

**ВЕСТНИК
САРАТОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

2009

**№ 4 (43)
Выпуск 2**

Научно-технический журнал

Издается с 2003 г.
Выходит один раз в квартал
Ноябрь 2009 г.

Журнал включен в перечень ведущих рецензируемых журналов и научных изданий, утвержденный президиумом ВАК Министерства образования и науки РФ, в которых публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук по направлениям: машиностроение, управление, вычислительная техника и информатика, энергетика, электроника, измерительная техника, радиотехника и связь, экономика, социология

Главный редактор

д.и.н., профессор И.Р. Плева

Зам. главного редактора

д.т.н., профессор А.А. Сытник

Ответственный секретарь

д.т.н., профессор А.А. Игнатьев

Редакционный совет: д.э.н. В.Р. Атоян, д.т.н. В.И. Волчихин, д.т.н. В.А. Голенков, д.и.н. В.А. Динес, д.х.н. В. Зеленский (Польша), д.т.н. В.А. Игнатьев, д.т.н. В.В. Калашников, д.т.н. И.А. Новаков, д.и.н. И.Р. Плева (председатель), д.т.н. А.Ф. Резчиков, д.социол.н. С.Б. Суоров, д.т.н. А.А. Сытник (заместитель председателя), д.ф.-м.н. Ян Аврејцевич (Польша), д.э.н. Улли Арнольд (Германия), д.ф.-м.н. Энтони Мерсер (Великобритания), д.э.н. Эде Соузе Феррейра (Португалия), д.т.н. Т. Чермак (Чехия), д.э.н. Ю.В. Шленов.

Редакционная коллегия: д.т.н. К.П. Андрейченко, д.т.н. Ю.С. Архангельский, д.филос.н. А.С. Борщов, д.т.н. А.С. Денисов, д.т.н. Ю.Г. Иващенко, д.т.н. Ю.Н. Климочкин, д.т.н. В.А. Коломейцев, д.т.н. А.В. Королев, д.т.н. В.А. Крысько, д.и.н. Г.В. Лобачева, д.т.н. В.И. Лысак, д.т.н. В.Н. Лясников, д.т.н. А.И. Финаенов, д.т.н. М.А. Щербаков.

Редактор Л.А. Скворцова

Компьютерная верстка С.В. Пчелинцевой

Перевод на английский язык А.М. Руста

Адрес редакции:
Саратов, 410054, ул. Политехническая, 77
Телефон: (845 2) 52 74 02
E-mail: vestnik @ sstu. ru
<http://dni.sstu.ru/vestnik.nsf>
Факс: (845 2) 52-53-02

Подписано в печать 25.11.09
Формат 60×84 1/8 Бум. офсет.
Усл. печ. л. 43,5 Уч.-изд. л. 40,45
Тираж 500 экз. Заказ 376
Отпечатано в Издательстве СГТУ,
410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Подписной индекс 18378

(каталог «Газеты. Журналы» на 1-е полугодие 2010 г.)

ISSN 1999-8341

© Саратовский государственный
технический университет, 2009



Scientific Journal

Since 2003
Once in a quarter
November 2009

This journal is included into the list of leading reviewed journals and scientific publications approved by the presidium of Ministry of Education and Sciences of Russian Federation where major scientific thesis's results for academic degree competition for a doctor and a candidate of sciences in machinebuilding, management, computer technics and information sciences,; power engineering, electronics, measuring technology, radio engineering and connection directions, economics, sociology are published

Editor-in-chief	Doctor of Historical Sciences, Pr. I.R. Pleve
Editor-in-chief assistant	Doctor of Technical Sciences, Pr. A.A. Sytnik
Executive secretary	Doctor of Technical Sciences, Pr. A.A. Ignatyev

Drafting committee: Pr. V.R. Atoyan, Pr. V.I. Volchihin, Pr. V.A. Golenkov, Pr. V.A. Dines, Pr. V. Zelensky (Poland), Pr. V.A. Ignatyev, Pr. V.V. Kalashnikov, Pr. I.A. Novakov, Pr. I.R. Pleve (Chairman), Pr. A.F. Rezhnikov, Pr. A.A. Sytnik (Vice of the Chairman), Pr. S.B. Surovov, Pr. Yan Avreytsevich (Poland), Pr. Ulli Arnold (Germany), Pr. Anthony Merser (UK), Pr. E. D'Sousa Ferreira (Portugal), Pr. T. Chermak (Chezh Republic), Pr. Y.V. Shlenov.

Editorial board: Pr. K.P. Andreychenko, Pr. Y.S. Arkhangelsky, Pr. A.S. Borshov, Pr. A.S. Denisov, Pr. Y.G. Ivashenko, Pr. Y.N. Klimochkin, Pr. V.A. Kolomeitsev, Pr. A.V. Korolyov, Pr. V.A. Krysko, Pr. G.V. Lobatcheva, Pr. V.I. Lysak, Pr. V.N. Lyasnikov, Pr. A.I. Finaenov, Pr. M.A. Sherbakov.

Editor L.A. Skvortsova
Computer-based page-proof S.V. Pchelintseva
Rendering A.M. Rust

Editorial office: 77, Politechnicheskaya Street
Saratov, 410054
Russia
Telephone: +8452/52-74-02
E-mail: vestnik @ sstu. ru
<http://dni.sstu.ru/vestnik.nsf>
Fax: +8452/52-53-02

Signed for publishing: 25.11.09
Format 60x84 1/8 Paper offset.
Apr. tp. l. 45,5 Acc.-pbl. l. 40,45
Edition 500 psc. Order 376
Printed in Publishers of SSTU,
77, Politechnicheskaya St., Saratov, 410054, Russia

ISSN 1999-8341

© Saratov State Technical University, 2009

ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

УДК 621.3

И.Л. Спицын, В.Б. Байбурин

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ АКУСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА КОНТРОЛЯ ВЫНОСА ПЕСКА ИЗ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Предложено описание схемы и принципа действия стенда для испытаний акустического анализатора частиц. Приведены экспериментальные результаты проверки на стенде основных характеристик акустического анализатора, подтвердившие эффективность его функционирования.

Акустический анализатор, дозатор песка, устройство подачи воздуха, компрессор

I.L. Spitsyn, V.B. Baiburin

THE TESTING STAND FOR THE ACOUSTIC ANALYZER OF CONTROL OF CARRING OUT SAND AND SOLID INCLUSION FROM GAS WELLS

The scheme and operation principle description of testing stand of acoustic particle analyzer is suggested. The experimental results of checking acoustic analyzer main characteristics on the stand which are proving, its operation efficiency are given here.

Acoustic analyzer, sand dispenser, air supply, compressor

Введение. При эксплуатации объектов добычи газа наблюдается вынос большого количества твердых механических включений (песка) из скважин. Это приводит к разрушению пласта и закрытию скважины, а также к порче оборудования (запорной арматуры, приборов учёта качества и количества газа и др.). Наличие в потоке газа частиц песка является причиной снижения добычи на месторождении [1].

В последние годы решением проблемы контроля выноса песка из скважин занимаются многие зарубежные и отечественные компании. Для выполнения поставленной задачи имеется ряд приборов отечественного и зарубежного производства в той или иной степени решающих проблему контроля выноса песка из газовых скважин. Весьма важным вопросом являются лабораторные испытания данных приборов. Предлагаемый стенд позволяет задавать скорости потока рабочей среды максимально приближенные к реальным условиям (от 5 до 12 м/с). Входящий в состав стенда дозатор песка обеспечивает задание расходов песка от 0 до 1 г/мин, с точность 0,01 г.

В настоящей работе предложено описание схемы и принципа действия стенда для испытаний акустического анализатора контроля выноса песка и твердых включений из газовых скважин.

Описание схемы и принципа действия стенда для испытаний акустического анализатора частиц. Опытный образец акустического анализатора испытывался на стенде (см. рис. 1). В качестве устройства подачи 1 используется центробежный насос в совокупности с электронным блоком регулировки оборотов, обеспечивающим возможность задания различных скоростей потока воздуха (от 5 до 30 м/с), что соответствует реальным условиям [2].

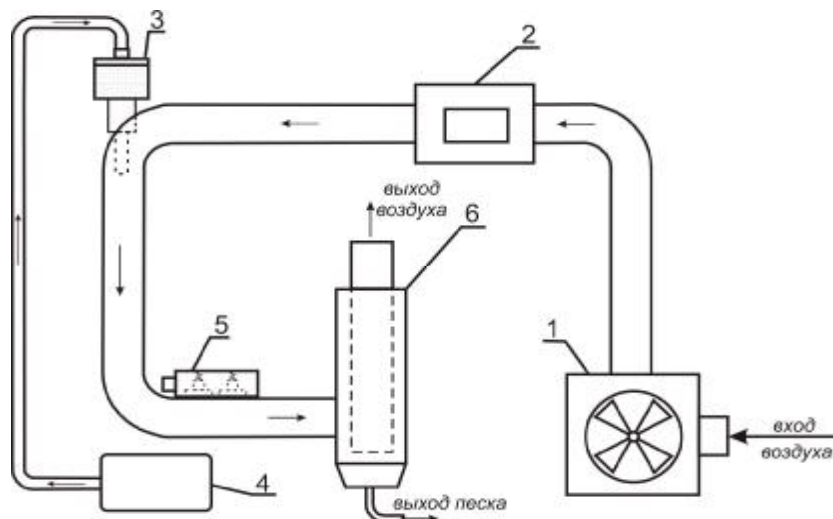


Рис. 1. Функциональная схема стенда для испытаний:
 1 – устройство подачи воздуха; 2 – расходомер; 3 – дозатор песка; 4 – компрессор;
 5 – акустический анализатор частиц; 6 – фильтр-сепаратор.

Расход воздуха контролируется расходомером 2. Подача песка в стенд осуществляется дозатором 3. Дозатор 3 представляет собой емкость, внутри которой располагается дозирующее устройство, приводимое в движение шаговым двигателем (ШД). В емкости с помощью компрессора 4 создается избыточное давление, превышающее давление в рабочем контуре, что обеспечивает гарантированную подачу песка в контур. Шаговый двигатель соединен с блоком управления, который подключен к компьютеру через интерфейс RS-232. Данная конструкция дозатора позволяет обеспечить расходы песка от 0 до 1 г/мин с точностью 0,01 г. Управление дозатором осуществляется с терминальной программы. В терминальной программе имеется возможность проведения калибровки перед началом работы. Калибровка дозатора выполняется следующим образом: с помощью точных весов измеряются расходы песка при двух известных скоростях вращения ШД, затем по двум полученным точкам строится кривая зависимости расхода от скорости вращения ШД. По полученной кривой можно получить скорость вращения ШД для любого расхода песка (в допустимых пределах). Дозатор 3 монтируется на изгибе трубы для обеспечения подачи песка в вертикальный участок трубы. Давление, подаваемое в дозатор песка, составляет не более 3 бар. Удары песчинок контролируются акустическим анализатором частиц 5. Анализатор монтируется на расстоянии не более двух диаметров трубы после её изгиба. Место соприкосновения приемного датчика с поверхностью трубы смазывается специальным гелем для улучшения акустического контакта. Контур, по которому движется воздух, подаваемый устройством подачи 1, выполнен из полимерной трубы для облегчения конструкции: кроме участка, на котором смонтирован акустический анализатор частиц, данный участок сделан из черного металла. Воздух и песок выходят через фильтр сепаратор 6.

Ниже приведены экспериментальные данные проверки на стенде некоторых характеристик анализатора. На рис. 2 представлены графики зависимости энергий соударений частиц песка о поверхность трубы от расхода песка при различных скоростях потока рабочей среды. График а) для скорости потока рабочей среды 5 м/с, график б) – 15 м/с. Расход песка задавался в интервале от 0,1 до 0,4 г/мин через 0,1 г/мин. Частотный диапазон анализа 180 ± 10 кГц.

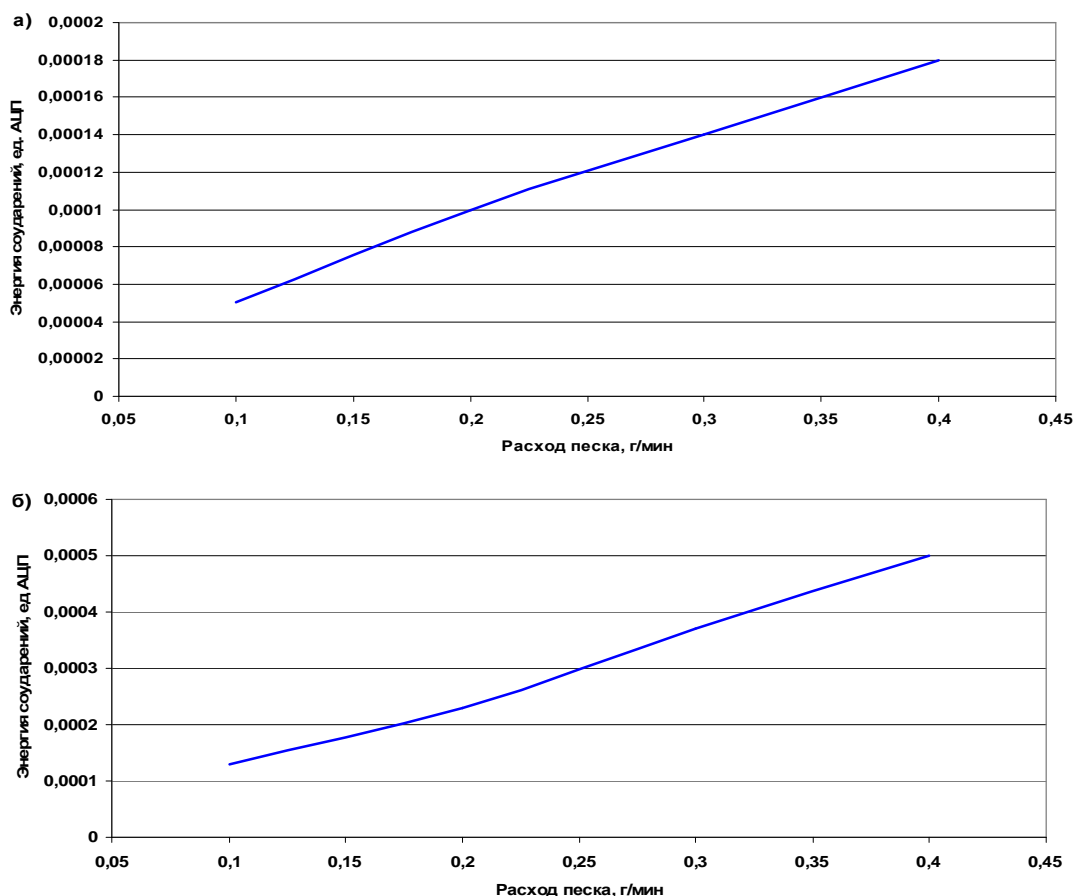


Рис. 2. График зависимости энергий соударений частиц песка о поверхность трубы от расхода песка при различных скоростях потока рабочей среды: а – 5 м/с; б – 15 м/с

Из графиков видно, что с увеличением расхода песка увеличивается энергия соударений частиц песка о поверхность трубы (зависимость близка к прямолинейной). Это говорит о хорошей чувствительности прибора к изменению шумовой картины. Из сравнения графиков видно, что при увеличении скорости потока рабочей среды также наблюдается увеличение энергии соударений частиц песка о поверхность трубы.

Заключение. Таким образом, с помощью описанного выше стенда представляется возможным проводить испытания и калибровку акустического анализатора контроля выноса частиц песка. Стенд позволяет создавать скорости потока рабочей среды, близкие к реальным условиям (5...12 м/с). С помощью дозатора песка возможно задание расходов песка от 0 до 1 г/мин. Разработанная схема стенда открывает возможность для дальнейшего улучшения его параметров и возможностей. Планируется доработка стенда в плане контроля выноса мокрого песка. Для этого в стенд будет добавлена система подачи воды, позволяющая задавать расходы воды от 0,05 до 2,5 л/мин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные технологии комплексного контроля расходных параметров продукции скважин / Г.Г. Кучеров, В.С. Битюков, Г.А. Ланчаков, О.В. Ермолкин, М.А. Гавшин // Газовая промышленность. 2006. №3. С.30.
2. Монитор частиц DSP-06 компании ClampOn: //http://www.clampon.com.

Спицын Иван Леонидович –

аспирант Саратовского государственного технического университета

Байбурин Вил Бариевич –

доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой «Программное обеспечение вычислительной техники» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 51-7

В.Б. Байбурин, Ю.П. Волков, Н.П. Коннов, А.А. Захаренко

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДНК БАКТЕРИЙ

Описаны результаты применения некоторых современных математических методов для анализа информации содержащейся в ДНК бактериальных клеток.

Математические методы, анализ, ДНК

V.B. Baiburin, Yu.P. Volkov, N.P. Konnov, A.A. Zakcharenko

MODERN MATHEMATICAL ANALYSIS OF BACTERIAL DNA

Some results of bacterial DNA analysis with modern mathematical methods are represented.

Mathematical methods, analysis, DNA

Основными направлениями анализа ДНК являются: поиск кодирующих белки участков и сравнение их с известными белками, поиск корреляций и закономерностей в не кодирующих белки участках ДНК, сравнение целых геномов различных организмов (например, различных бактерий) с целью построения филогенетического дерева данных организмов [1 - 3]. Рассматривается часть указанных методов, реализованная в программном комплексе на языке C++.

В бактериальном геноме преимущественно содержится информация о белках и практически отсутствуют некодирующие белок участки. Поэтому корреляционная функция [6] от бактериального генома показывает четкие пики с периодом в три нуклеотида (рис. 1), что является надежным свидетельством наличия кодирующих белок последовательностей [6].

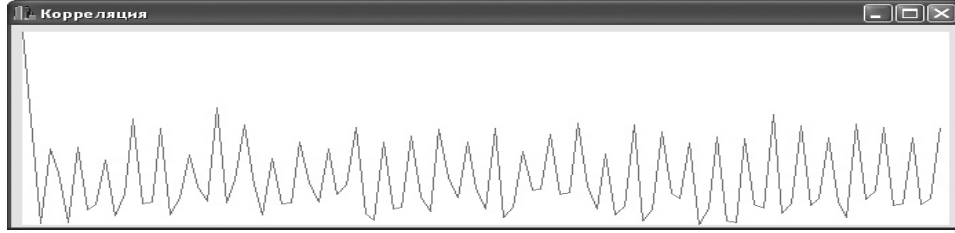


Рис. 1. Корреляционная функция возбудителя чумы (*Y. pestis* антиква)

Для анализа ДНК фрактальными методами последовательность оснований необходимо перевести в числовую форму, для чего используются несколько алгоритмов [8]. Для перевода ДНК в одномерный сигнал можно например прибавлять к счетчику 1 при встрече основания А или Г и вычитать 1 если встречается Т или С (другие алгоритмы приведены в [7]). На рис.2 приведены одномерные случайные блуждания для бактериального генома бактерий возбудителя чумы и сибирской язвы и для сравнения приведен график одномерных блужданий от случайной последовательности ДНК. Данный метод позволяет определить местонахождение, двух особых точек: верхней – точка старт синтеза бактериальной ДНК(при клеточном делении) и нижней – точка остановки синтеза [4].

На рис. 3 приведены изображения двумерных случайных блужданий для ДНК бактерий возбудителя чумы, сибирской язвы и псевдотуберкулеза, и случайной последовательности ДНК. Видно, что ДНК у близкородственных организмов (возбудители чумы и псевдотуберкулеза) более подобны друг другу и резко отличаются от случайной ДНК.

