенное название организации, в которой выполнена работа.

7. При наборе текста должны использоваться только стандартные шрифты размера 12 пт - Times New Roman и Symbol. Одинарный интервал и отступом красной строки 1 см. Размер бумаги А4 (210*297 мм), портретная ориентация. Поле: верхнее поле – 2 см, нижнее – 3 см, левое – 2,0 см, правое поле – 2,0 см.

8. Рисунки должны быть только черно-белыми, без полутонов, толщина линий не менее 0.5 пт. Буквенные и цифровые обозначения на рисунках, вставленных в статью, по начертанию и размеру должны соответствовать обозначениям в тексте статьи.

9. Все иллюстрации сопровождаются подрисуночными подписями, включающими в себя номер, название иллюстрации и при необходимости - условные обозначения.

10. Формулы должны выполняться только во встроенном "Редакторе формул". Формулы необходимо набирать прямым шрифтом (основной размер символа 12 pt) и нумеровать справа в круглых скобках. **Размер формул не должен превышать 7,5 см.**

11. Литературные ссылки по тексту статьи необходимо указывать в квадратных скобках, нумерация литературы должна быть произведена в порядке упоминания.

12. Не допускается «Альбомный» разворот страницы в статье.

13. **Рукописи, в которых не соблюдены данные требования, не рассматриваются.** Рукописи не возвращаются. Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонять материалы рекламного характера.

14. Материалы предоставляются на E-Mail: itcses@yandex.ru