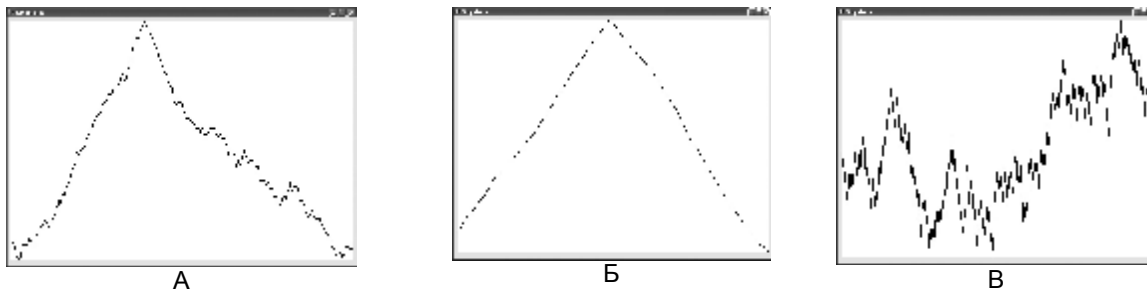


Рис. 2. Одномерные случайные блуждания: А – ДНК бактерии возбудителя чумы *Y. pestis* (антиква), Б – ДНК бактерии сибирской язвы (*Bacillus Antraces*). В – случайной ДНК

Методы нелинейного анализа позволяют отличить шумовой сигнал от стохастического в последовательности ДНК. В частности, нами реализован метод вычисления вложенной размерности последовательности ДНК длиной d , похожий на вычисление корреляционного интеграла [5], адаптированный для последовательности оснований ДНК. Коротко алгоритм [2] состоит в следующем: участок ДНК длиной N x_1, x_2, \dots, x_N представляется в виде серии d -мерных векторов задержанных данных

$$\begin{aligned} X_1 &\equiv (x_1, x_2, \dots, x_d), \\ X_2 &\equiv (x_2, x_3, \dots, x_{d+1}), \\ &\vdots \\ X_{N-d+1} &\equiv (x_{N-d+1}, \dots, x_N), \end{aligned} \tag{1}$$

Далее для каждого вектора $X_p \equiv (x_p, x_{p+1}, \dots, x_{p+d-1})$, где $(1 \leq p \leq N - d)$ ищется ближайший вектор $X_{H(p)} \equiv (x_{H(p)}, x_{H(p)+1}, \dots, x_{H(p)+d-1})$, и после этого – как близко

между собой находятся данные $x_{H(p)+d}$ и x_{p+d} . В качестве критерия близости используется прямое сравнение нуклеотидов в последовательностях ДНК

$$h(x_i, x_j) = \begin{cases} 0 & \text{if } x_i = x_j, \\ 1 & \text{if } x_i \neq x_j, \end{cases} \quad (2)$$

т.е. $h(A, C) = h(A, G) = h(A, T) = h(C, G) = h(C, T) = h(G, T) = 1$ и $h(A, A) = h(C, C) = h(G, G) = h(T, T) = 0$. Тогда расстояние между векторами X_i и X_j вычисляется путем суммирования полученных значений h для каждого нуклеотида в последовательности

$$H(X_i, X_j) = \sum_{k=0}^{d-1} h(x_{i+k}, x_{j+k}), \quad (3)$$

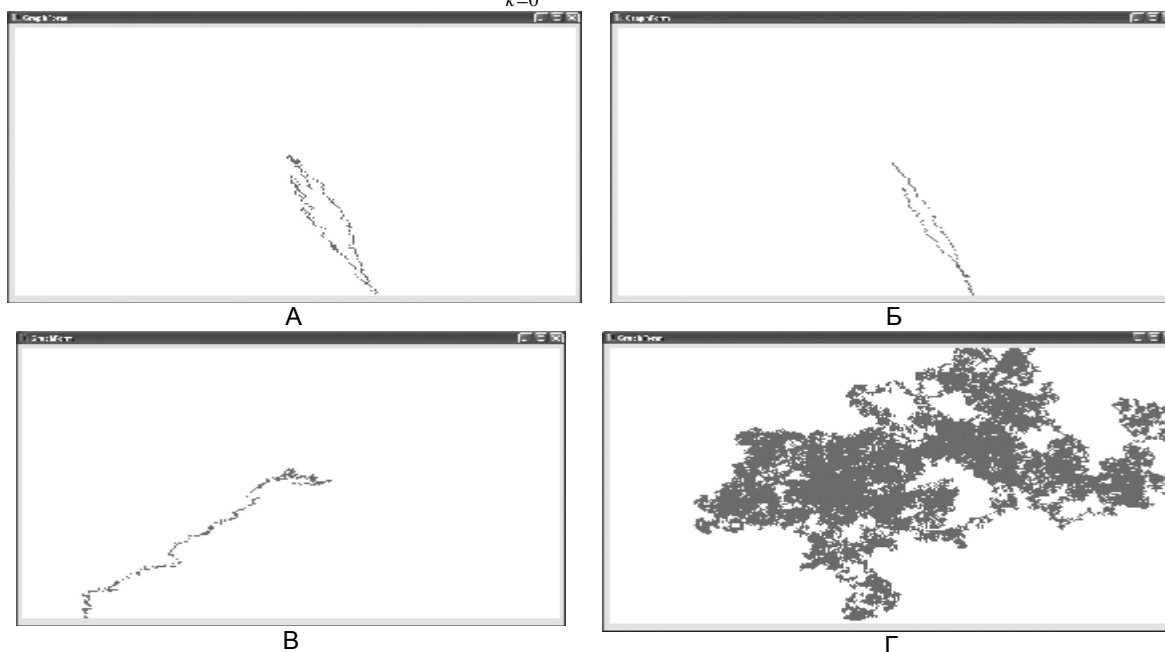


Рис. 3. ДНК бактерии возбудителей чумы (*Y. pestis* антиква) (А) и псевдотуберкулеза (*Y. Pseudotuberculosis*) (Б), сибирской язвы (В) и случайной последовательности оснований. Двумерные случайные блуждания

Таким образом, ближайшим к заданному вектору X_p считается вектор X_j у которого наименьшее значение $H(X_j, X_p)$ при $j \neq p$. Если таких окажется несколько, то выбирается один из них случайным образом. После определения ближайшего вектора к заданному вектору X_p вычисляется локальная ошибка $e_p \equiv (x_{p+d}, x_{H(p)+d})$ на основании которой вычисляется средняя ошибка последовательности

$$\begin{aligned} \langle E \rangle &= \frac{1}{N-d} \sum_{p=1}^{N-d} e_p = \frac{1}{N-d} (e_1, e_2, \dots, e_{N-d}) = \\ &= \frac{1}{N-d} [h(x_{1+d}, x_{H(1)+d}) + h(x_{2+d}, x_{H(2)+d}) + \dots + h(x_N, x_{H(N)})] \end{aligned} \quad (4)$$

где, как уже отмечалось, $H(1)$ соответствует вектору $X_{H(1)} \equiv (x_{H(1)}, x_{H(1)+1}, \dots, x_{H(1)+d-1})$, который является ближайшим к вектору $X_1 \equiv (x_1, x_2, \dots, x_d)$ в смысле уравнений (2)-(3), вектор $X_{H(2)} \equiv (x_{H(2)}, x_{H(2)+1}, \dots, x_{H(2)+d-1})$, ближайший к вектору $X_2 \equiv (x_2, x_3, \dots, x_{d+1})$ и т.д.

Для некоррелированных случайных последовательностей ДНК ошибка $\langle E \rangle$, вычисляемая в уравнении (4), не зависит от величины вложенной размерности d и для однородного расположения оснований в ДНК ($p(A) = p(C) = p(G) = p(T) = 0,25$) составляет 0,75.

Для оценки сложности организации последовательности ДНК необходимо вычислить $\langle E \rangle$ как функцию от величины вложенной размерности d . Если величина $\langle E \rangle$ убывает, то вложенной размерностью считается наибольшая величина d , при которой $\langle E \rangle$ перестает убывать и выходит на горизонтальное плато (или начинает возрастать). При анализе случайного сигнала величина $\langle E \rangle$ колеблется около значения 0,75 и не позволяет получить определенного значения вложенной размерности.

Для кодирующих белки последовательностей ДНК вложенная размерность обычно весьма мала (1-3) (рис. 4), для не кодирующих последовательностей, наоборот, она может быть весьма большой; так, например, для ДНК высших организмов (человек) вложенная размерность максимальна и составляет 16.

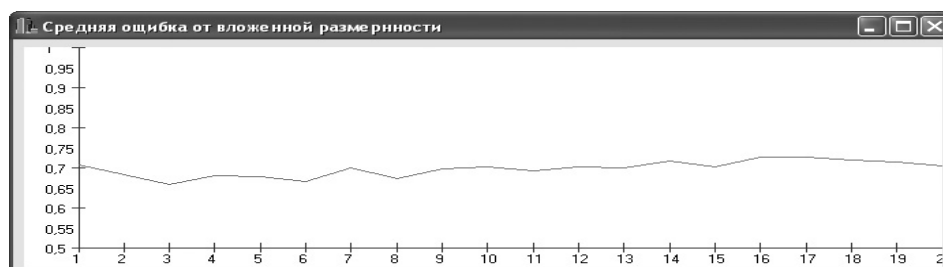


Рис. 4. Вложенная размерность возбудителя сибирской язвы

В программе также реализованы методы сравнения полных геномов на основе вейвлет-спектров [9], Фурье-анализ периодичностей в ДНК [10], построение сравнительных дот-карт двух ДНК [11], WTMM анализ [3] участков ДНК и другие методы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Percus J.K. Mathematics of genome analysis / J.K. Percus. Cambridge univ.press. 2004. 140 p.
2. Nonlinear modeling technique for the analysis of DNA chains / J. Barral, A. Hamsy, J. Jimenez, and A. Marcano // Physical Review E. 2000. V.61, N2. P.1812-1815.
3. Muzy J.F. Wavelets and multifractal formalism for singular signals: application to turbulence data / J.F. Muzy, E. Bacry, A. Arneodo // Phys/Rev/Lett. 1991. V.67. N25. P.3515-3518.
4. Сингер М. Гены и геномы: в 2 т. Т.2 / М. Сингер, П. Берг. М.: Мир, 1998. 391 с.
5. Потапов А.А. Фракталы в радиофизике и радиолокации. Топология выборки / А.А.Потапов. М.: Университетская книга, 2005, 848 с.
6. Species independence of mutual information in coding and non-coding DNA / Grosse I., Herzel H., Buldyrev S. V., et al. // Phys. Rev. E. 2000. V.61. N5. P.5624-5629.
7. Long-range correlation properties of coding and noncoding DNA sequences: GenBank analysis / Buldyrev S. V., Goldberg A.L., Havlin S., et al. // Phys. Rev. E. 1995. V.51. N5. P.5084-5091.
8. Abramson G. Fractal properties of DNA walk / G. Abramson, H.A. Cerdeira, C. Bruschi. Elsevier Preprint. 1998. P.1-14.
9. Comparative genomics via wavelet analysis for closely related bacteria / Song J., Ware T., Liu S.-L., Surette M. // EURASIP J. Appl. Signal Proc. 2004. V.1. N.5-12. P.5-12.
10. Fourier and wavelet analysis, a tool for visualizing regular patterns in DNA sequences / Dodin G., Vanderghenst P., Levior P., et al. // J. teor. Boil. 2006. V.206. P.323-326.
11. Bai-Lin H. Fractal from genomes- exact solution of a biology-inspired problem / Bai-Lin Hao // Physica A. 2000. V.282. P.225-246.

Байбурин Вил Бариевич –

доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Волков Юрий Петрович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Коннов Николай Павлович –

доктор биологических наук, профессор Российского научно-исследовательского противочумного института «Микроб», г. Саратов

Захаренко Александр Алексеевич –

аспирант кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 620.187:539.25

Н.В. Беспалова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ПОЛЯ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ

Представлен полуаналитический метод расчета оптического поля рассеяния в ближней зоне. Приведены результаты моделирования для диэлектрической и проводящей поверхностей.

Нанотехнология, оптическая микроскопия ближнего поля, численное моделирование, синусоидальные дифракционные решетки

N.V. Bespalova

NEAR-FIELD OPTICAL SCATTERING MODELING

An semianalytical method of new field scattering calculation field have been developed. Some results of scattering on dielectric and conducting samples are represented.

Nanotechnology, near-field Optical Microscopy, numerical modeling, nanometer sinusoidal gratings

Расчет оптического поля рассеяния в ближней зоне представляет существенный интерес в задачах моделирования получения изображений поверхностей методами сканирующей оптической микроскопии, а также при определении оптических свойств наноразмерных оптических объектов (фотонные кристаллы, среды Веселаго, микролинзы). Поскольку произ-

вольная поверхность может быть представлена в виде суммы синусоидальных решеток, задача моделирования сводится расчету рассеяния света на отдельных синусоидальных дифракционных решетках и последующим суммированием рассчитанных полей, что дает искомое поле, рассеянное исследуемой поверхностью. Известны различные подходы к расчету оптических полей в ближней зоне: аналитические, полуаналитические и численные. В данной работе развит полуаналитический подход, преимуществами которого является более высокая скорость работы, отсутствие разбиения объекта на конечные элементы, хорошая обусловленность решаемых систем линейных уравнений.

Приведем кратко полученные результаты.

Пусть плоская электромагнитная волна E_i распространяется в среде под углом q (рис. 1) и падает изнутри на синусоидальную поверхность раздела с воздухом изотропной и однородной среды с комплексным диэлектрическим показателем $\epsilon = (n + im)^2$.

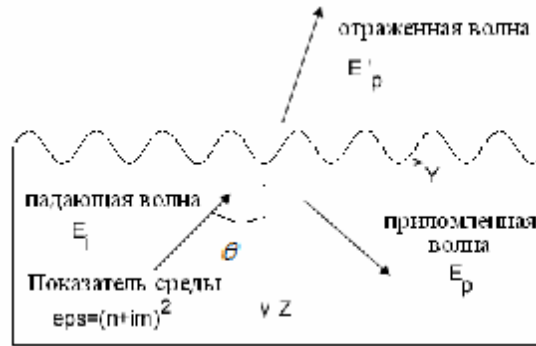


Рис. 1. Схематическое изображение волны падающей из среды на синусоидальную поверхность

$$E_i(x, y, z, t) = E_i \exp(ik_y y + ik_z z - i\omega t),$$

$$k_x = k_0 \sin q, k_z = k_0 \cos q. \tag{1}$$

Синусоидальная решетка занимает нижнее полупространство

$$z \geq x(x, y) = 2a_q \cos(\mathbf{q}\mathbf{r} + \mathbf{j}) = x_q \exp(-i\mathbf{q}\mathbf{r}), \tag{2}$$

где x_q – амплитуда Фурье компоненты рельефа поверхности; q – вектор синусоидальной решетки ($q = 2p/T$, где T – период синусоиды); $r = \{x, y\}$ – радиус-вектор, лежащий в плоскости $z = 0$; k_x, k_z – проекции волнового вектора падающей плоской волны k_0 ($k_0 = \omega/c$) на оси Z и Y соответственно; q – угол между падающей волной и осью Z . Падающая волна дифрагирует на плоскости, и предполагая гипотезу Релея справедливой, получаем для прошедшего в среду и рассеянного в воздух поля выражения (3) и (4) соответственно:

$$E = E_i \exp(ik_x y - ik_z z - i\omega t) + \sum_{p=-\infty}^{\infty} E_p \exp(i\mathbf{k}_p \mathbf{r} - \Gamma_p z - i\omega t) + \text{к.с.} \tag{3}$$

$$E'(x, y, z, t) = \sum_{p=-\infty}^{\infty} E'_p \exp(i\mathbf{k}_p \mathbf{r} + \mathbf{g}_p z - i\omega t) + \text{к.с.} \tag{4}$$

$$\mathbf{k}_p = k_x - p\mathbf{q},$$

где $p = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$

$$\Gamma_p^2 = k_p^2 - \epsilon * k_0^2, \mathbf{g}_p^2 = k_p^2 - k_0^2 \tag{5}$$

где p – порядок дифракции, $\text{Re } \mathbf{g}_p > 0$ и $\text{Re } \Gamma_p > 0$ если $k_p \geq k_0$; $\text{Im } \mathbf{g}_p < 0$, и $\text{Im } \Gamma < 0$ если $k_p \leq k_0$ ($p = 0$ описывает отраженную в воздух и прошедшую в среду френелевские волны).

Амплитуды проекций рассеянных полей E'_{px}, E'_{pz} и прошедших в среду полей E_{px}, E_{pz} находятся из решения следующей линейной системы уравнений:

$$(E_{ix} - \frac{k_{mx}}{k_z} E_{iz}) J_m(-J_0) = \sum_{p=-\infty}^{+\infty} i^{-p} \left[E'_{ix} - \frac{i(k_{px} - k_{mx})}{g_p} E'_{px} \right] e^{ipj} J_{m-p}(-q_p) -$$

$$- \sum_{p=-\infty}^{+\infty} i^{-p} \left[E_{px} + \frac{i(k_{px} - k_{mx})}{\Gamma_p} E_{pz} \right] e^{ipj} J_{m-p}(J_p),$$

$$\frac{k_0^2 - k_t k_{my}}{k_z k_t} E_{iz} J_m(-J_0) =$$

$$= \sum_{p=-\infty}^{+\infty} i^{-p} \left[\frac{-k_{px}}{k_{py}} E'_{px} + i \frac{g_p^2 - k_{py}(k_{py} - k_{my})}{k_{py} g_p} E'_{pz} \right] e^{ipj} J_{m-p}(-q_p) -$$

$$- \sum_{p=-\infty}^{+\infty} i^{-p} \left[\frac{-k_{px}}{k_{py}} E_{px} + i \frac{k_{py}(k_{py} - k_{my}) - \Gamma_p^2}{k_{py} \Gamma_p} E_{pz} \right] e^{ipj} J_{m-p}(J_p),$$

$$\left(\frac{k_t k_{mx}}{k_z} E_{ix} + \frac{k_0^2}{k_t} E_{iz} \right) J_m(-J_0) =$$

$$= \sum_{p=-\infty}^{+\infty} i^{-p} \left[i \frac{k_0^2 k_{px} - k_p^2 k_{mx}}{k_{py} g_p} E'_{px} + \frac{k_0^2 - k_{px} k_{mx}}{k_{py}} E'_{pz} \right] e^{ipj} J_{m-p}(-q_p) -$$

$$- \sum_{p=-\infty}^{+\infty} i^{-p} \left[i \frac{k_p^2 k_{mx} - e k_0^2 k_{px}}{k_{py} \Gamma_p} E_{px} + \frac{e k_0^2 - k_{px} k_{mx}}{k_{py}} E_{pz} \right] e^{ipj} J_{m-p}(J_p),$$

$$\left(- \frac{k_0^2 - k_t k_{my}}{k_z} E_{ix} \right) J_m(-J_0) =$$

$$= \sum_{p=-\infty}^{+\infty} i^{-p} \left[i \frac{k_0^2 k_{py} - k_p^2 k_{my}}{k_{py} g_p} E'_{px} - \frac{k_{px} k_{my}}{k_{py}} E'_{pz} \right] e^{ipj} J_{m-p}(-q_p) -$$

$$- \sum_{p=-\infty}^{+\infty} i^{-p} \left[- i \frac{k_p^2 k_{my} - e k_0^2 k_{py}}{k_{py} \Gamma_p} E_{px} - \frac{k_{px} k_{my}}{k_{py}} E_{pz} \right] e^{ipj} J_{m-p}(J_p),$$

где $J_p(x)$ – функция Бесселя первого рода и $J_0 = 2k_z a_q; q_p = 2i\Gamma_p a_q; J_p = 2ig_p a_q$; для получения Y – компоненты полей E_{py} и E'_{px} , используются следующая система уравнений, полученная из уравнений Максвелла:

$$k_{px} E'_{px} + k_{py} E'_{py} - ig_p E'_{pz} = 0,$$

$$k_{px} E_{px} + k_{py} E_{py} + i\Gamma_p E_{pz} = 0,$$

$$k_t E_{iy} - k_z E_{iz} = 0.$$

Магнитные компоненты электромагнитного поля, рассеянного в воздух и прошедшего в среду, могут быть вычислены из уравнений (3), (4), (5) и уравнений Максвелла: $rot \mathbf{E}'(\mathbf{w}) = (i\mathbf{w}/c) \mathbf{H}'(\mathbf{w})$ и $rot \mathbf{E}(\mathbf{w}) = (i\mathbf{w}/c) \mathbf{H}(\mathbf{w})$.

Аналитического решения системы уравнений (6)-(9) в случае произвольной диэлектрической проницаемости $\epsilon(\mathbf{w})$ и амплитуды рельефа поверхности a_q получить не удастся и поэтому нами используется численное решение на основе метода исключения Гаусса. Система линейных уравнений является достаточно хорошо обусловленной и для решения не требуется использования дополнительных методов регуляризации.

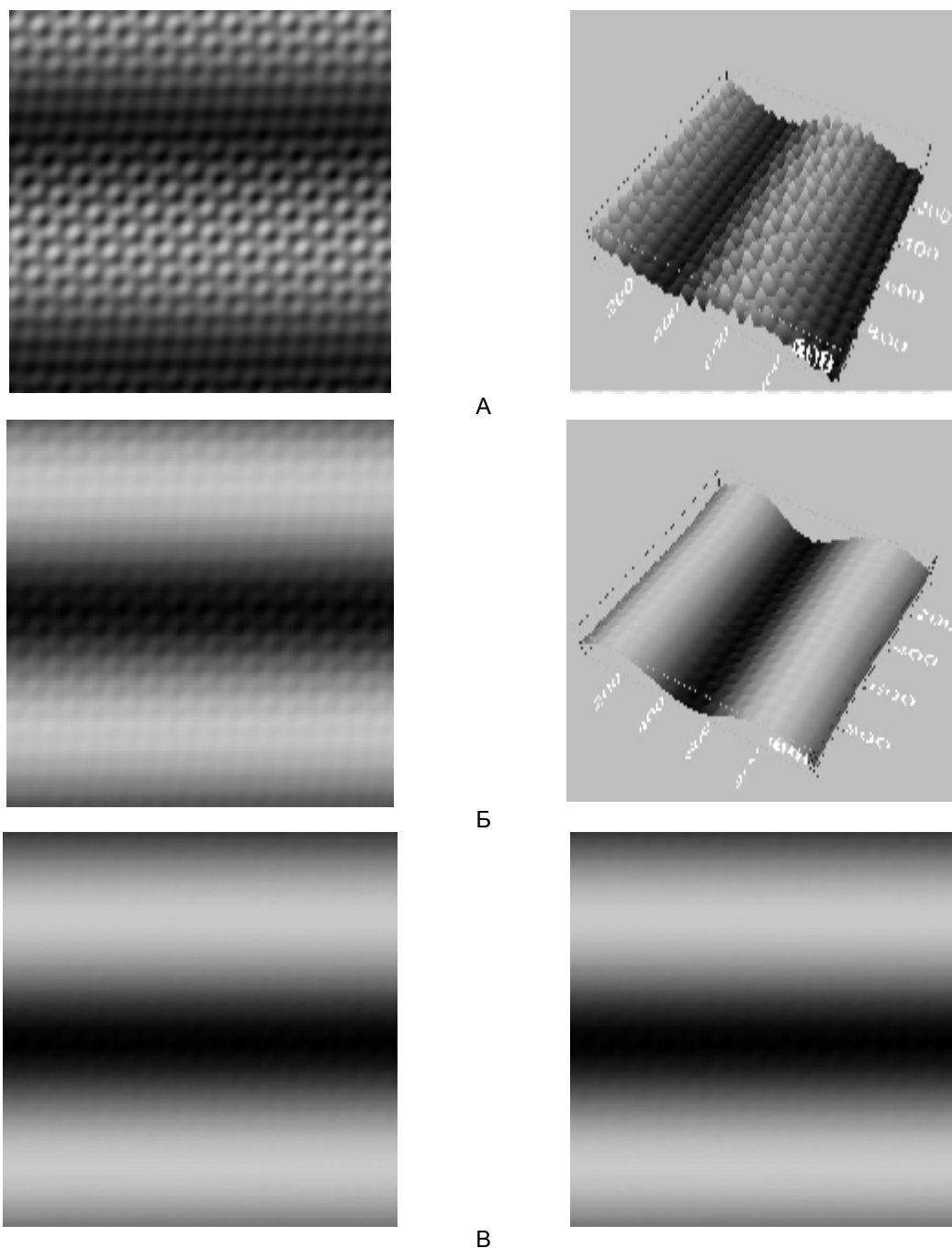


Рис. 2. Картина интенсивности рассеяния света (вид сверху и трехмерный вид) на металлической поверхности состоящей из трех синусоид амплитудой 10 нм периодом 50 нм: А – расстояние 10 нм от поверхности, Б – расстояние 30 нм от поверхности, В – расстояние 40 нм от поверхности

На базе разработанного метода написана программа, предназначенная для моделирования рассеяния света в ближней и дальней зонах от произвольной поверхности. В программу загружается рельеф поверхности для которой производится моделирование, далее программа выполняет преобразование Фурье данного рельефа, таким образом, представляя поверхность в виде суммы синусоидальных дифракционных решеток. После этого для каждой из синусоидальных решеток рассчитывается поле рассеяния и далее полученные поля сум-

мируются, давая моделируемую картину. На рис. 2 приведено изображение (вид сверху и трехмерный вид) интенсивности рассеянного света на металлической поверхности, состоящей из трех синусоидальных решеток амплитудой 10 нм периодом 50 нм с углами 0° , 45° и 90° для различных расстояний от поверхности. Поверхность освещается под углом 30° , длина волны падающего излучения 630 нм, s-поляризация. Видно, что информация о рельефе поверхности с периодом меньшим длины волны освещающего излучения сохранится только в ближней зоне и экспоненциально убывает с расстоянием: на расстоянии 10 нм интенсивность рассеянного света хорошо повторяет рельеф поверхности, в то время как на расстоянии 40 нм рельеф практически не заметен и остается только интерференционная картина между падающим и отраженным от поверхности световыми лучами.

Данная программа может быть использована также для расчета полей, создаваемых различными наноструктурами (фотонные кристаллы, среды Веселаго, твердотельные иммерсионные линзы и др.), которые находят применение в различных областях нанотехнологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wurtz G. A reflection-mode apertureless scanning near-field optical microscope developed from a commercial scanning probe microscope / G. Wurtz, R. Bachelot, and P. Royer // Review Scientif. Instrum. 1998. V.69(4). P. 1735-1743.
2. de Fornel F. Analysis of image formation with a photon scanning tunneling microscope / F. de Fornel, P.M. Adam, L. Salomon, J.-J. Greffet // J. Opt. Soc. Am. 1996/ V.13(1). P.35-46.
3. Greffet J.-J. Scattering of electromagnetic waves by rough dielectric surfaces / J.-J. Greffet // Physical Review B. 1988. V. 37 (11). P. 6436-6441.
4. Емельянов В.И. Дифракция света на поверхности с большой амплитудой модуляции рельефа и поверхностные нелинейно-оптические эффекты / В.И. Емельянов, В.Н. Семиногов, В.И. Соколов // Квантовая электроника. 1987. Т. 14. № 1. С. 33-46.

Беспалова Наталья Викторовна –

ассистент кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета.

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 535.345.1

И.Л. Пластун, А.О. Мантуров, А.Г. Мисюрин, В.Б. Байбурин

НЕСТАЦИОНАРНОЕ РЕЗОНАНСНОЕ САМОВОЗДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО СИГНАЛА, МОДУЛИРОВАННОГО ПО ЧАСТОТЕ

Исследованы проявления нестационарных эффектов при распространении интенсивного лазерного сигнала, модулированного по частоте в условиях резонансного самовоздействия. На основе фазовых портретов и спектров мощности для данной системы были найдены различные динамические режимы.

Резонансное самовоздействие, распространение лазерного сигнала, удвоение периода, частотная модуляция, отклик среды, разность заселенностей

I.L. Plastun, A.O. Manturov, A.G. Misurin, V.B. Baiburin

NON-STATIONARY RESONANCE SELF-ACTION IN FREQUENCY-MODULATED LASER BEAM

The non-stationary manifestation conditions in frequency-modulated cw laser beam propagating in resonance conditions are investigated. On the basis of phase portraits and power spectrum analysis we found a different dynamical regimes.

Resonance self-action, laser beam propagation, non-stationary, frequency modulation, medium response, population difference, period doubling

Задачи, связанные с изучением распространения мощного лазерного излучения в условиях резонанса, уже много лет привлекают к себе внимание исследователей (см., например, обзор [1] и ссылки в нем).

Под действием мощного лазерного излучения в условиях точного резонанса некоторые вещества начинают изменять свои оптические характеристики [2]. В настоящей работе исследуются особенности нестационарной динамики модели [3] и динамические режимы, при которых потенциально возможен переход к сложному многочастотному поведению и хаотическим колебаниям.

Численная модель основана на прямом решении уравнений Блоха (2,3), совместно с уравнением Максвелла (1):

$$2i\left(\frac{\partial E}{\partial z} + \frac{1}{c}\frac{\partial E}{\partial t}\right) + \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\right)E = gP, \quad (1)$$

$$\frac{\partial D}{\partial t} = -g[D - 1 + i(E^*P - EP^*)], \quad (2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} = -(\Gamma + i\Delta)P - \frac{i}{2}\Gamma DE, \quad (3)$$

где g – коэффициент поглощения, g, Γ – скорости релаксации заселенности и поляризации, соответственно, $D(z, r, j, t)$ – разность заселённости, нормированная на её величину в отсутствие насыщения, $E(z, r, j, t), P(z, r, j, t)$ – медленно меняющиеся амплитуды электрического поля и поляризации, соответственно, Δ – отстройка несущей частоты от частоты атомного перехода ($\Delta = 0$). Единица амплитуды поля соответствует уровню насыщения $D = 0,5$. Продольная координата z измеряется в единицах дифракционной длины, поперечная координата r нормирована на начальный радиус пучка a , который во всех рассматриваемых случаях был взят равным 1. Время и частота нормированы на продольное γ и поперечное Γ времена релаксации заселенностей. Для упрощения были взяты $g = \Gamma = 1$. Для решения уравнений (1)-(3) использована неявная разностная схема второго порядка, основанная на разложении поля по поперечной координате по модам Гаусса-Лагерра [3]. Комплексная амплитуда входного поля была представлена в виде:

$$E(0, r, j, t) = E_0 \exp\left(-\frac{r^2}{2a^2}\right) \exp[i\frac{w_1}{\Omega} \cos(\Omega t)], \quad (4)$$

где $w = w_0 + w_1 \sin \Omega t$, w_0 – несущая лазерная частота, w_1 – амплитуда модуляции частоты (здесь везде взята $w_1 = 1$), Ω – частота модуляции.

Распространяясь в резонансной поглощающей среде, пучок постепенно приобретает модуляцию интенсивности, которая вызывается обычной разницей поглощения на различных частотах. Этот эффект может возникать даже при низких интенсивностях и низких частотах модуляции.

Рассматривался режим слабой, низкочастотной модуляции, ($\Omega = 0,25p$). В этом случае можно предположить наличие существенной амплитудной модуляции выходной интенсивности из-за постоянного изменения поглощения.

В линейном режиме (рис. 1 а $E_0 = 0,1$) на фазовом портрете поляризации среды Р и разности заселенностей D (рис.2 а) и спектре мощности интенсивности выходного сигнала (рис. 3 а) можно наблюдать режим периодических колебаний с частотой модуляции $1/T$ и удвоение периода $2T$. В режиме насыщения (рис. 1 б $E_0 = 5$) полупериоды модуляции становятся неравными, так как наведенная линза является положительной при частоте выше атомного перехода и отрицательной при частоте ниже перехода. Таким образом, увеличение интенсивности из-за слабого поглощения на частоте ниже резонанса сглаживается дефокусировкой. При этом возникает вторая гармоника, хорошо заметная и на фазовом портрете (рис. 2 б), и на спектре мощности (рис. 3 б), что свидетельствует о постепенно возрастающем влиянии эффектов резонансного самовоздействия.

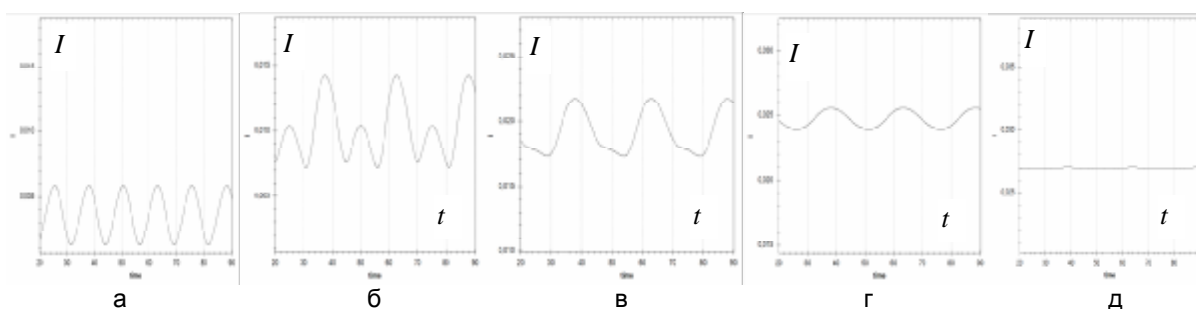


Рис. 1. Реализации выходной интенсивности $I(t)$ при отсутствии насыщения: $E_0 = 0,1$ (а); при среднем насыщении: $E_0 = 5$ (б); при сильном насыщении $E_0 = 10$ (в) и $E_0 = 20$ (г); при сверхсильном насыщении $E_0 = 100$ (д)

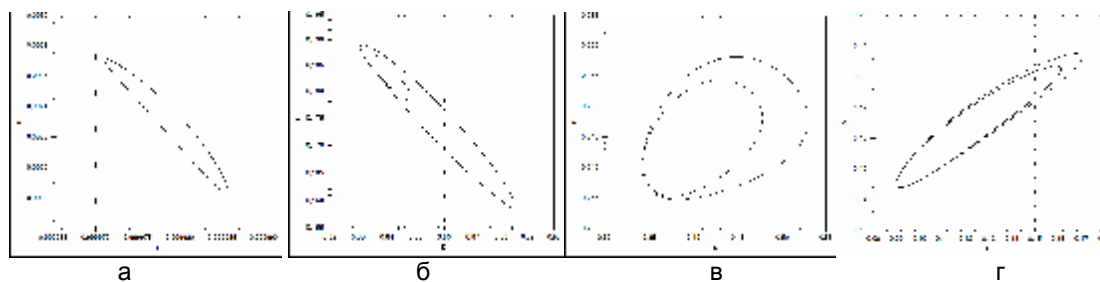


Рис. 2. Проекция фазового пространства системы на плоскость «поляризация среды Р - разность заселенностей D» при $E_0 = 0,1$ (а); $E_0 = 5$ (б); $E_0 = 10$ (в); $E_0 = 20$ (г)

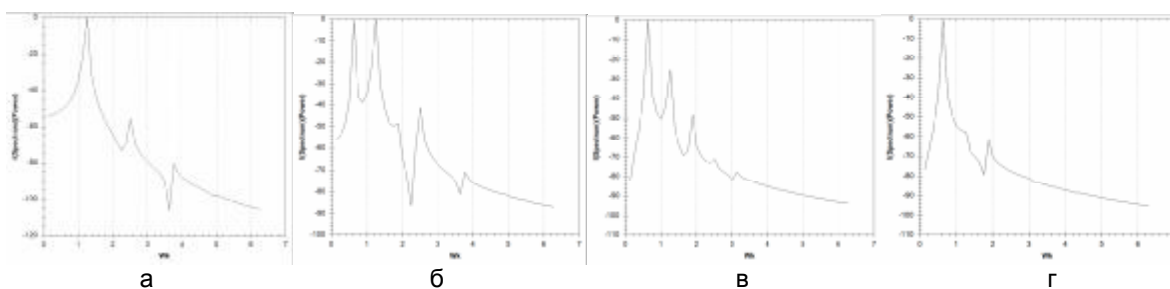


Рис.3. Спектры мощности, рассчитанные по реализации интенсивности на оси пучка на выходе из среды при $E_0 = 0,1$ (а); $E_0 = 5$ (б); $E_0 = 10$ (в); $E_0 = 20$ (г)

В фокусирующей области пики интенсивности становятся больше. Размер пятна демонстрирует увеличение после спада в центре каждой фокусирующей области (рис. 1). С увеличением интенсивности поля происходят подавление первой гармоники и рост амплитуды субгармоники, что объясняется постепенным уменьшением разности заселенностей D и нарастающим влиянием эффектов резонансного самовоздействия. Колебания на основной частоте постепенно сглаживаются и при $E_0 = 20$ частота колебаний уменьшается вдвое (рис. 2 д), при этом на спектре мощности наблюдается только субгармоника $2T$ (рис. 3 д). Дальнейшее увеличение интенсивности приложенного поля приводит к выравниванию заселенностей уровней и просветлению среды, когда поглощение столь незначительно, что становится практически одинаковым при любой частоте. Как следствие этого эффекта, мы наблюдаем отсутствие наведенной амплитудной модуляции интенсивности (рис. 1 д) и режим колебаний периода T .

С учётом этих эффектов можно корректировать распространение лазерного сигнала при оптическом зондировании различных сред, увеличивать длину проникновения излучения при распространении сигнала в оптической связи и получать дополнительную информацию о свойствах среды на основе динамических характеристик излучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтшуллер Г.Б. Нелинейные линзы и их применения / Г.Б.Альтшуллер, М.В.Иночкин // Успехи физических наук. 1993.Т.163, №7. С.65-84.
2. Dowell M.L Self-focused light propagation in fully saturable medium: experiment / M.L Dowell, R.C. Hart, A. Gallagher // Physics Review Application. 1996. V. 53. № 3. P. 1775-1781.
3. Пластун И.Л. Исследование влияния нестационарных когерентных эффектов и резонансного самовоздействия на характеристики лазерного пучка, модулированного по частоте /И.Л. Пластун, В.Л. Дербов // Компьютерная оптика. 2009. Т.33, №3, с.233-239.

Пластун Инна Львовна –

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Мантуров Алексей Олегович –

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Мисюрин Артём Геннадиевич –

аспирант кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Байбури Вил Бариевич –

доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 321.317.7

А.П. Белов, А.А. Васечко, Е.Д. Губенков, И.А. Матвеева, М.Д. Тютманов

**МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗОНДОВЫХ СИСТЕМ
ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ
МИКРОРАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЗАРЯДА**

Для измерения поверхностных распределений заряда (потенциала) используются микрозонды пролётного типа, входящие в состав измерительных информационных систем. Разработаны программы для определения метрологических характеристик измерительных зондовых систем сложной конфигурации: чувствительности, контрастно-частотных характеристик, разрешающей способности.

Бесконтактное измерение заряда (потенциала), зондовая система, метрологические характеристики

A.P. Belov, A.A. Vasechko, E.D. Gubenkov, I.A. Matveeva, M.D. Tjutmanov

**THE METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NONCONTACT PROBE
FOR SURFACE CHARGE MICRODISTRIBUTION MEASUREMENT**

In the measuring information system microprobes of complicated configuration are used for high rapid automatic scanning across an all charge surface of a research layer. The programs for metrological characteristic calculation: the sensitivity, the spatial transformation charge coefficient and the resolution have been created.

Noncontact measurement of charge (potential) distribution, probe system, metrological characteristics

Для измерения и контроля плотности заряда (потенциала) на поверхности диэлектрических и полупроводниковых слоев и пленок, а также для исследования электризации и релаксации зарядов, определения однородности электрофизических свойств названных материалов необходимо разрабатывать и создавать прецизионную аппаратуру.

Сопоставление зондовых систем вибрирующего, пролетного, параметрического типов показало [1], что наибольшие преимущества по оперативности измерения распределений заряда (потенциала) при высокой разрешающей способности и чувствительности имеют зонды пролетного типа. Это объясняется тем, что чувствительность таких зондов прямо пропорциональна скорости относительного перемещения зонда и исследуемого слоя. Увеличение скорости одновременно ведет к сокращению времени измерений. Предельная скорость ограничена конструктивными особенностями сканирующих систем и надежностью работы механических узлов [1]. В измерительных информационных системах использование зондов пролетного типа позволяет вести обработку большого объема результатов измерений в режиме реального времени и решать обратную задачу определения восстановления исследуемого распределения заряда (потенциала) по отклику измерительной системы.

На стадии разработки аппаратуры возникает необходимость в анализе метрологических характеристик зондовых систем, а также в синтезе зондовых систем с заданными мет

рологических характеристиками, на стадии обработки результатов измерений – в решении обратной задачи. Разработка и создание программного комплекса, предназначенного для решения названных задач, является актуальной проблемой.

Разработка соответствующих алгоритмов и программ проводится в рамках предложенных математических моделей преобразования поверхностных зарядов и потенциалов в электрический сигнал в неоднородной диэлектрической среде с потерями и без потерь[1].

Предлагаются алгоритмы и программы для анализа чувствительности и контрастно-частотных характеристик зондовых систем, а также их разрешающей способности.

Для измерения заряда или потенциала нередко применяются зонды с измерительным электродом в виде конуса в экране и без него, зонды с утопленным или выступающим из экрана измерительным электродом, зонды с зазором между измерительным электродом и экраном, величина которого сравнима с радиусом измерительного электрода (рис. 1).

В [1] построены уточненные расчётные модели зондовых систем сложной конфигурации. Полученные выражения для определения чувствительности и контрастно-частотных характеристик зондовых систем позволили разработать алгоритм и программу расчёта названных характеристик.

Входными параметрами для плоскопараллельных и осесимметричных зондовых систем являются: b – поперечный размер или R – радиус измерительного электрода зонда соответственно; a – ширина зазора между измерительным электродом зонда и экранирующим электродом; Δz – величина, определяющая степень выдвижения измерительного электрода из экрана или его «утопления» в экране; Z_1 – расстояние между экраном и заряженным слоем; h – толщина слоя; ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость слоя.

Отношение $\Delta z/b$ или $\Delta z/R$ изменяется в пределах $0,5 \div 2$.

Выходными параметрами для плоскопараллельных и осесимметричных зондовых систем являются: A_0/S_3 – отношение коэффициента пространственного преобразования

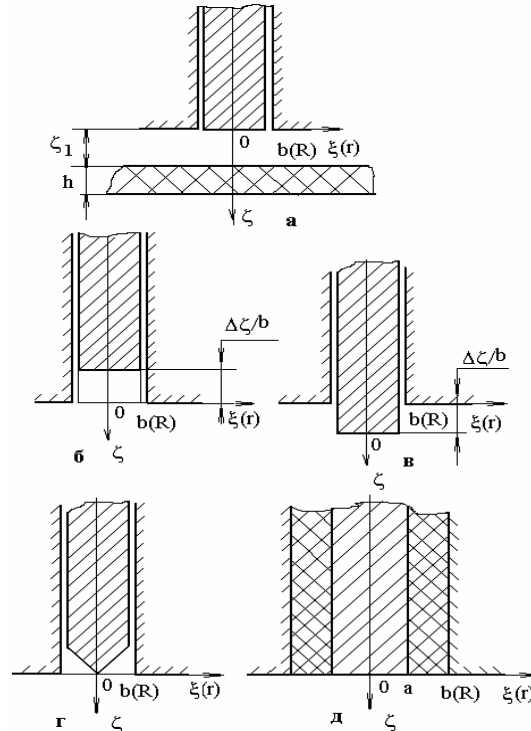


Рис. 1. Зондовые системы для измерения распределения поверхностного заряда: а – торец измерительного электрода расположен в плоскости экранирующего электрода ($z = 0$); б – измерительный электрод «утоплен» в экране; в – измерительный электрод выступает из экрана; г – измерительный электрод выполнен в виде конуса; д – зонд с зазором между измерительным электродом и экраном

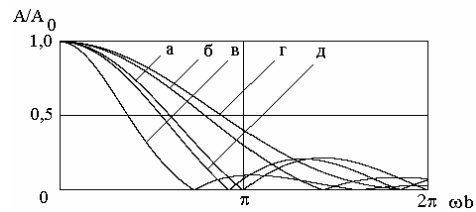


Рис. 2. Контрастно-частотная характеристика зондовых систем A/A_0 в плоскости раскрытия зонда; $z = 0$; $b = 4$ мкм: а – торец измерительного электрода расположен в плоскости экранирующего электрода; $\Delta z/b = 0$; б – измерительный электрод «утоплен» в экране; $\Delta z/b = -2,0$; в – измерительный электрод выступает из экрана; $\Delta z/b = 2,0$; г – измерительный электрод выполнен в виде конуса; д – зонд с зазором между измерительным электродом и экраном; $b - a = 1$ мкм

постоянной составляющей зарядного рельефа к площади зонда ($S_3 = 2b$ или $S_3 = pR^2$) в плоскости раскрыва зонда ($z = 0$); A/A_0 – контрастно-частотная характеристика зондовой системы, или модуль отношения коэффициента пространственного преобразования синусоидальной составляющей зарядного рельефа к коэффициенту пространственного преобразования постоянной составляющей зарядного рельефа в плоскости раскрыва зонда ($z = 0$); K_0/S_3 – отношение коэффициента пространственного преобразования постоянной составляющей зарядного рельефа к площади зонда ($S_3 = 2b$ или $S_3 = pR^2$) на поверхности заряженного слоя ($z = z_1$); K/K_0 – контрастно-частотная характеристика зондовой системы, или модуль отношения коэффициента пространственного преобразования синусоидальной составляющей зарядного рельефа к коэффициенту пространственного преобразования постоянной составляющей зарядного рельефа на поверхности заряженного слоя ($z = z_1$).

На рис. 2 приведены результаты расчёта контрастно-частотных характеристик плоскостепенных зондовых систем сложной конфигурации в плоскости раскрыва зонда.

Первые два параметра A_0/S_3 и A/A_0 целесообразно использовать для сравнения зондовых систем, обладающих одинаковыми свойствами по координате z .

Для оценки разрешающей способности определяется коэффициент разрешения:

$$g = \frac{\Psi_{\max} - \Psi_{\min}}{\Psi_{\max} + \Psi_{\min}}, \quad (1)$$

где Ψ_{\max} и Ψ_{\min} – максимальное и минимальное значения отклика измерительной зондовой системы на тестовое распределение заряда (потенциала). В качестве тестовых распределений выбраны одномерные синусоидальное и П-образное распределения заряда и двумерное распределение заряда типа «шахматная доска» на поверхности диэлектрического или высокоомного полупроводникового слоя.

Входными параметрами в программе определения коэффициента разрешения являются: R – радиус измерительного электрода зонда; z_1 – расстояние между экраном и заряженным слоем; h – толщина слоя; ϵ_1, ϵ_2 – относительная диэлектрическая проницаемость в зазоре между измерительным электродом и слоем и слоя соответственно; T – период синусоидального, П-образного распределений заряда и двумерного распределения заряда типа «шахматная доска».

Для двумерного распределения заряда период T по обеим координатам один и тот же.

Выходными параметрами являются: g_{\sim} – коэффициент разрешения для одномерного синусоидального тестового распределения заряда; g_{Π} – коэффициент разрешения для одномерного П-образного тестового распределения заряда; g_{\bullet} – коэффициент разрешения для двумерного тестового распределения заряда – «шахматная доска».

ЛИТЕРАТУРА

1. Грищенко В.Л. Измерение поверхностных зарядов и потенциала / В.Л. Грищенко, И.А. Матвеева. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2006. 282 с.

Белов Александр Павлович –

студент факультета электронной техники и приборостроения Саратовского государственного технического университета

Васечко Алексей Анатольевич –

студент факультета электронной техники и приборостроения Саратовского государственного технического университета

Губенков Евгений Дмитриевич –

студент факультета электронной техники и приборостроения Саратовского государственного технического университета

Матвеева Ирина Александровна –

доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Тютманов Максим Дмитриевич –

студент факультета электронной техники и приборостроения Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.385.01

В.Б. Байбурин, М.Б. Бровкова, А.А. Власов

ХАОТИЧНОСТЬ ТРАЕКТОРИЙ ЗАРЯДОВ В УСЛОВИЯХ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И СТОЯЧЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ

Определены режимы устойчивости и хаотичности траекторий зарядов в скрещенных полях. Построены карты динамических режимов.

Скрещенные поля, траектория заряда, устойчивость, хаотичность

V.B. Baiburin, M.B. Brovkova, A.A. Vlasov

CHAOTIC TRAJECTORY OF CHARGE IN CONDITION OF CONSTANTLY MAGNETIC FIELD AND STAGNANT ELECTRIC WAVE

The modes of stable and chaotic trajectories in crossed fields are defined. The cards of dynamic modes are built.

Crossed fields, trajectory of charge, stability, chaotic nature

Анализу хаотических режимов в скрещенных полях различного вида посвящены известные работы Г.М. Заславского, Р.З. Сагдеева, В.Б. Байбурина с сотрудниками, В.Г. Усыченко, С.В. Поршнева и др. В данной работе рассмотрены электронные траектории в ранее неисследованном случае двумерной стоячей электрической волны.

Движение заряженной частицы с зарядом q и массой m в скрещенных электрическом и магнитном полях записывается в виде

$$\begin{aligned} d^2x / dt^2 &= qE_x / m + \Omega V_y, \\ d^2y / dt^2 &= qE_y / m - \Omega V_x, \end{aligned} \quad (1)$$

где Ω – циклотронная частота, q – величина заряда частицы, m – масса частицы, $V_y = dy / dt$, $V_x = dx / dt$, E_x и E_y – составляющие электрического поля.

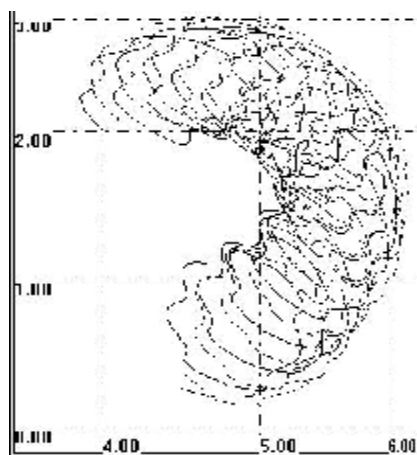


Рис. 1. Регулярные траектории
($E_0 = p$, $w = 8$, $\Omega = 1$, $a = 1$, $b = 1$)

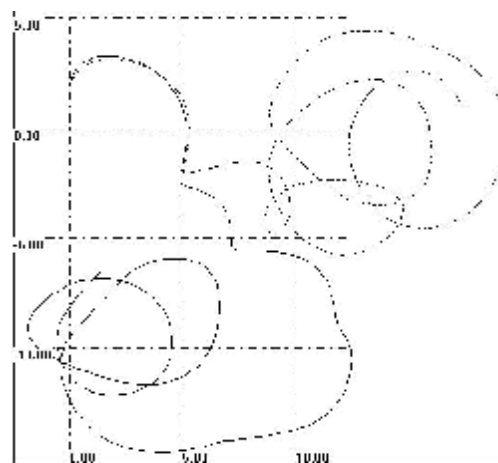


Рис. 2. Хаотические траектории
($E_0 = p$, $w = 1$, $\Omega = 1$, $a = 1$, $b = 1$)

Систему уравнений (1) можно представить в виде

$$\begin{aligned} \dot{x} &= v_x, \\ \dot{y} &= v_y, \\ \dot{v}_x &= E_x q/m + \Omega v_y, \\ \dot{v}_y &= E_y q/m - \Omega v_x. \end{aligned} \quad (2)$$

Рассмотрим стоячее электрическое поле с компонентами E_x E_y :

$$\begin{aligned} E_x &= E_0 \sin(ax) \sin(\omega t), \\ E_y &= E_0 \sin(by) \sin(\omega t), \end{aligned} \quad (3)$$

где E_0 – амплитуда электрического поля, ω – частота электрического поля. Магнитное поле примем постоянным, что соответствует $\Omega = const$. Решение системы (2) с учётом (3) и $\Omega = const$ проводилось с применением вычислительной схемы Рунге-Кутты четвёртого порядка точности. С целью проверки устойчивости рассматривались траектории с близкими начальными условиями, для которых рассчитывался показатель Ляпунова.

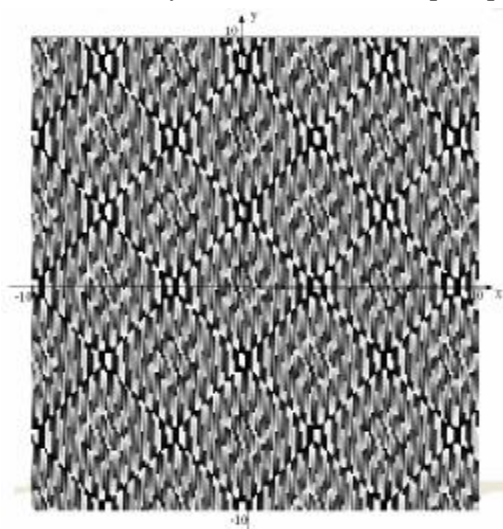


Рис. 3. Карта динамических режимов

На рис. 1 изображены типичные устойчивые траектории с близкими начальными координатами (сплошная линия – $x = 4$, $y = 2$; пунктир – $x = 4,1$, $y = 2,1$), полученные при $E_0 = p$, $w = 8$, $\Omega = 1$, $a = 1$, $b = 1$. Как видно из рисунка, траектории не расходятся, а следуют «параллельно» друг другу. Показатель Ляпунова меньше нуля.

На рис. 2 изображены типичные неустойчивые траектории с близкими начальными координатами (сплошная линия – $x = 0,01$, $y = 2$; пунктир – $x = 0,02$, $y = 2,01$), полученные при $E_0 = p$, $w = 1$, $\Omega = 1$, $a = 1$, $b = 1$. Видно, что траектории, изображённые на рис. 2, существенно расходятся; показатель Ляпунова больше нуля.

На основе показателей Ляпунова построена карта динамических режимов (рис. 3).

В каждой точке исследуемой области рассчитывается показатель Ляпунова с соответствующими данной точке начальными условиями и значениями параметров действующих электрического и магнитного полей. При отрицательном значении показателя Ляпунова соответствующая точка на карте изображается чёрным цветом, при положительном значении – градациями серого цвета (от тёмного тона до светлого по мере роста показателя Ляпунова). Данные карты позволяют визуальнo оценить, при каких значениях параметров в системе реализуются регулярные или хаотические режимы. Из рисунка также видно, что области устойчивости и хаотичности повторяются с некоторой периодичностью как по оси x , так и по оси y , что связано с периодичностью стоячей волны.

Байбурин Вил Бариевич –

доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Бровкова Марина Борисовна –

доктор технических наук, профессор кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Власов Андрей Александрович –

аспирант кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 538.911

Г.А. Деревягин, В.Б. Байбурин

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ЖЁСТКОМ
ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ КАНАЛЕ**

Рассматривается двумерная задача распространения акустического сигнала в жёстком цилиндрическом канале, излучённого линейным излучателем, расположенным на стенке канала. Задача решается методом преобразования Лапласа с последующим расщеплением по независимым переменным. Решение анализируется с помощью лучевой теории распространения волн. Рассчитывается фазовый сдвиг гармонического заполнения акустического импульса при прохождении по выбранным акустическим путям.

Акустический сигнал, цилиндрический канал, фаза отражения, газ

G.A. Derevyagin, V.B. Baiburin

**PROPAGATION OF ACOUSTIC SIGNAL IN A RIGID
CYLINDRICAL PIPELINE**

Two dimensional problem of propagation of acoustic signal in a rigid cylindrical pipeline, radiated by a linear radiator, placed on the wall of a pipe is discussed. The problem is solved by Laplas-transformation method with the further splitting of independent variables. The solution is analyzed with ray theory of wave propagation. Phase shift of harmonic filling of acoustic signal propagated along the chosen acoustic path is calculated.

Acoustic signal, a cylindrical pipeline, reflection phase, gas

Акустические сигналы широко используются в измерительной технике. Развитие ультразвуковых методов измерения расхода газа привело к необходимости изучения распространения ультразвуковых сигналов в цилиндрическом газопроводе [1].

В двумерной цилиндрической системе координат рассмотрен процесс распространения в жёстком цилиндрическом канале акустического сигнала малой длительности с гармоническим заполнением (рис. 1). Радиус канала принимается равным a , центр излучателя имеет координаты $(a, 0)$, а его размер равен $2d$ ($d \ll a$).

Пусть начиная с момента времени $t=0$ излучатель совершает нормальные к его поверхности колебания с заданной скоростью:

$$v_{изл}(t) = \sin\left(\frac{pf}{2}(t - t_{длум}/2)\right) \cos\left(\frac{pf}{4n}(t - t_{длум}/2)\right), \quad (1)$$

где f – частота акустических колебаний, n – число периодов, $t_{длум}$ – длительность излучения (рис. 2). При $t > t_{длум}$ излучатель играет роль абсолютно жёсткой стенки.

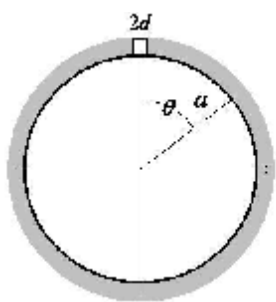


Рис. 1. Цилиндрический канал с излучателем на стенке

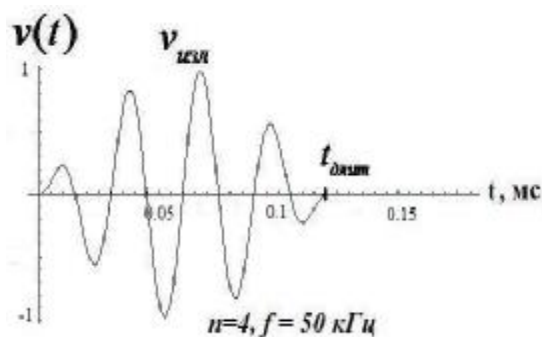


Рис.2. Скорость колебания излучателя

Решение задачи распространения акустического сигнала сведём к нахождению поля акустического давления $p = p(r, q, t)$ в области $r \leq a$ (рис. 1) для любого момента времени. Известно, что давление p связано с потенциалом скорости y соотношением

$$p = r_0 \frac{\partial y}{\partial t}, \quad (2)$$

где r_0 – плотность среды.

Потенциал скорости y может быть найден из решения волнового уравнения:

$$\frac{\partial^2 y(r, q, t)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial y(r, q, t)}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 y(r, q, t)}{\partial q^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 y(r, q, t)}{\partial t^2} = 0, \quad (3)$$

с граничными и начальными условиями:

$$\left. \frac{\partial y}{\partial r} \right|_{r=a} = \begin{cases} v_{uzl}(t), & |q| < q_0 \\ 0, & |q| > q_0 \end{cases}, \quad (4)$$

$$y(r, q, t)|_{t=+0} = 0, \quad \left. \frac{\partial y}{\partial t} (r, q, t) \right|_{t=+0} = 0, \quad (5)$$

где $q_0 = \frac{d}{a}$, c – скорость звука в среде.

Знак «плюс» при $v_{uzl}(t)$ выбран с учётом направления излучения внутрь канала. Вторая строка в фигурных скобках (4) – условие абсолютной жёсткости стенок канала вне области излучателя.

Для нахождения $y(r, q, t)$ применим прямое преобразование Лапласа [2] по времени, метод расщепления по переменным r и q [3] и затем обратное преобразование Лапласа [2]. Тогда с учётом (2) получим решение для поля давления:

$$p(r, q, t) = \frac{1}{2p} \int_{-\infty}^{\infty} V_{uzl}(s) Y(s, r, q) e^{st} ds, \quad y = \text{Im}(s), \quad (6)$$

где

$$Y(s, r, q) = \frac{4c}{\pi i} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{b_m J_m\left(r i \frac{s}{c}\right)}{\left(J_{m-1}\left(a i \frac{s}{c}\right) - J_{m+1}\left(a i \frac{s}{c}\right) \right)} \cos mq, \quad (7)$$

где $s = a + iw$, w – круговая частота, a – коэффициент затухания, J_k – функция Бесселя первого рода порядка k , $V_{uzl}(s)$ – изображение $v_{uzl}(t)$ (1). В обозначениях формулы (1) $V_{uzl}(s)$ имеет вид:

$$V_{uzl}(s) = \frac{(-1)^n 2ns \left(\frac{2fp}{n} \right)^2 ch\left(\frac{sn}{2f} \right)}{\left[\left(\frac{(2n+1)pf}{n} \right)^2 + s^2 \right] \left[\left(\frac{(2n-1)pf}{n} \right)^2 + s^2 \right]}, \quad (8)$$

где $ch(s)$ – гиперболический косинус.

После перехода к новой переменной $s_1 = \frac{as}{c}$ и замены бесконечных пределов интегрирования конечными выражение (6) представляется в виде

$$V_{uzl}(s) = \frac{(-1)^n 2ns \left(\frac{2fp}{n} \right)^2 ch\left(\frac{sn}{2f} \right)}{\left[\left(\frac{(2n+1)pf}{n} \right)^2 + s^2 \right] \left[\left(\frac{(2n-1)pf}{n} \right)^2 + s^2 \right]}, \quad (9)$$

$$p_1(r, q, t) \approx \frac{1}{2p} \frac{c}{a} \int_0^A \text{Re} \left[V_{uzl} \left(\frac{c(a_1 + iw_1)}{a} \right) Y_1^M \left(a_1 + iw_1, \frac{r}{a}, q \right) e^{\frac{(a_1 + iw_1)tc}{a}} \right] dw_1, \quad (9)$$

где

$$Y_1^M(s_1, \frac{r}{a}, q) = \frac{4}{\pi i} \sum_{m=0}^M \frac{b_m J_m\left(\frac{r}{a} i s_1\right)}{\left(J_{m-1}(i s_1) - J_{m+1}(i s_1) \right)} \cos mq, \quad s_1 = a_1 + iw_1, \quad 0 < x_1 < 1. \quad (10)$$

$$Y_1^M(s_1, \frac{r}{a}, q) = \frac{4}{\pi i} \sum_{m=0}^M \frac{b_m J_m(\frac{r}{a} i s_1)}{(J_{m-1}(i s_1) - J_{m+1}(i s_1))} \cos m q, \quad s_1 = a_1 + i w_1, \quad 0 < x_1 < 1. \quad (5)$$

Интеграл (9) находится методом численного интегрирования второго порядка.

Предел интегрирования A в (9) берётся с учётом быстрого убывания модуля комплексной функции $V_{изл}\left(\frac{c(a_1 + i w_1)}{a}\right)$ по w_1 ($0 < a_1 < 1$) и зависит от параметра $\% = \frac{f a}{c}$:

$A = A(\%)$. В виду быстрого убывания членов ряда (10) при $m > A$, предел суммирования достаточно ограничить величиной M : $2A < M < 2A + 1$. В дальнейших расчётах используются значения: $A(33) = 150$, $M = 300$. Формулы (9), (10) позволяют рассчитать акустическое давление в любой точке области $r \leq a$, в любой момент времени.

Следует отметить, что при измерении расхода газа в газопроводах излучатель выполняет также и роль приёмника акустических сигналов [1]. Поэтому сигнал давления на излучателе представляет особый интерес.

На рис. 2 представлена зависимость давления от времени в точке $(r, q) = (a, 0)$ для следующих параметров задачи: $a = 200$ мм, $c = 300$ м/с, $d = 0.6$ мм, $f = 50$ кГц. Рис. 3а – давление на излучателе в момент излучения, рис.3б – сигналы, пришедшие на излучатель по различным акустическим путям: в момент времени $t_1 = 2.66$ – по пути l_1 (рис. 4 а), в момент времени $t_2 = 3.46$ – по пути l_2 (рис. 4 б), в момент времени $t_3 = 3.77$ – по пути l_3 (рис. 4 в) и в момент времени $t_4 = 6.34$ – по пути l_4 (рис. 4 г). Сигнал в момент времени $2t_1$ – дважды прошедший по пути l_1 , сигналы, не отмеченные скобками на рис. 3 б, накладываются друг на друга вследствие близости длин их акустических путей.

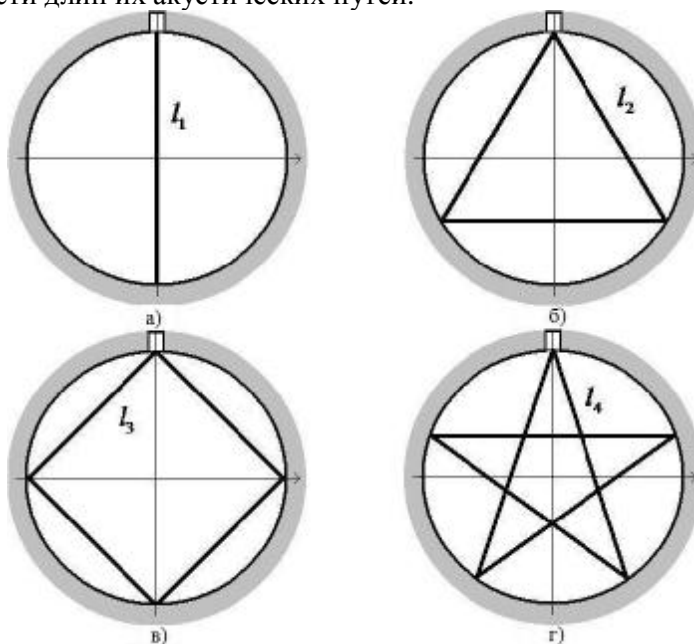


Рис. 4. Акустические пути

Для решения практических задач, связанных с измерением расхода газа представляет интерес определение изменения фазы акустических сигналов после отражений. Известно,

что при каждом отражении акустической волны от криволинейной поверхности и последующем переходе через каустику происходит скачок фазы сигнала [4].

Скачок фазы сигнала в настоящей работе определяется путём сравнения принятого сигнала с излучённым. Как показывают расчёты при заданном размере и форме излучателя ($\frac{d}{a} = 0.3$), суммарную величину скачка фазы j сигнала для заданного акустического пути можно оценить как

$$j = -\frac{p}{2}m - dj, \quad dj \approx 0.2p, \quad m - \text{число отражений} \quad (11)$$

Величина dj возникает из-за конечности размеров излучателя. При уменьшении $\frac{d}{a}$ значение $|dj|$ уменьшается.

Таким образом, в работе получено решение двумерного волнового уравнения для случая излучения акустического сигнала в жёсткий цилиндрический канал излучателем малых размеров. Дана оценка скачка фазы сигнала после его отражения от стенок канала, которая может быть использована для уменьшения погрешности при определении времени распространения сигнала [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Деревягин А.М. Новый способ измерения расхода газа, реализованный в ультразвуковом расходомере «Гиперфлоу-УС» / А.С. Фомин, В.И. Свистун, Г.А. Деревягин // Наука и техника в газовой промышленности. 2006. № 4(28).
2. Дёч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа / Г. Дёч. М.: Наука, 1971.
3. Лепендин Л.Ф. Акустика / Л.Ф. Лепендин. М.: Высшая школа, 1978.
4. Боровиков В.А. Геометрическая теория дифракции / Б.Е. Кинбер. М.: Связь, 1978.

Деревягин Глеб Александрович –

аспирант кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Байбурин Вил Бариевич –

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного Технического университета

ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

УДК 62.50

К.В. Казаков, А.А. Львов, В.А. Пыльский

АЛГОРИТМ ДВУХКАНАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ КВАЗИГАРМОНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

IEEE стандарт 1057 (IEEE-STD-1057) предоставляет алгоритмы для оценивания параметров волнового сигнала по его зашумленным дискретным временным отсчетам. Разработан альтернативный алгоритм оценивания параметров двухканального квазигармонического сигнала, основанного на нелинейном методе наименьших квадратов. Показано, что в более сложных условиях, когда зашумленные отсчеты проведены только на части периода сигнала, алгоритм дает лучшую точность оценивания по сравнению со стандартным алгоритмом IEEE-STD-1057.

Оценка амплитуды, IEEE стандарты, анализ сигнала, оценка частоты

K.V. Kazakov, A.A. L'vov, V.A. Pylskiy

AN DUAL-CHANNEL ESTIMATION ALGORITHM OF QUASIHARMONIC SIGNAL PARAMETERS

The IEEE Standard 1057 (IEEE-STD-1057) provides algorithms for fitting the parameters of a sine wave to noisy discrete time observations. The contributions of this paper include a new alternative algorithm for dual-channel wave signal parameters estimation with the performance of a nonlinear least squares approach. It is shown that the alternative algorithm provides more accurate estimates than IEEE-STD-1057 in severe conditions with noisy data taken from a part of period only.

Amplitude estimation, IEEE standards, signal analysis, frequency estimation

Во многих современных устройствах формируемые сигналы представляются в виде

$$u_i = u(t_i) = A \sin(\omega t_i + n) + B + \lambda_i, \quad i = \overline{1, N}, \quad (1)$$

где u – измеряемая величина; x – точно известное значение, которое может изменяться в заданных пределах; A, B, j – неизвестные амплитуда, паразитная постоянная составляющая и начальная фаза сигнала соответственно; v – неизвестный параметр паразитной частотной

модуляции, несущий информацию о качестве выпускаемой продукции или о точности производимых измерений некоторых параметров, характеризующих качество; I – аддитивный шум, распределённый по нормальному закону. Предполагается, что основная частота w известна точно, а параметр v меняется медленно по сравнению с ней, т.е. $w \gg |v|$, и на некотором интервале изменения x можно считать, что параметр w остаётся постоянным.

Подобный сигнал называется квазигармоническим. Задача заключается в нахождении оценок параметров A, B, j, v по результатам измерения величины u при изменении x . Необходимость решения поставленной задачи возникает в случаях оценивания качества большинства устройств – от датчиков, до аудио- и видеоаппаратуры.

Стандарт американского института инженеров электриков и электронщиков IEEE-STD-1057 [1] предоставляет алгоритмы для оценивания параметров квазигармонического сигнала по его зашумленным дискретным временным отсчетам. Его подробный анализ проведён в [2]. Оценивание проводится как результат минимизации суммы квадратов ошибок, то есть разностей между наблюдениями и значениями, предсказанными моделью. Алгоритм IEEE-STD-1057 обеспечивает точные оценки при наличии гауссовского шума и шума квантования. В случае действия шума, подчиненного нормальному закону распределения, алгоритм обеспечивает оценивание с точностью, близкой к выведенной нижней границе Крамера-Рао. В более сложных условиях, когда зашумленные отсчеты проведены только на части периода сигнала, алгоритм дает худшую точность оценивания.

Угловая частота ω может быть известна или нет, что приводит к модели с тремя или четырьмя неизвестными параметрами в случае одноканального квазигармонического сигнала, соответственно. Рассмотрим алгоритм оценивания параметров двухканального квазигармонического сигнала с общей круговой частотой. В этом случае модель с четырьмя параметрами (неизвестная частота) преобразуется в модель с семью параметрами, а в случае трех неизвестных параметров их число становится равным шести. Более сложным и важным с точки зрения практического применения является вариант с неизвестной частотой, так как иначе оценки неизвестных параметров получаются тривиально по методу наименьших квадратов (МНК).

Топология формирователя двухканального сигнала обладает существенной особенностью: сигналы обоих каналов – измерительного и опорного – получены от одного и того же возбуждающего генератора. Это предоставляет дополнительную возможность оптимизации производимой обработки сигналов. Она заключается в совместном оценивании нестабильности частоты v возбуждающего генератора по результатам измерений, полученным в обоих каналах.

С целью формализации данной задачи введем в рассмотрение систему $2N$ уравнений, аналогичных (1) и описывающих результаты произведенных в обоих каналах измерений:

$$\begin{aligned} u_i^S &= A^S \sin[(\omega_0 + v)t_i + f^S] + B^S + \lambda_i^S, \\ u_i^R &= A^R \sin[(\omega_0 + v)t_i + f^R] + B^R + \lambda_i^R, \quad i = \overline{1, N}, \end{aligned} \quad (2)$$

где верхние индексы S и R соответствуют параметрам сигналов измерительного (sensitive) и опорного (reference) каналов, а трактовка параметров $A^S, B^S, j^S, I_i^S, A^R, B^R, j^R, I_i^R, w, v$ дана в комментариях к уравнению (1).

По аналогии со случаем одноканального оценивания, применив несложные тригонометрические преобразования, выражения (2) можно преобразовать к следующему виду:

$$\begin{aligned} u_i^S &= A^S \sin(\omega_0 t_i) \cos(f^S) + A^S n t_i \cos(\omega_0 t_i) \cos(f^S) + A^S \cos(\omega_0 t_i) \sin(f^S) - \\ &\quad - A^S n t_i \sin(\omega_0 t_i) \sin(f^S) + B^S + \lambda_i^S, \\ u_i^R &= A^R \sin(\omega_0 t_i) \cos(f^R) + A^R n t_i \cos(\omega_0 t_i) \cos(f^R) + A^R \cos(\omega_0 t_i) \sin(f^R) - \\ &\quad - A^R n t_i \sin(\omega_0 t_i) \sin(f^R) + B^R + \lambda_i^R. \end{aligned} \quad (3)$$

После следующей замены переменных и введения обозначений

$$\begin{cases} q_1 = A^S \cos j^S \\ q_2 = A^S \sin j^S \\ q_3 = A^S n \cos j^S \\ q_4 = A^S n \sin j^S \\ q_5 = B^S \end{cases} \begin{cases} q_6 = A^R \cos j^S \\ q_7 = A^R \sin j^S \\ q_8 = A^R n \cos j^S \\ q_9 = A^R n \sin j^S \\ q_{10} = B^R \end{cases} \begin{cases} x_{1i} = \sin w_0 t_i \\ x_{2i} = \cos w_0 t_i \\ x_{3i} = t_i \cos w_0 t_i \\ x_{4i} = -t_i \sin w_0 t_i \\ x_{5i} = 1 \end{cases} \quad (4)$$

$$x_{ji}^S = x_{ji}^R = x_{ji}, \quad j = \overline{1,5}, \quad i = \overline{1,N}$$

система (3) линеаризуется относительно новых оцениваемых параметров q_1, \dots, q_{10} и может быть представлена в матричном виде (5), где вектора оцениваемых параметров Q , результатов измерений U , шумов измерений Λ и матрица плана эксперимента X формируются следующим образом:

$$Q = [q_1, \dots, q_{10}]^T, \quad U = [u_1^S, \dots, u_N^S \mid u_1^R, \dots, u_N^R]^T, \quad \Lambda = [I_1^S, \dots, I_N^S \mid I_1^R, \dots, I_N^R]^T,$$

$$X = \begin{bmatrix} X^S & 0 \\ 0 & X^R \end{bmatrix}, \quad X^S = X^R = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{31} & x_{41} & x_{51} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ x_{1N} & x_{2N} & x_{3N} & x_{4N} & x_{5N} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Таким образом, вместо семи переменных $A^S, B^S, j^S, A^R, B^R, j^R, v$ исходной системы (2) предстоит оценить десять переменных q_1, \dots, q_{10} системы (5). Следовательно, последнюю систему необходимо дополнить тремя уравнениями связи, которые могут быть выбраны по (4) следующим образом:

$$q_1 q_4 = q_2 q_3, \quad q_6 q_9 = q_7 q_8, \quad \frac{q_3 + q_4}{q_1 + q_2} = \frac{q_8 + q_9}{q_6 + q_7} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} q_1 q_4 - q_2 q_3 = 0, \\ q_6 q_9 - q_7 q_8 = 0, \\ q_3 q_6 + q_3 q_7 + q_4 q_6 + q_4 q_7 - q_1 q_8 - q_1 q_9 - q_2 q_8 - q_2 q_9 = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Выражения (6) задают нелинейные ограничения на области значений оцениваемых параметров q_i . Применим подход, основывающийся на линеаризации этих ограничений относительно ошибок оценивания Δq_i . С этой целью введем в рассмотрение систему уравнений относительно Δq_i :

$$\Delta U = X \Delta Q + \Lambda, \quad (7)$$

где

$$\Delta Q = [\Delta q_1, \dots, \Delta q_{10}]^T, \quad \Delta U = U - X \hat{Q}. \quad (8)$$

Тогда система ограничений (6) может быть переписана следующим образом:

$$\begin{cases} (\hat{q}_1 + \Delta q_1)(\hat{q}_4 + \Delta q_4) - (\hat{q}_2 + \Delta q_2)(\hat{q}_3 + \Delta q_3) = 0 \\ (\hat{q}_6 + \Delta q_6)(\hat{q}_9 + \Delta q_9) - (\hat{q}_7 + \Delta q_7)(\hat{q}_8 + \Delta q_8) = 0 \\ (\hat{q}_3 + \Delta q_3)(\hat{q}_6 + \Delta q_6) + (\hat{q}_3 + \Delta q_3)(\hat{q}_7 + \Delta q_7) + \\ + (\hat{q}_4 + \Delta q_4)(\hat{q}_6 + \Delta q_6) + (\hat{q}_4 + \Delta q_4)(\hat{q}_7 + \Delta q_7) - \\ - (\hat{q}_1 + \Delta q_1)(\hat{q}_8 + \Delta q_8) - (\hat{q}_1 + \Delta q_1)(\hat{q}_9 + \Delta q_9) - \\ - (\hat{q}_2 + \Delta q_2)(\hat{q}_8 + \Delta q_8) - (\hat{q}_2 + \Delta q_2)(\hat{q}_9 + \Delta q_9) = 0. \end{cases} \quad (9)$$

Основываясь на предположении $|\Delta q_i| \ll |q_i|$, ограничения (9) после раскрытия скобок и отбрасывания членов второго и более порядков приводятся к линейному виду относительно параметров Δq_i :

$$\begin{cases} \hat{q}_1 \Delta q_4 + \hat{q}_4 \Delta q_1 - \hat{q}_2 \hat{q}_3 - \hat{q}_2 \Delta q_3 - \hat{q}_3 \Delta q_2 = 0 \\ \hat{q}_6 \Delta q_9 + \hat{q}_9 \Delta q_6 - \hat{q}_7 \hat{q}_8 - \hat{q}_7 \Delta q_8 - \hat{q}_8 \Delta q_7 = 0 \\ \hat{q}_3 \hat{q}_6 + \hat{q}_3 \Delta q_6 + \hat{q}_6 \Delta q_3 + \hat{q}_3 \hat{q}_7 + \hat{q}_3 \Delta q_7 + \hat{q}_7 \Delta q_3 + \hat{q}_4 \hat{q}_6 + \hat{q}_4 \Delta q_6 + \\ + \hat{q}_6 \Delta q_4 + \hat{q}_4 \Delta q_7 + \hat{q}_7 \Delta q_4 - \hat{q}_1 \hat{q}_8 - \hat{q}_1 \Delta q_8 - \hat{q}_8 \Delta q_1 - \hat{q}_1 \hat{q}_9 - \\ - \hat{q}_1 \Delta q_9 - \hat{q}_9 \Delta q_1 - \hat{q}_2 \hat{q}_8 - \hat{q}_2 \Delta q_8 - \hat{q}_8 \Delta q_2 - \hat{q}_2 \hat{q}_9 - \hat{q}_2 \Delta q_9 - \hat{q}_9 \Delta q_2 = 0 \end{cases} \quad (10)$$

и могут быть представлены в матричном виде:

$$G \Delta Q = D, \quad (11)$$

где матрицы \mathbf{G} и \mathbf{D} определяются:

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} \tilde{q}_4 & -\tilde{q}_3 & -\tilde{q}_2 & \tilde{q}_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \tilde{q}_9 & -\tilde{q}_8 & -\tilde{q}_7 & \tilde{q}_6 & 0 \\ -\tilde{q}_8 - \tilde{q}_9 & -\tilde{q}_8 - \tilde{q}_9 & \tilde{q}_6 + \tilde{q}_7 & \tilde{q}_6 + \tilde{q}_7 & 0 & \tilde{q}_3 + \tilde{q}_4 & \tilde{q}_3 + \tilde{q}_4 & -\tilde{q}_1 - \tilde{q}_2 & -\tilde{q}_1 - \tilde{q}_2 & 0 \end{bmatrix}, \quad (12)$$

$$\mathbf{D} = [0].$$

Амплитудные значения исследуемых сигналов, в большей части составляющие их величину, стабильно определяются при дифференциально задаваемых уровнях зашумлений. Такой эффект достигается за счет использования поправки паразитной частотной составляющей n вместо корректировки всей несущей частоты сигнала ω , заложенной в основу стандартного метода. Получаемые при достаточно быстрой сходимости (не более 2 итераций) нелинейного алгоритма оценки являются несмещенными, состоятельными и эффективными, как оценки максимального правдоподобия. Представленный в статье алгоритм оценивания параметров двухканального квазигармонического сигнала выступает в качестве предпочтительной альтернативы стандартному алгоритму IEEE-STD-1057.

ЛИТЕРАТУРА

1. IEEE Standard for Digitizing Waveform Recorders. IEEE Std. 1057. 1994.
2. Handel, P. Properties of the IEEE-STD-1057 Four-Parameter Sine Wave Fit Algorithm / P. Handel // Trans. Instrum. Meas. 2000. Vol. 49. № 6. P. 1189-1193.

Казakov Кирилл Викторович –

магистрант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Львов Алексей Арленович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Пыльский Виктор Александрович –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.317:47.61

В.А. Машкин, А.А. Львов

ВЫСОКОТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА, ОСНОВАННЫЕ НА ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО

Описан новый метод для быстрого и высокоточного измерения среднеквадратического значения электрического сигнала произвольной формы. Способ измерения, основанный на методе Монте-Карло, не использует никаких нелинейных преобразований сигнала и может применяться в цифровых измерителях с чрезвычайно высокой скоростью дискретизации сигнала. Приведены результаты компьютерного моделирования, подтверждающие высокую точность предлагаемого метода.

Измерение электрических параметров, метод Монте-Карло

V.A. Mashkin, A.A. L'vov

HIGH-PRECISION MEASUREMENTS OF ALTERNATING CURRENT BASED ON THE MONTE CARLO METHOD

A novel method for fast and high precision true RMS measurements of arbitrarily shaped electrical signals are described. The technique, basing on the Monte Carlo method avoids the application of any nonlinear function to the signal under test and allows extremely high sampling rates. The simulation result confirming the high accuracy of measurements are given.

Electric variables measurement, Monte Carlo method

Задача быстрого и точного измерения переменного электрического сигнала произвольной формы становится все более актуальной с увеличением значимости силовой электроники в сфере автоматизации и управления. Дальнейшие приложения данной задачи возникают, например, в медицине, авиации, конструировании двигателей.

Большинство промышленных измерителей на переменном токе содержат специальные аналоговые цепи для выполнения необходимых нелинейных операций, таких как возведение в квадрат, умножение, взятие абсолютного значения или нахождение максимального значения. Однако если нужна высокая точность измерения, особенно в сочетании с требованием измерения в широкой полосе частот и/или малого времени измерения, эти приборы становятся очень дорогостоящими.

Именно поэтому было предложено использовать метод дискретизации входного сигнала в сочетании либо со случайным кодированием сигнала [1], либо с аналого-цифровым преобразованием и дальнейшим использованием численных алгоритмов измерения. В случае, когда измеряемый сигнал является гармоническим с точно известной полосой пропускания, применяется синхронная (равномерная) дискретизация с частотой выше частоты Найквиста [2]. В случаях, когда сигнал может описывать какой-либо технический процесс и содержать или смесь различных частот или даже случайные компоненты, необходима неравномерная случайная дискретизация с достаточно высокой средней скоростью.

Применять метод Монте-Карло для измерения переменного тока было предложено в [3] для того, чтобы увеличить среднюю скорость дискретизации и одновременно избежать необходимости оцифровывания каждого отдельного измерения. В соответствии с правилами математической статистики остаточная относительная неопределенность измерения с использованием метода Монте-Карло уменьшается пропорционально квадратному корню из числа одиночных опытов в серии [2], проводимых для получения одного результата измерения.

На рис. 1 более детально показано, как применяется метод Монте-Карло для измерения переменного сигнала произвольной формы. Исследуемый сигнал, который может быть либо случайным, либо периодическим, но не обязательно синусоидальным, сравнивается с достаточно большим количеством аналоговых пар значений тестового сигнала. Каждая пара представляет собой положительный и отрицательный импульсы, показанные как пара симметричных точек относительно оси абсцисс. Эти тестовые сигналы получаются из случайных целых чисел, сгенерированных таким образом, что тестовые точки имеют равномерное распределение по оси времени и в заданном диапазоне по оси ординат (например, в диапазоне ± 10 В, как показано на рис. 1).

Таким образом, измеряемый сигнал одновременно сравнивается с положительным и отрицательным тестовыми сигналами. В результате возможны три исхода каждого одиночного эксперимента, схематично показанных на рис. 2: 1) измеряемый сигнал имеет положительное значение; 2) измеряемый сигнал имеет отрицательное значение, 3) величина изме-

ряемого сигнала меньше по модулю, чем амплитуда тестового импульса. Дальнейшее оценивание полученных результатов зависит от того, какая характеристика исследуемого переменного сигнала измеряется (среднеквадратическое значение, среднее абсолютное значение, пиковое значение и т.д.).

Для измерения среднеквадратического значения применяется следующий алгоритм. В [1] показано, что «истинное» значение среднеквадратической величины V_{eff} может быть легко подсчитано из суммы S всех случайных целых чисел, модули которых меньше амплитуд тестовых импульсов (выделены на рис. 2 более интенсивным фоном) за весь интервал измерения, используя следующую формулу:

$$V_{eff} = V_0 \sqrt{2/Z_0} \cdot \sqrt{S/k}, \quad (1)$$

где Z_0 – максимально возможное целое случайное число (равно 65535, если используется 16-разрядный цифро-аналоговый преобразователь), соответствующее максимальному генерируемому тестовому сигналу V_0 (10 В на рис. 2), k – общее количество тестовых одиночных измерений. Таким образом, единственными операциями, которые необходимо проводить в режиме реального времени, являются цифро-аналоговое преобразование и накопление сигнала. Поскольку при использовании данного метода нет нужды в каких-либо нелинейных операциях, проводимых в реальном времени, сама измерительная система становится чрезвычайно быстродействующей.

Блок-схема экспериментального образца измерительного прибора показана на рис. 2.

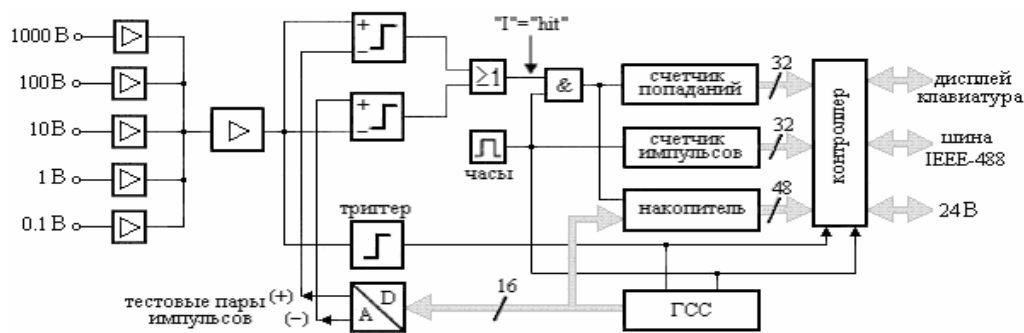


Рис. 2. Блок-схема устройства для измерения среднеквадратического значения переменного сигнала: ГСС – генератор случайных сигналов

В ней наиболее критичными являются входные усилители, включая выравнивающие усилители и регистраторы уровня входного сигнала, так как они во многом определяют точность и частотный отклик всей измерительной системы в целом. Поэтому входной блок был разработан с использованием сверхбыстрых операционных усилителей с применением управления смещением «нуля». Для каждого из шести входных диапазонов (100 мВ – 1000 В) предоставлены отдельные входные усилители и отдельные входные гнезда для того, чтобы избежать использования переключателей во входных цепях.

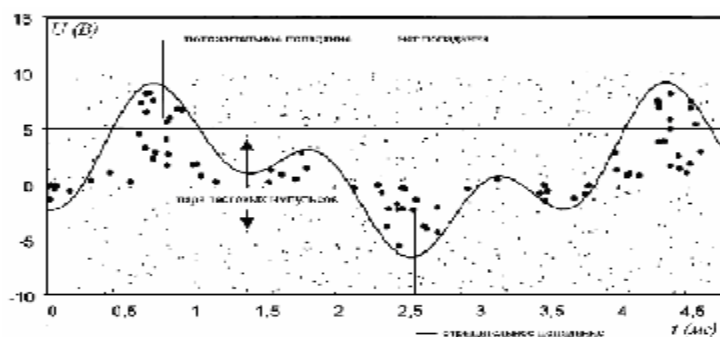


Рис. 1. Пример использования метода Монте-Карло для измерения переменного тока

Аналоговый блок также содержит цифро-аналоговый преобразователь, переводящий случайные целые числа в последовательность симметричных тестовых импульсов, и два компаратора, сравнивающих данные тестовые импульсы с усиленным входным исследуемым сигналом. Выходом аналогового блока является однобитовый сигнал (1 – если амплитуда тестового импульса меньше модуля исследуемого напряжения, 0 – в противном случае). Кроме того, в аналоговом блоке размещен генератор запуска. Вся цифровая обработка данных (исключая собственно процессор и интерфейс вывода результатов измерения) реализована на одной программируемой матрице. Она включает генератор случайных сигналов, сумматор, накапливающий те случайные целые числа, которые оказались меньше модуля исследуемого сигнала, и счетчик одиночных импульсов для подсчета общего числа тестовых одиночных импульсов. Дополнительный счетчик, подсчитывающий число импульсов с амплитудами, меньшими модуля полезного сигнала, может использоваться для расчета среднего абсолютного значения в соответствии с выражением (2). Далее результаты измерения передаются на микроконтроллер, отображающий входные команды и управляющий выходом измерителя.

Если подсчитано число импульсов, амплитуды которых меньше модуля исследуемого сигнала, то среднее абсолютное значение $|\bar{V}|$ может быть подсчитано из соотношения

$$|\bar{V}| = 1/T \int_0^T |V(t)| dt = V_0 H/k. \quad (2)$$

Постоянная составляющая сигнала получается путем подсчета суммы величин импульсов, удовлетворяющих этому условию, с учетом их знака.

Выбрав самые большие по амплитуде положительный и отрицательный импульсы, которые по модулю не превосходят уровня исследуемого сигнала, можно оценить пиковые положительное и отрицательное значения данного сигнала. Разность между этими значениями даст динамический диапазон сигнала. И, наконец, коэффициент формы исследуемого сигнала может быть получен в результате деления пикового значения на среднеквадратическое.

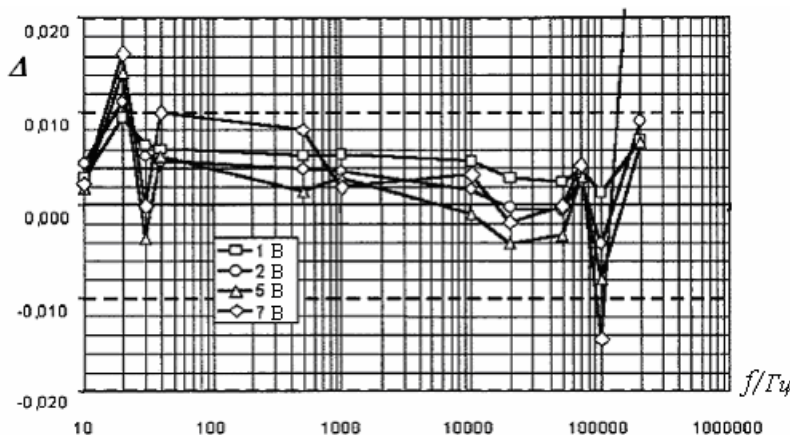


Рис. 3. Разница Δ (в % от полной шкалы) между среднеквадратичным значением напряжения, измеренным с помощью прибора с рис. 3 и моделируемым стандартом

Экспериментальный образец был проверен и откалиброван в диапазоне ± 10 В с помощью имитационного моделирования на ЭВМ. Результаты приведены на рис. 3. Максимальная разность между стандартом переменного тока, моделируемым с помощью ЭВМ, и измеренным значением напряжения с помощью описанного прибора составила не более 1×10^{-4} от полного динамического диапазона на частотах от 30 Гц до 70 кГц. Период измерения составлял порядка 5 с, но его можно сократить вдвое без потери в точности измерения.

Дальнейшее сокращение времени измерения в n раз увеличивает погрешности в \sqrt{n} раз. Таким образом, если время одного измерения сделать, например, равным порядка 20 мс, погрешность измерения все равно останется в пределах 0,1 % от максимального предела измерения. Возможность проведения очень быстрых измерений является одним из главных достоинств данного измерителя по сравнению с термальными преобразователями.

В работе рассмотрены методы оценивания параметров переменных сигналов, основанные на использовании метода Монте-Карло. Разработанные алгоритмы и соответствующие программы персонального компьютера заключаются в подсчете числа положительных и отрицательных «попаданий» тестовых импульсов под кривую, ограниченную измеряемым сигналом.

Метод Монте-Карло в сочетании с новым алгоритмом оценивания доказал свою состоятельность, если требуется провести быстрые и высокоточные измерения среднеквадратического значения переменных сигналов несинусоидальной формы. Калибровка экспериментального образца данного измерителя, проведенная с помощью имитационного моделирования на ЭВМ, показала, что погрешности метода составляют порядка 1×10^{-4} от полного динамического диапазона измеряемого сигнала на частотах от 30 Гц до 70 кГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wehrmann W., Stochastisch-ergodische Messmethoden / W.Wehrmann // Elektronik, 1973. Vol. 9, Pp. 307-310, 1973.
2. Swerlein R.L., Precision ac voltage measurements using digital sampling techniques / R.L. Swerlein // Hewlett-Packard J., Apr. 1989. Pp. 15–21.
3. Fishman G.S., Monte Carlo-Concepts, Algorithms, and Applications / G.S. Fishman. Berlin, Germany: Springer, 1996.

Машкин Валерий Анатольевич –

соискатель кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Львов Алексей Арленович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.317.7

А.А. Шевченко, В.В. Гуреев, В.А. Пыльский, А.А. Львов

МЕТОД КОМПЕНСАЦИИ ОШИБКИ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗИСТИВНЫХ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ В ТОКОВОЙ ПЕТЛЕ

Описан метод компенсации ошибки измерения сопротивления резистивных датчиков температуры, включенных в токовую петлю, в условиях изменения коэффициента усиления измерительной схемы.

Мост Уитстона, токовая петля, датчик, аналого-цифровой преобразователь

A.A. Shevchenko, V.V. Gureev, V.A. Pylskiy, A.A. L'vov

THE METHOD FOR COMPENSATION OF MEASURING UNCERTAINTIES OF TEMPERATURE RESISTIVE SENSORS INCLUDED IN A CURRENT LOOP

The method for compensation of measuring uncertainties of the temperature resistive sensors included in a current loop the gain of measuring circuit being non-stable is described.

The Wheatstone bridge, current loop, sensor, analog-to-digital converter

Топология петли постоянного тока разработана в последнее десятилетие прошлого века К. Андерсоном [1, 2]. Целью данной петли было устранение измерительных ошибок, возникающих из-за влияния длинных проводников, связывающих датчики с измерительным оборудованием [1-3]. В русскоязычной литературе термин «петля Андерсона» практически не упоминается, однако принципы токовой петли и отдельные ее элементы лежат в основе работы многих современных измерительных систем. Как оказалось, во многих приложениях токовая петля значительно превосходит классические схемные решения в виде моста Уитстона. С развитием цифровых технологий и полупроводниковой техники в целом токовая петля стала доминирующим техническим решением для обеспечения высокоточных измерений импеданса датчиков измерительных систем.

Как мост Уитстона, так и токовая петля Андерсона предназначены для измерения малых отклонений сопротивления ΔR или импеданса ΔZ от их абсолютных значений R и Z . Несмотря на то, что мост Уитстона многие годы оставался традиционным схемным решением для измерения сопротивлений тензометрических датчиков и резистивных датчиков температуры, ему присущи некоторые недостатки, которые можно устранить с помощью токовой петли с постоянным током. Проблема возникает уже тогда, когда речь идет об измерении сопротивления датчика, расположенного вдали от измерительного прибора (вторичного преобразователя), что, по сути, является стандартной ситуацией для большинства измерительных систем. Существенным недостатком мостовой измерительной схемы является влияние соединяющих проводников на результат измерения сопротивления датчика. Более того, значения сопротивлений данных проводников трудно контролировать из-за внешних условий, важнейшим из которых является температура окружающей среды. В некоторых приложениях необходимо соблюдение идентичности соединяющих проводников с точностью 0,2 мОм, что является трудновыполнимой задачей.

Для преодоления обозначенных трудностей применяется схема не с двухпроводным, а с четырехпроводным подключением измерительного прибора так, как показано на рис. 1. При такой схеме подключения образуется токовая петля, в которую включен как сам датчик, сопротивление которого R , так и эталонный резистор, сопротивление которого R_{ref} . Измерительные устройства подключаются непосредственно к самим резисторам. Если измерительные устройства обладают высоким входным сопротивлением, то через датчик и эталонный резистор протекает один и тот же электрический ток I . Предполагая, что $R = R_{ref}$, разность показаний двух измерительных устройств определяется выражением: $V_{out} = V_m - V_{ref} = I\Delta R$. Достоинством данной схемы является независимость показаний всего устройства от сопротивления соединяющих проводников. Тем не менее результат измерения сопротивления R оказывается зависимым не только от значения сопротивления R_{ref} эталонного резистора, но и от значения тока возбуждения петли I . Этот факт накладывает серьезные ограничения на стабильность тока возбуждения, который в силу различных причин (дрейфа температуры окружающей среды, старения электронных компонент и т.п.) может изменяться.

Зависимость показаний измерительного устройства, подключенного к токовой петле, от тока возбуждения данной петли является следствием сравнения двух напряжений V_m и V_{ref} путем нахождения их отношения V_m/V_{ref} , что позволяет исключить влияние тока возбуждения на результат измерения сопротивления датчика. Такое сравнение возможно при использовании аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Конфигурация токовой петли с использованием АЦП представлена на рис. 1. В данной конфигурации используется несколько входных каналов АЦП (в зависимости от числа подключаемых датчиков).

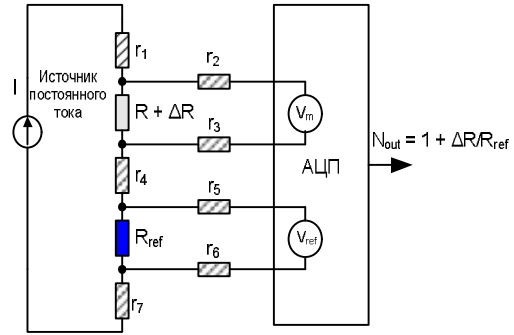


Рис. 1. Конфигурация токовой петли с использованием многоканального АЦП

Отношение напряжений на датчике и эталонном резисторе V_m/V_{ref} будет зависеть только от сопротивления датчика и сопротивления эталонного резистора, если параметры измерительных каналов не меняются во время одного измерения.

Рассмотрим наиболее распространенный случай прецизионных измерений сопротивления с помощью токовой петли – измерение сопротивления эталонного термометра сопротивления. Предположим, что один отсчет (код) АЦП можно представить как

$$N_i = \tilde{N}(t_i) + x_i, \quad i = 0..m, \quad (1)$$

где x_i – аддитивный гауссовский шум, t_i – момент времени, в который происходит выборка. Для уменьшения влияния случайного воздействия x_i на результат измерений после каждой коммутации сигналов считывается несколько значений N_i для последующего сглаживания. В случае одного термометра и одного эталонного резистора получается два набора отсчетов:

$$(N_m)_i = N_i, \quad i = 0, k, \quad (N_m)_i = N_i, \quad i = l..l + k.$$

Период одного измерения составляет $t_l + k$, а между моментами времени t_k и t_l ($t_k < t_l$) происходит коммутация входных сигналов и предварительная подготовка АЦП. Традиционный метод вычисления сопротивления R_m состоит в нахождении отношения:

$$R = R_{ref} \frac{\overline{N}_m}{\overline{N}_{ref}}, \quad (2)$$

где $\overline{N}_m = 1/(k+1) \sum_{i=0}^k (N_m)_i$, $\overline{N}_{ref} = 1/(k+1) \sum_{i=0}^k (N_{ref})_i$. Вычисление сопротивления термометра из (2)

возможно корректно только в том случае, если $\tilde{N}(t_i) = const$ во время одного измерения.

Предположим, что вследствие дрейфа параметров усилительного каскада $\tilde{N}(t_i)$ медленно изменяется с течением времени так, что отсчеты АЦП при измерениях напряжений на эталонном резисторе и термометре можно представить в виде полиномов степени M :

$$\tilde{N}_{ref}(t) = a_0 + \sum_{i=1}^{i=M} a_i (t - t_0)^i, \quad t_0 \leq t \leq t_k; \quad (3)$$

$$\tilde{N}_m(t) = b_0 + \sum_{i=1}^{i=M} b_i (t - t_l)^i, \quad t_l \leq t \leq t_{l+k}. \quad (4)$$

Тогда сопротивление термометра на момент времени $t_l + k$ должно вычисляться из

$$R = R_{ref} \frac{\tilde{N}_m(t_{l+k})}{\tilde{N}_{ref}(t_{l+k})}, \quad (5)$$

то есть значение \tilde{N}_{ref} экстраполируется на момент времени $t_l + k$. Коэффициенты a_i полинома оцениваются с помощью МНК по набору данных $N_{ref}(t_i)$ при $i = \overline{0, k}$, коэффициенты b_i полинома (8) – по набору данных $N_m(t_i)$ при $i = \overline{l, l+k}$.

Эффективность предложенного метода проверялась на экспериментальном макете электронного прибора. Электронный прибор испытывался в двух режимах: измерение постоянного сопротивления датчика при постоянной температуре среды, измерение постоянного сопротивления датчика в условиях изменяющейся температуры среды. В режиме с изменяющейся температурой среды прибор сначала нагревался до температуры $+50^\circ\text{C}$, а затем путем естественной конвекции охлаждался до комнатной температуры $+25^\circ\text{C}$. Для аппроксимирующих полиномов (3), (4) выбиралась вторая степень.

Результаты эксперимента представлены на рис. 2 в виде вычисленных значений измеряемого сопротивления датчика. По оси абсцисс отложено время, нормированное на период одного цикла измерения ($t_l + k$). Линия 2 соответствует режиму работы прибора при постоянной температуре

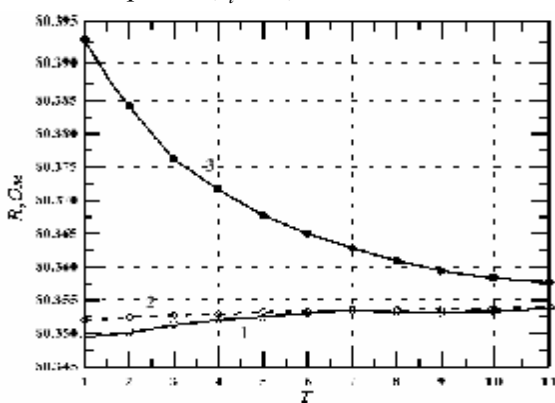


Рис. 2. Значения измеряемого сопротивления: 1 – с коррекцией в условиях изменяющейся температуры среды; 2 – в условиях постоянной температуры среды; 3 – без коррекции в условиях изменяющейся температуры среды

среды ($+25^\circ\text{C}$). Линия 3 является результатом вычисления сопротивления с помощью формулы (2) при изменяющейся температуре среды. Линия 1 является результатом вычисления сопротивления с помощью формулы (5) при изменяющейся температуре среды.

Полученные результаты эксперимента показали, что разработанный метод компенсации способен уменьшить динамическую ошибку измерения сопротивления датчика температуры в 16 раз. Использование данного метода позволяет значительно улучшить метрологические показатели измерительного прибора в условиях изменяющейся температуры окружающей среды. Данный метод может реализовываться в электронных приборах, производящих измерения сопротивлений датчиков температуры в полевых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Anderson K.F. The Constant Current Loop: A New Paradigm for Resistance Signal Conditioning / F.K. Anderson. NASA Technical Memorandum 104260. 1992.
2. Anderson K.F. Constant Current Loop Impedance Measuring System That Is Immune to the Effects of Parasitic Impedances / F.K. Anderson. U.S. Patent No. 5,371,469, December, 1994.
3. Anderson K.F. System for Improving Measurement Accuracy of Transducer by Measuring Transducer Temperature and Resistance Change Using Thermoelectric Voltages / F.K. Anderson, R. Allen. U.S. Patent No. 5,481,199, January, 1996.

Шевченко Андрей Алексеевич –

аспирант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Гуреев Владимир Валерьевич –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Пыльский Виктор Александрович –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета.

Львов Алексей Арленович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.317.7

А.А. Шевченко, В.В. Гуреев

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МУЛЬТИСЕНСОРНОГО ТЕРМОМЕТРА СОПРОТИВЛЕНИЯ

Представлена модель мультисенсорного термометра сопротивления, учитывающая быстрые малые изменения температуры и применяемая для измерения температуры окружающей среды с высокой точностью.

Сопротивление, датчик, мультисенсорный термометр

A.A. Shevchenko, V.V. Gureev

A MATHEMATICAL MODEL OF MULTISENSOR RESISTIVE THERMOMETER

The mathematical model of multisensor resistive thermometer allowing for small rapid variations of temperature that can be used for its precise measurements discussed in the paper.

Resistance, transducer, sensitive element, multisensor thermometer

Температура всегда была и остается важным параметром технологических, биологических процессов, от которого зависит как качество конечного продукта и производительность процесса, так и его безопасность. Важно не просто измерять температуру, но и в случае необходимости своевременно реагировать на происходящие изменения, а зачастую и предсказывать возможность появления каких-либо отклонений в процессе, избегая опасных аварийных ситуаций, незапланированных остановок.

В промышленности основными средствами измерения температуры являются контактные электрические датчики температуры (ДТ).

Принцип измерения температуры с помощью контактных датчиков температуры основан на приведении чувствительного элемента датчика температуры в тепловой контакт с исследуемым объектом. В идеальном случае предполагается, что чувствительный элемент (ЧЭ) находится в термодинамическом равновесии с исследуемым объектом, а температура чувствительного элемента равна действительной температуре объекта.

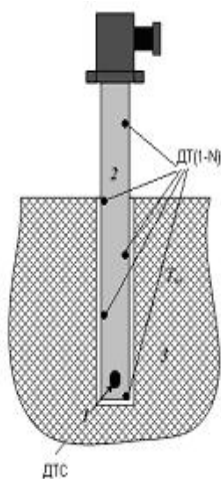
Температура измеряется в установившемся режиме. При плохом тепловом контакте ДТ со средой важно учитывать динамику изменения температуры ЧЭ, вызванного изменением температуры среды, а также один из важнейших параметров датчика температуры, характеризующим его быстродействие, является показатель тепловой инерции (ПТИ). Качество управления технологическими процессами, в которых температура является нестационарным параметром, напрямую зависит от величины и достоверности ПТИ датчика. Величина ПТИ зависит от конструкции ДТ и определяется как время, необходимое для того, чтобы при внесении датчика в среду с постоянной температурой разность температур среды и любой точки внесенного в нее датчика стала равна 0.37 того значения, которое будет в момент наступления регулярного теплового режима.

Типичный контактный ДТ представляет собой твердую герметичную конструкцию, состоящую из ЧЭ, наполнителя и защитной оболочки. Теплообмен внутри ДТ осуществляется преимущественно теплопередачей, а температурное поле описывается с помощью уравнения теплопроводности, которое для изотропной неоднородной среды записывается в виде дифференциального уравнения в частных производных параболического типа [2]:

$$\frac{\partial}{\partial t}(rc_v T) = \frac{\partial}{\partial x} \left(I \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(I \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(I \frac{\partial T}{\partial z} \right) + F, \quad (1)$$

где t – время; x, y, z – координаты; $T = T(x, y, z, t)$ – температура; $r = r(x, y, z, t, T)$ – плотность среды; $c_v = c_v(x, y, z, t, T)$ – удельная теплоёмкость среды при постоянном объёме; $I = I(x, y, z, t, T)$ – коэффициент теплопроводности; $F = F(x, y, z, t)$ – заданная плотность тепловых источников.

С помощью простейшей математической модели ДТ первого порядка можно показать, что разность между температурой чувствительного элемента (ЧЭ) датчика и температурой среды, в которую помещен датчик, определяется как, где T_s – температура ЧЭ; T_m – температура среды; t – показатель тепловой инерции датчика. Разность температур ΔT является динамической ошибкой измерения температуры, уменьшить которую можно либо коррекцией, зная τ , либо уменьшением значения τ до необходимого уровня, что очень сложно, так как величина показателя тепловой инерции зависит и от конструкции датчика температуры, так и от параметров самой среды, что и послужило необходимостью математического моделирования сложного мультисенсорного термометра сопротивления.



Мультисенсорный термометр

Наиболее подробно изучены простые модели однородных датчиков температуры [1, 2]. Предполагается, что воспринимающая часть таких датчиков температуры изготовлена из однородного материала с известными теплофизическими свойствами. К сожалению, данные модели не имеют большого практического значения, что объясняется следующим. Они чрезмерно детально описывают процесс теплообмена однородных датчиков температуры, используя величины, не поддающиеся экспериментальной регистрации.

Сам процесс теоретического метода получения математической модели датчика температуры является достаточно сложным, требующим скрупулезного описания теплообмена в виде дифференциальных уравнений в частных производных с учетом граничных и начальных условий. Это приводит к необходимости обязательной экспериментальной проверки полученной модели. То есть эксперимент оказывается неотъемлемой частью такого подхода получения математической модели датчика температуры, если данная модель предназначена для практического применения, а не только для качественного описания процесса теплообмена.

Несмотря на то, что отклики большинства ДТ на ступенчатое изменение температуры среды похожи на отклик идеализированного ДТ, точность аппроксимации реальных ДТ моделью идеализированного ДТ может оказаться недостаточной для практических целей [1, 2]. Наиболее интересной и отражающей многообразие динамических свойств реальных ДТ представляется классификация ДТ по расположению ЧЭ относительно ДТ. Конструкции типичных ДТ можно классифицировать на: а) малоинерционные ДТ; б) ДТ, размеры защитной конструкции которых значительно превосходят размеры чувствительного элемента; в) ДТ с поверхностным ЧЭ.

Предложенная модель мультисенсорного термометра (рис. 1) сопротивления позволяет измерять температуру среды, используя несколько датчиков температуры с различным показателем тепловой инерции и расположенных в различных точках среды.

В модели используются датчики ДТ(1 – N), которые стабильны в коротком интервале времени, но при этом очень малоинерционны. Практическая цель этих датчиков отслеживать малейшие изменения температуры среды. Уравнение теплового баланса для данного типа датчика можно описать в виде

$$C_s \frac{dT_s}{dt} = a(T_m - T_s) + P(t), \quad (2)$$

где T_s – температура ЧЭ, T_m – температура среды, $P(t)$ – мощность тепловыделений на ЧЭ, C_s – теплоемкость ДТ, a – полный коэффициент теплопередачи или конвективной теплоотдачи, а отклик термометра на ступенчатое воздействие запишется в виде

$$x(t) = A \exp(-t) + B, \quad (3)$$

где A и B – коэффициенты, определяемые начальными условиями.

ДТС – очень стабильный датчик температуры (ДТ), но обладает большим показателем тепловой инерции (ПТИ), размеры защитной конструкции которых значительно превосходят размеры чувствительного элемента (ЧЭ).

Уравнения теплового баланса для такой системы имеют вид

$$C_s \frac{dT_s}{dt} = -k_{s1}(T_s - T_1) + P(t); \quad (4)$$

$$C_1 \frac{dT_1}{dt} = k_{s1}(T_s - T_1) - a(T_1 - T_m). \quad (5)$$

Объединив в одну систему датчики ДТ(1 – N), которые отслеживают быстрое изменение температуры и датчик с очень высокой точностью измерения температуры ДТС, получаем модель мультисенсорного термометра сопротивления.

Поскольку температура термометра определяется по сопротивлению его ЧЭ, измерение которого всегда предполагает наличие шумовой составляющей измеренного сигнала, то наиболее оптимальным методом нахождения оценки модели является метод наименьших квадратов. Метод более прост в реализации, не требует дополнительных преобразований и итеративных процедур.

Для устранения измерительных ошибок, возникающих из-за влияния длинных проводников, связывающих датчики с измерительным оборудованием (вторичного преобразователя), в лабораторной установке была применена токовая петля [3]. Несмотря на то, что мост Уитстона многие годы оставался традиционным схемным решением для измерения сопротивлений тензометрических датчиков и резистивных датчиков температуры.

Электронный модуль установки состоит из аналого-цифрового преобразователя (AD77144N), микроконтроллера (PIC16LF876), преобразователя интерфейса RS232. Электронный модуль измеряет сопротивление термометра сопротивления с дискретностью 0,01 с и передает данные в компьютер, которые затем архивируются в файл с помощью специального программного обеспечения.

Результаты лабораторных экспериментов показали, что разработанный метод изменения температуры с использованием мультисенсорного термометра сопротивления способен

уменьшить динамическую ошибку измерения сопротивления датчика температуры. Использование данного метода позволяет значительно улучшить метрологические показатели измерительного прибора в условиях изменяющейся температуры окружающей среды.

Предложенная модель мультисенсорного термометра сопротивления может использоваться в современных быстродействующих цифровых (микропроцессорных) измерительных системах, позволяя с повышенной точностью проводить измерения температуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геращенко О.А. Температурные измерения / О.А. Геращенко, А.Н. Гордов, Н.А. Ярышев и др. Киев: Наук. думка, 1989. 704 с.

2. Michalski L. Temperature Measurement / L. Michalski, K. Eckersdorf, J. Kucharski. UK: John Wiley&Sons Ltd. 2001. 501 p.

3. Karl F. Anderson. The Constant Current Loop: A New Paradigm for Resistance Signal Conditioning / F. Karl Anderson. NASA Technical Memorandum 104260. 1992.

Шевченко Андрей Алексеевич –

аспирант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Гуреев Владимир Валерьевич –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.397.13

В.В. Киселёв, М.С. Светлов

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КАНАЛА ВЕЩАНИЯ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО ЭФИРНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ СТАНДАРТА DVB-T

На основе математической модели системы цифрового эфирного телевидения стандарта DVB-T производится оценка минимального качества канала вещания, при котором ещё сохраняется возможность принимать сигнал без искажений.

Телевидение, модель, помехоустойчивость, канал

V.V. Kiselev, M.S. Svetlov

ESTIMATION OF QUALITY OF THE CHANNEL OF THE ANNOUNCEMENT OF SYSTEM OF DIGITAL RVTV OF STANDARD DVB-T

On the basis of mathematical model of system of digital RVTV of standard DVB-T the estimation of the minimum quality of the channel of an announcement is made, at which else possibility to accept a signal without distortions remains.

TV, model, a noise stability, channel

Телевидение – одна из важнейших составляющих информационной инфраструктуры. Произведённая стандартизация многофункциональной интерактивной цифровой системы телевизионного вещания [1] представляет собой значительный шаг на пути создания технических средств и технологий информационного общества будущего. Для цифрового телевидения большое значение имеет качество канала, по которому ведётся вещание аудиовизуальной информации. Оценить качество канала вещания позволяет его адекватная математическая модель.

В [2] была получена феноменологическая косвенная математическая граф-модель канала системы цифрового телерадиовещания:

$$W(s) = \sum_{i=1}^n a_i (pq)^i \exp(st) / (pq - s)^i \quad (1)$$

и найдено среднее время передачи всего потока:

$$t_{cp} = t + \left(\sum_{i=1}^n ia_i \right) / (pq), \quad a_i = - \prod_{j=1}^i (\lceil (i-j)/i \rceil - q_j), \quad (2)$$

где s – шаг, соответствующий успешному завершению процесса передачи, t – совокупные задержки, p – вероятность передачи кадра через канал без искажения, q – параметр экспоненциального распределения времени передачи одного кадра потока, n – число кадров в потоке, характеризуемое дискретным распределением с вероятностями q_1, q_2, \dots, q_n .

Качество канала передачи k количественно связано со значением параметра p зависимостью вида [2]:

$$p = 1 - \exp(-lk), \quad (3)$$

где l – постоянная величина, характеризующая связь k и p . Видно, что увеличение значения p соответствует повышению качества канала связи и наоборот.

Возьмём линейную целевую функцию, устанавливающую связь между качеством канала передачи k и средним временем передачи потока t_{cp} , в виде выражения

$$K(k) = c_1 k + c_2 t_{cp}, \quad (4)$$

где c_1 и c_2 – положительные коэффициенты. Очевидно, что для заданного значения целевой функции при уменьшении k возрастает среднее время передачи потока t_{cp} , что связано с уменьшением p и согласуется с (2). Линейная целевая функция позволяет свести задачу поиска параметра k к стандартной задаче линейного программирования – поиска минимума функции $K(k)$.

Подставив в (4) выражение (2) с учётом (3) и дифференцируя по переменной k , получим:

$$dK(k)/dk = c_1 - c_2 \frac{l}{q} \sum_{i=1}^n (ia_i \cdot \exp(-lk)) / (1 - \exp(-lk))^2. \quad (5)$$

В поисках экстремума приходим к выражению

$$q c_1 / \left(l c_2 \sum_{i=1}^n ia_i \right) = \exp(-lk) / (1 - \exp(-lk))^2. \quad (6)$$

Делая несложные преобразования и обозначая $x = \exp(-lk)$, $b = q c_1 / \left(l c_2 \sum_{i=1}^n ia_i \right)$, получим

$$x_{1,2} = 1 + 1/(2b) \pm \sqrt{4b + 1}/(2b). \quad (7)$$

Так как $c_1 > 0$, $c_2 > 0$, $q > 0$, $l > 0$ и $a_i > 0$, $i = \overline{1, n}$, то $b > 0$ и $\sqrt{4b + 1} > 1$. Тогда имеем $x_1 > 1$ и $x_2 < 1$, а учитывая, что $0 < \exp(-lk) < 1$, x_2 является корнем уравнения. Итак:

$$k = -\frac{1}{l} \ln \left[1 + 1/(2b) - \sqrt{4b + 1}/(2b) \right]. \quad (8)$$

Дифференцируя (5) по переменной k , получим выражение

$$d^2 K(k)/dk^2 = c_2 \frac{I^2}{q} \sum_{i=1}^n \left(ia_i \cdot \exp(-Ik)(1 + \exp(-Ik))/(1 - \exp(-Ik))^3 \right), \quad (9)$$

в котором $(1 + \exp(-Ik)) > 0$ и $(1 - \exp(-Ik)) > 0$. Следовательно

$$d^2 K(k)/dk^2 > 0. \quad (10)$$

Таким образом, при значении параметра k , полученным в соответствии с (8) на основе математической модели канала системы цифрового телевидения (1), функция $K(k)$ имеет минимум. То есть получено выражение для определения минимального качества канала, при котором ещё сохраняется возможность благодаря помехоустойчивому кодированию принимать сигнал без искажений. Если качество реального канала характеризуется меньшим значением k , то необходимо принять меры по повышению помехоустойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.dvb.org> – официальный сайт международного консорциума DVB Project.
2. Киселёв В.В. Математическая модель канала передачи данных системы цифрового телерадиовещания / В.В. Киселёв, М.С. Светлов // Сб.тр. МНК ММТТ-22. Т.8. Псков: ППИ, 2009. С. 214-215.

Киселёв Вадим Владимирович –

аспирант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Светлов Михаил Семёнович –

доктор технических наук, доцент кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 3621.385

В.Ю. Мучкаев, В.А. Царев

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕКТОРНОГО ДВУХАЗОРНОГО РЕЗОНАТОРА

Предложена приближенная методика расчета электродинамических характеристик резонансной системы секторного клистрона. Эффективность метода проверена путем сравнения с данными экспериментальных исследований. Выявлена пригодность предлагаемого метода для инженерного применения.

Объемные секторные резонаторы, полоса пропускания, эквивалентные параметры резонатора, эквивалентная схема

V.Y. Muchkaev, V.A. Tsarev

THE CALCULATION METHOD OF ELECTRODYNAMIC PARAMETERS OF SECTOR DOUBLE-GAP CAVITY

The approximate calculation method of electrodynamic characteristics of cavity system of sector klystron was proposed. Efficiency of the method was checked up by comparison with data of experimental investigations. Usefulness of the proposed method for engineering application was revealed.

Sector cavities, passband, equivalent parameters of the cavities, the equivalent circuit

Принцип разделения резонаторной системы на отдельные секторные элементы, позволяющий сконструировать мощный прибор клистронного типа, содержащий электронную систему из нескольких разнесенных пучков, впервые был предложен в [1]. Секторная компоновка позволяет повысить эффективность взаимодействия электронов с СВЧ полем. Резонаторы каждой ступени усилительного каскада всех секторов могут быть электродинамически объединены в единую фильтровую систему, обеспечивающую получение широкой полосы, зависящей от числа секторных резонаторов.

Применение двумерных численных методов для расчета таких резонансных систем затруднено из-за сложной формы и отсутствия аксиальной симметрии. Экспериментально эти резонаторы из-за новизны также не исследованы. В связи с этим были проведены теоретические и экспериментальные исследования по изучению электродинамических свойств новых типов резонаторов. В результате этих исследований была разработана методика приближенного расчета эквивалентных сосредоточенных параметров многоконтурных резонансных систем, излагаемая ниже.

Существуют различные варианты радиального дробления резонансных элементов. В данной работе рассматривается б-лучевой резонатор. Продольное и поперечное сечения отдельной резонансной ячейки показаны на рис. 1 а, б.

Для расчетов эквивалентных параметров резонатора воспользуемся методикой эквивалентных схем [3], представив условие резонанса в следующем виде:

$$\omega C_0 - (1/z_0) \operatorname{ctg}(2\pi l_{st}/\lambda) = 0, \quad (1)$$

где C_0 – эквивалентная сосредоточенная емкость резонатора, z_0 – волновое сопротивление короткозамкнутого на конце отрезка длинной линии, образованной боковыми крышками и центральным проводником с длиной l_{st} , λ – длина волны колебаний.

В поперечном сечении резонансную ячейку можно представить в виде полосковой линии прямоугольного сечения с круглым внутренним проводником длиной l_{st} и диаметром d_{st} , волновое сопротивление которой можно рассчитать по формуле [5]:

$$z_0 = 60 \ln(1.27 H / d_{st}), \quad (2)$$

где H – высота резонансной ячейки (рис. 1 а).

Перейдем теперь к расчету сосредоточенной емкости резонатора C_0 . Эту емкость можно представить в виде суммы четырех параллельно включенных емкостей:

$$C_0 = 2(C_m + C_v) + C_\sigma + C_\kappa, \quad (3)$$

где C_m – торцевая емкость (емкость между торцами втулки и крышками), C_σ – боковая емкость (емкость между боковой поверхностью центрального стержня резонатора и двумя плоскостями, расположенными под углом (рис. 1 б)), C_v – емкость конической части (рис. 2 а) и емкость между втулкой и внутренней цилиндрической частью корпуса C_κ (рис. 2 б).

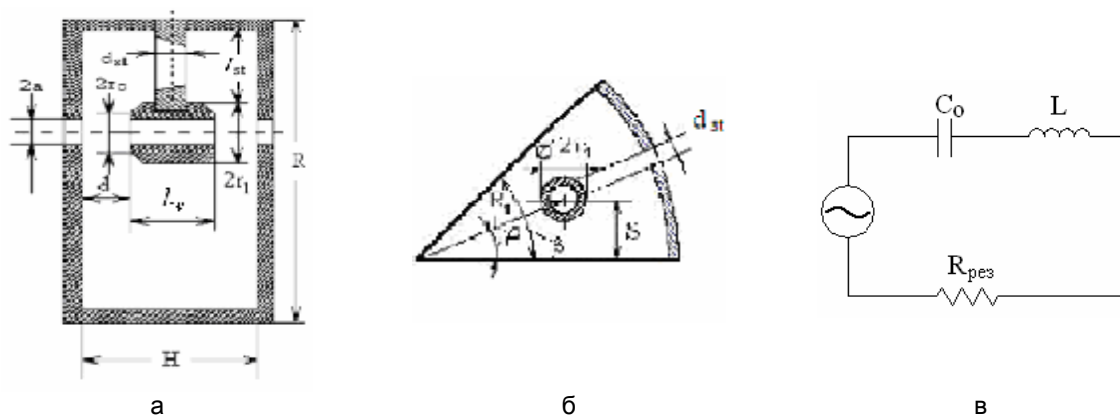


Рис. 1. Поперечное (а) и продольное (б) сечения резонансной ячейки и ее эквивалентная схема (в)

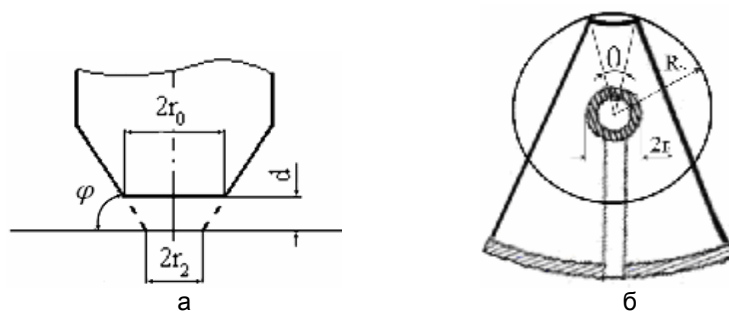


Рис. 2. К расчету емкости конической части пролетной трубы резонансной ячейки (а) и емкости между втулкой и внутренней цилиндрической частью корпуса (б)

Торцевую емкость можно рассчитать с помощью следующей формулы [6]:

$$C_m = \frac{\left(\frac{r_1}{a}\right)^2 - 1 + \gamma_0}{3.6d/a}, \quad (4)$$

где коэффициент γ_0 , учитывающий провисание поля внутрь пролетного канала, определяется по следующим приближенным выражениям:

$$\gamma_0 = K_r K_z, \quad (5)$$

$$K_r = 0.97 + 0.07\left(\frac{a}{r_1}\right) - 0.38\left(\frac{a}{r_1}\right)^2, \quad (6)$$

$$K_z = -0.05 + 1.05\left[1 - \left(1 - \frac{d/a}{1.96}\right)^2\right]^{1/2}. \quad (7)$$

Емкость C_δ между боковой поверхностью центрального стержня резонатора и двумя плоскостями, расположенными под углом (рис. 1б), можно вычислить по следующей формуле [4]:

$$C_\delta = \frac{0.5563 \cdot l_w}{\ln\left[\frac{\alpha(R_1/r_1)/\pi}{\pi/(\alpha\alpha_1/r_1)} + 4\right]}. \quad (8)$$

Емкость конической части C_v , согласно рассчитываем по формуле

$$C_V = \frac{2}{1.8} \left(r_2 + \frac{d \cdot \text{ctg}}{4} \right) - \frac{r_0^2 - r_2^2}{1.8d}, \quad (9)$$

где $r_2 = r_0 - d / \text{tg}$.

Емкость между втулкой и внутренней цилиндрической частью корпуса C_K представим как емкость между втулкой и круговым сектором окружности радиуса R_1 с градусной мерой соответствующего центрального угла θ (рис. 2б). Следовательно, емкость C_K можно вычислить по формуле

$$C_K = \frac{\theta}{2\pi} \frac{0.556l_w}{\ln(R_2 / r_1)}. \quad (10)$$

Будем рассматривать резонатор со следующими параметрами: $\beta = \pi/3$, $H = 3.59$ см, $d_{st} = 0.56$ см, $r_1 = 0.645$ см, $a = 0.35$ см, $d = 1.05$ см, $l_w = 1.48$ см. Подставив данные значения в уравнения (3)-(10), рассчитаем значения полной емкости C_0 при различных значениях R_1 (а, следовательно, и при различных l_{st}). Результаты расчета приведены на рис. 3 а.

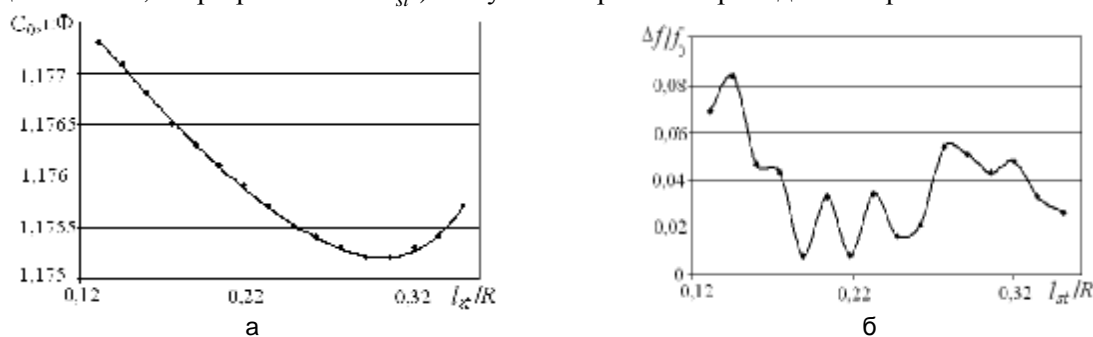


Рис. 3. Изменение электродинамических параметров резонатора при увеличении длины стержня l_{st} : а – полной емкости C_0 , б – собственной частоты резонансной ячейки f_0 , рассчитанной с помощью выражения (1) в сравнении с экспериментальными данными ($\Delta f = f_0 - f_{экс}$, где $f_{экс}$ – экспериментальные значения)

Найденные значения C_0 и z_0 позволяют (при заданной длине стержня l_{st}) вычислить резонансную длину волны из уравнения (1). Однако решение данного уравнения аналитически невозможно, поэтому оно решалось численно методом золотого сечения. На рис. 3 б приведены результаты расчета в сравнении с экспериментальными данными.

Резонансную индуктивность можно рассчитать, используя уравнение (1), представив выражение для индуктивности в следующем виде:

$$L = \frac{z_0}{2\pi\pi_{рез}} \text{tg} \left(\frac{2\pi l_{st}}{\lambda} \right). \quad (11)$$

Ширина полосы пропускания резонансной ячейки определяется ее добротностью, которая, в свою очередь, зависит от мощности потерь. Для учета активных потерь вычислим эквивалентное сопротивление резонансной ячейки.

Магнитное поле в рассматриваемой резонансной ячейке в основном сосредоточено вокруг центрального стержня. Поэтому будем считать, что потери в основном происходят на нем, и не будем учитывать потери на боковых стенках резонатора. Тогда, воспользовавшись методикой расчета резонансного сопротивления [2], можно получить выражения для эквивалентного сопротивления контура:

$$R_{рез} = \frac{5.72 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\sqrt{I}} \left[\frac{pz_0}{15} + \frac{I}{d_{st}} \left(1 + e^{\frac{-z}{60}} \right) (2bl_{st} + \sin(2bl_{st})) \right]}{\cos^2(bl_{st})}. \quad (12)$$

Предложенную методику расчета можно использовать для построения эквивалентных схем и расчета амплитудно-частотной характеристики связанных активных секторных резонаторов, состоящих из нескольких резонансных ячеек.

Рассмотрим резонансную систему, состоящую из двух резонансных ячеек (рис.4а), соединенных между собой щелью связи.

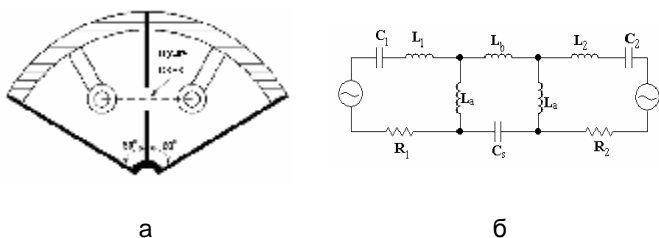


Рис. 4. Система двух связанных резонаторов:
а – внешний вид, б – эквивалентная схема

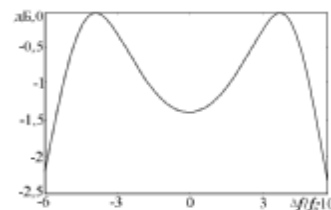


Рис. 5. АЧХ системы связанных двухзачорных активных секторных резонаторов. Здесь Δf – расстройка, f_0 – собственная частота несвязанной резонансной ячейки

Как было экспериментально выявлено в [7], оптимальной для данной системы является щель связи круглой формы. Эквивалентную схему отверстия круглой формы можно представить в виде П-образного соединения индуктивностей [8]. Необходимо также учесть емкость, которая образуется между втулками пролетных каналов двух резонаторов. Следовательно, эквивалентную схему двух связанных активных секторных резонаторов можно представить в следующем виде (рис. 4 б). Емкость C_S добавлена в схему для учета емкости, которая образуется между втулками двух резонаторов.

Значения емкостей C_1 и C_2 рассчитываются с помощью формул (3)-(10), величина индуктивностей L_1 и L_2 вычисляется из выражения (11), а R_1 и R_2 – из (12). Выражения для вычисления эквивалентных сосредоточенных параметров щели связи приведены в [8].

Результаты расчета амплитудно-частотной характеристики схемы (рис. 4 б), полученные с помощью метода контурных токов, представлены на рис. 5. Рассчитанная по предложенной методике АЧХ системы двух связанных секторных резонаторов в целом совпадает по форме и отношению δ/Δ (где δ – максимальная неравномерность в полосе пропускания, Δ – полоса пропускания) с АЧХ, измеренной экспериментально [7].

Таким образом, предложена методика расчета сосредоточенных параметров эквивалентной схемы резонатора. Данная методика позволяет рассчитать АЧХ системы связанных резонаторов и будет использована для дальнейших теоретических исследований характеристик связанных активных секторных двухзачорных резонаторов. Адекватность методики была проверена путем сопоставления с экспериментальными данными. В результате была выявлена ее пригодность для инженерного применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резонаторная система для многолучевого СВЧ прибора / Р.Ю. Кузнецов, А.Ю. Мирошниченко, Р.Н. Фисенко, В.А. Царев // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии «Крымико-2003»: материалы Междунар. науч.-техн. конф. Севастополь, 2003. С. 270-272.

2. Орлов С.И. Расчет и конструирование коаксиальных резонаторов / С.И. Орлов. М.: Сов.радио, 1970. 256 с.

3. Иоссель Ю. Расчет электрической емкости: 2-е изд., перераб. и дополн / Ю. Иоссель, Э.С. Кочанов, М.Г. Струнский Л.: Энергоиздат, Ленингр. отд-ние. 1981. 228 с.
4. Фельдштейн А.П. Справочник по элементам волноводной техники / А.П. Фельдштейн, Л.В. Явич, В.П. Смирнов. М.: Сов.радио, 1967, С. 650.
5. Голубев С.Н. Оптимизация однозачорных цилиндрических резонаторов / С.Н. Голубев, А.Ф. Попов // Вопросы электронной техники: межвуз.науч. сб. / Сарат. политехн. ин-т. Саратов, 1974. С. 65.
6. Fujisawa K. General treatment of klystron cavities / K. Fujisawa // IR TRANS. 1958. V.MTT-6. N4. P. 344-358.
7. Мучкаев В.Ю. Полосовые свойства системы связанных секторных двухзачорных клистронных резонаторов / В.Ю. Мучкаев, В.А. Царев // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии: Материалы 19 Междунар. Крым. конф. Севастополь, 2009, С. 141.
8. Гупта К. Машинное проектирование СВЧ устройств: пер. с англ. / К. Гупта, Р. Гардж, Р. Чадха. М.: Радио и связь, 1987. 432 с.

Мучкаев Вадим Юрьевич –

аспирант кафедры «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета

Царев Владислав Алексеевич –

доктор технических наук, профессор кафедры «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.398

А.А. Захаров, В.Д. Сорока, В.В. Сотников

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПОВЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СИЛОВОГО КАБЕЛЯ ПОДЗЕМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Описан алгоритм распознавания неисправностей силового кабеля реализованный в программном модуле диспетчерского пульта системы мониторинга подземных силовых сетей.

Алгоритм, распознавание, электрические сети, повреждение кабеля

A.A. Zaharov, V.D. Soroka, V.V. Sotnikov

RECOGNITION ALGORITHM OF STANDARD DERANGEMENTS IN POWER CABLE OF UNDERGROUND ELECTRICAL NETWORKS

Recognition algorithm of derangements in power cable realised in the program unit of the dispatching console of system monitoring in underground power nets is presented.

Algorithm, recognition, electric networks, cable damage

Одним из основных критериев качественного снабжения электроэнергией потребителя является его бесперебойность, что, в свою очередь, обеспечивается техническим состоянием эксплуатируемых электросетей. Кроме того, качественное электроснабжение определяется возможностями работников электрохозяйства быстро и точно определить место и характер повреждений силовых кабелей. Повысить уровень этого качества призвана разрабатываемая система мониторинга подземных силовых сетей. Данная система представляет собой совокупность устройств, фиксирующих мгновенные значения токов и напряжений в контрольных точках (трансформаторные подстанции). Данные с этих подстанций передаются в распределительные пункты (РП) силовых сетей непосредственно по силовому кабелю. Предварительно обработанная здесь информация поступает на диспетчерский пункт, где осуществляется ее окончательный анализ и оценка состояния сети в целом [1].

В ходе выполнения ряда исследовательских работ, направленных на создание описанной системы мониторинга, необходимо было показать, что при возникновении в подземной силовой сети аварийной ситуации можно распознать характер неисправности, оперируя некоторым набором параметров данного участка сети. В итоге был предложен ряд алгоритмов, позволяющих производить оценку состояния отдельных участков силовой сети.

Алгоритмы реализованы в виде отдельного модуля диспетчерского пульта системы мониторинга, предназначенного для наблюдения за состоянием силовых сетей [2].

Следует отметить, что в ходе испытаний данной системы мониторинга получены экспериментальные данные, характеризующие изменение токов и напряжений высоковольтной линии трёхфазного тока при искусственном создании в ней однофазного замыкания на землю (наиболее часто встречающаяся неполадка высоковольтных линий).

Полученные в результате эксперимента данные были тщательно изучены и проанализированы. Результаты проведённых исследований были использованы при создании в среде Simulink+Matlab модели сети трансформаторных подстанций (ТП). Теоретические данные были дополнены и скорректированы с учётом данных эксперимента. В итоге данные, получаемые при моделировании однофазного замыкания на землю, хорошо совпадали с данными, полученными экспериментальным путём.

Программа распознавания должна выявлять следующие типы неисправностей: короткое замыкание одной фазы на землю, двухфазное короткое замыкание с замыканием на землю, обрыв кабеля с замыканием на землю, двухфазное короткое замыкание без замыкания на землю, обрыв одной фазы, обрыв двух или трёх фаз.

В среде Matlab нами разработан программный модуль, который предназначен для распознавания типа неисправности силового кабеля и определения участка сети, на котором произошла авария.

Алгоритм распознавания типа неисправности основывается на сравнении текущих параметров токов и напряжений на трансформаторной подстанции с параметрами токов и напряжений подстанции при нормальном режиме работы кабельной линии. Входными данными служат массивы значений токов и напряжений линий трансформаторной подстанции, полученные в результате моделирования аварийных ситуации с помощью ранее созданной модели. Пакеты входных данных содержат информацию о векторах токов и напряжений на каждой из трансформаторных подстанций данного ответвления сети. Информация для каждого вектора тока и напряжения трёхфазной сети представлена парой значений – амплитуда вектора и его фаза. Таким образом, в пакете собственных значений одной трансформаторной подстанции хранятся 12 числовых значений.

Анализ сложившейся в сети ситуации предполагает сравнение параметров токов на каждой трансформаторной подстанции с параметрами работы подстанции в нормальном режиме, а также сравнение двух последних замеров параметров для выявления резких изменений состояния сети. Выполнение сравнений в программе распознавания построено на использовании условных операторов. Однако их использование при анализе довольно большого числа параметров сети приводило к сложности вложения их друг в друга. В связи с этим становилось сложным и громоздким описание алгоритма распознавания, а также возрастала вероятность ошибок в программе и становилось затруднительным её дальнейшее развитие и редактирование.

Для оптимизации алгоритма было решено использовать матричный метод представления и обработки данных в программе. Данный метод предполагает объединение данных в матрицы (массивы) по смысловому признаку. Одно из главных преимуществ такого подхода – возможность обработки целыми группами. То есть обрабатываются не отдельно взятые числовые значения, а матрицы данных целиком. При этом матрица воспринимается как единое целое и остаётся возможность доступа к её отдельным элементам.

Для оптимизации алгоритма нам надо преобразовать входные данные в более удобную форму. На основе двух последовательных пакетов собственных значений трансформаторных подстанций получаем две матрицы амплитудных значений всех токов на трансформаторных подстанциях: M_n – текущие значения амплитуд токов, M_p – предыдущие значения амплитуд токов. Далее матричный подход к написанию программы позволяет нам без особых затруднений получить из матриц M_n и M_p вспомогательные матрицы, которые будут использованы при распознавании типа неисправности. В матрице DM будут содержаться абсолютные значения разностей соответствующих элементов исходных матриц M_n и M_p . В матрицу M_sum заносятся значения разностей соответствующих токов. Далее, используя матрицы DM и M_sum , получаем матрицу относительных изменений амплитуд токов I_Otm . Аналогичные преобразования входных данных проводятся для напряжений.

Теперь перейдём непосредственно к алгоритму распознавания. Все аварийные ситуации, которые могут произойти в высоковольтном подземном кабеле, можно отнести к одному из двух классов – короткое замыкание (КЗ) или обрыв. И у каждого из этих классов есть свои характерные признаки. Для короткого замыкания – наличие резкого возрастания токов на одной или нескольких фазах (в зависимости от типа КЗ), для обрывов – напротив, затухание тока одной или нескольких фаз до нулевого уровня.

Для выявления возрастания тока при коротком замыкании используется матрица DM абсолютных изменений амплитуд токов. Ищется максимальное изменение тока, и если оно превышает некоторое предельно допустимое значение $dlpred$, то это означает, что в сети произошла авария типа короткое замыкание.

Далее надо определить, существует ли превышение тока на других фазах. Если таких превышений не обнаруживается, то мы имеем дело с однофазным замыканием на землю. Порядковый номер превышенной амплитуды в матрице DM позволяет определить неисправную фазу, а также трансформаторную подстанцию, в сети которой произошло короткое замыкание.

Если же обнаружено ещё одно резкое возрастание тока, то в сети произошло двухфазное замыкание, тип которого предстоит определить. Если обнаружено превышение токов всех трёх фаз в сети одной трансформаторной подстанции, то это означает, что произошёл обрыв кабеля с замыканием на землю.

Для определения типа двухфазного замыкания необходим анализ дополнительных признаков. Угол между векторами токов двух замкнутых между собой фаз должен быть близок к 180° (допускается небольшое отклонение от этой величины). Далее анализируем напряжения замкнутых фаз. Если амплитуды этих напряжений близки к нулю (не выше определённого минимального уровня), то обнаружено двухфазное замыкание с замыканием на землю. Если векторы напряжений уменьшились по амплитуде, но не стали ниже предельного значения, а векторы напряжений стали близки по значению друг к другу и перпендикулярны к векторам токов замкнутых фаз, то имеет место двухфазное замыкание без замыкания на землю.

Если в матрице DM обнаружено резкое изменение тока в сторону уменьшения амплитуды, то это означает, что в сети произошёл обрыв. Так же, как и в случае с коротким замыканием, по индексу тока с резким изменением амплитуды мы выявляем аварийную фазу и трансформаторную подстанцию. Затем проверяем состояние токов двух других фаз на этой же трансформаторной подстанции. Если токи этих фаз также резко уменьшились, то обнаружен двухфазный или трёхфазный обрыв кабеля, иначе детектируется однофазный обрыв.

В данной работе предпринята попытка создать методику определения характера неисправности силового кабеля по данным с контрольных точек участка распределенной сети.

Разработаны соответствующие алгоритмы анализа участка кабельной линии. По результатам работы был реализован программный модуль к диспетчерскому пульту системы мониторинга, реализующий предложенные алгоритмы определения неисправного участка сети, а также алгоритмы распознавания характера повреждения.

Совместно с Энгельсским филиалом ООО «Облкоммунэнерго» нами были проведены исследования разработанных алгоритмов в режиме «реального» времени на действующем объекте электрических сетей. Было показано, что состояние участков кабельной сети, а также характер неисправностей, возникших в результате повреждения или износа элементов силовой сети можно идентифицировать на основе алгоритмического анализа отдельных рабочих параметров, измеренных на границе этих участков. Дальнейшее развитие предложенной методики определения состояния силовой сети позволит, на наш взгляд, повысить качество обслуживания подземных силовых коммуникаций, а следовательно, повысить уровень качества электроснабжения конечного потребителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система обнаружения участков неисправностей в кабельных линиях 6 кВ / А.Ю. Мирошниченко, А. В. Никонов, Н. М. Советов, Д. А. Степанов // Актуальные проблемы электронного приборостроения: материалы Междунар. науч.-техн. конф. Саратов, 2002. С. 341-343.

2. Захаров А.А. Методика повышения качества обслуживания распределенных силовых сетей с использованием техники распознавания образов / А.А.Захаров, В.Д. Сорока // Актуальные проблемы радиотехники и связи: материалы Междунар. науч.-техн. конф. Саратов, 2005.

Захаров Александр Александрович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета

Сорока Валерий Дмитриевич –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета

Сотников Вадим Витальевич –

аспирант кафедры «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.383

А.В. Алексеев, Г.А. Попов

ОБ ОЦЕНКЕ ИЗЛУЧАЕМОЙ МОЩНОСТИ В СИММЕТРИЧНЫХ СЛАБОНАПРАВЛЯЮЩИХ ПЛАНАРНЫХ ВОЛНОВОДАХ СО СТУПЕНЧАТЫМ ПРОФИЛЕМ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

Дана оценка величины излучаемой мощности слабонаправляющего симметричного планарного волновода со ступенчатым профилем показателя преломления, возникающей при механическом воздействии на волновод. Приведен расчет численных значений энергетических характеристик

направляемых мод, дана оценка минимального внешнего механического усилия, необходимого для уверенной регистрации мощности излучаемых мод.

Планарный волновод, излучаемая мощность, растяжение волновода

A.V. Alekseev, G.A. Popov

ABOUT THE ESTIMATION OF RADIATED POWER IN SYMMETRIC PLANAR WAVEGUIDES WITH STEP-INDEX REFRACTIVE PROFILE

Operation is devoted an estimation value of radiated power in symmetric planar waveguide with step-index refractive profile, arising at mechanical effect on a waveguide. Calculation of numerical values power characteristics of launched modes is resulted; the estimation of minimum external mechanical effort necessary for confident registration of power radiated modes is given.

Planar waveguide, radiated power, expansion of waveguide

Введение. В работе рассматривается процесс излучения мощности в симметричных планарных волноводах со ступенчатым профилем показателя преломления и возбуждением волновода плоским ламбертовским монохроматическим источником излучения. В качестве воздействия, приводящего к возникновению процесса излучения мощности, рассматривается внешнее сжимающее усилие. Решение указанной задачи представляет интерес для создания датчиков механических напряжений на основе интегрально-оптических устройств, а также при рассмотрении мероприятий по защите информации в волоконно-оптических линиях связи.

1. Выражения для энергетических характеристик направляемых мод. Рассмотрен *пространственно-установившийся режим* в волноводе. При этом характеристики всех мод, за исключением энергетических, практически не зависят от параметров источника излучения, а определяются только физическими параметрами волновода. Поэтому нет необходимости учитывать дополнительные поправки, связанные с набегом фазы световой волны при движении от источника до торца волновода.

Рассмотрим распределение падающей энергии между направляемыми модами в симметричном изотропном планарном волноводе, у которого показатели преломления сердцевинки n_c и оболочки n_o в рассматриваемом диапазоне длин волн являются вещественными. Введем декартову систему координат, в которой ось z совпадает с осью волновода, а ось x перпендикулярна границам раздела сердцевинки и оболочки и направлена от нижней оболочки волновода в сторону верхней. За начало координат примем точку, лежащую на нижней границе сердцевинки и оболочки торца волновода. Как известно, компоненты электромагнитного поля направляемых мод, распространяющихся вдоль оси z , зависят от значения постоянной распространения (ПР) b_j и описываются выражением аналогичным, [3, 4]: $F_k^j(x, z, t) = \Phi_k^j(x)e^{i(\omega t - b_k z)}$, где $j = x, y, z$, k – номер моды, $\Phi_k^j(x)$ – компоненты векторной профильной функции, определяющие распределение модового поля по толщине волновода. Для планарных волноводов решения распадаются на два типа – ТЕ и ТМ моды. Для ТЕ мод в качестве компоненты $F_k^y(x)$ понимается компонент электрического поля e^y , а для ТМ мод – компонент магнитного поля h^y . В этом случае функция $\Phi_k^y(x)$ симметричного волновода выводится аналогично [4, 5]:

Компоненты $\Phi_k^y(x)$ направляемых мод

четные моды	нечетные моды
$\Phi_k^y(x) = D_k \begin{cases} e^{g_c x}, & x \leq 0 \\ \cos(k_c(x-d/2)), & 0 \leq x \leq d \\ e^{g_c(d-x)}, & x \geq d \end{cases}$	$\Phi_k^y(x) = D_k \begin{cases} e^{g_c x}, & x \leq 0 \\ \sin(k_c(d/2-x)), & 0 \leq x \leq d \\ -e^{g_c(d-x)}, & x \geq d \end{cases}$

где D_k – константа, нормированная на вводимую в волновод мощность излучения, d – толщина сердцевины, $k_c = \sqrt{k_o^2 n_c^2 - b^2}$, $g_o = \sqrt{b^2 - k_o^2 n_o^2}$ – поперечные компоненты волнового вектора в сердцевине и оболочке соответственно, $k_o = 2\pi / l$, l – длина волны оптического излучения.

Анализ характеристического уравнения возможен только на основе численных методов. Общая направляемая мощность волновода представляется в виде суммы мощностей направляемых мод, являющихся решениями характеристического уравнения. Решая это уравнение, можно найти набор дискретных значений ПР, удовлетворяющих направляемому распространению света $k_o n_o < b < k_o n_c$. Условию отсечки для ТЕ и ТМ мод в этом случае соответствует минимальное значение ПР, одинаковое для всех направляемых мод и равное $b = k_o n_o$.

Получив набор значений ПР для ТЕ и ТМ мод, можно найти энергию, которую несет каждая мода. Энергия k -й моды описывается выражением [2]:

$$P_k = 0,5 \cdot \left| \int_{A_{\infty}} E_t \times h_k^* \cdot \bar{z} dA \right|^2 \cdot \left| \int_{A_{\infty}} e_k \times h_k^* \cdot \bar{z} dA \right|^{-1} = 0,5 \cdot \left| \int_{-\infty}^{\infty} (E_x h_k^y - E_y h_k^x) dx \right|^2 \cdot \left| \int_{-\infty}^{\infty} (e_x^y h_k^x - e_y^x h_k^x) dx \right|^{-1}, \quad (1)$$

где \bar{z} – единичный вектор в направлении оси z, знак “*” означает комплексное сопряжение, E_t – распределение полного поперечного электрического поля на торце световода, а e_k^t и h_k^t – распределения поперечных электрического и магнитного полей k -й моды. При проведении вычислений рассмотрен слабонаправляющий волновод ($n_c \approx n_o$), для которого источник света расположен в среде, аналогичной сердцевине световода.

С учетом характеристических выражений мод, а также соотношений табл. 1 выведены выражения для знаменателей в (1), сведенные в табл. 2.

Таблица 2

Интегральные выражения направляемых мод

ТЕ моды	четные	$\int_{-\infty}^{\infty} (e_k^y)^2 dx$	$[D_1^2 / \cos^2(k_c d / 2)] \cdot (d/2 + 1/g_o)$
	нечетные		$[D_2^2 / \sin^2(k_c d / 2)] \cdot (d/2 + 1/g_o)$
ТМ моды	четные	$\int_{-\infty}^{\infty} (h_k^y)^2 dx$	$\frac{D_3^2}{n_c^2 \cos^2(k_c d / 2)} \left(\frac{d}{2} + \frac{n_o^2 \sin^2(k_c d / 2)}{n_c^2 g_o} + \frac{n_c^2 \cos^2(k_c d / 2)}{n_o^2 g_o} \right)$
	нечетные		$\frac{D_4^2}{n_c^2 \sin^2(k_c d / 2)} \left(\frac{d}{2} + \frac{n_o^2 \cos^2(k_c d / 2)}{n_c^2 g_o} + \frac{n_c^2 \sin^2(k_c d / 2)}{n_o^2 g_o} \right)$

2. Расчет численных значений мощностей направляемых мод. Рассмотрим пример торцевого возбуждения направляемых мод протяженным плоским ламбертовским источником света (модель плоского светодиода), толщина которого (вдоль оси y) бесконечно мала. Считаем, что оси симметрии источника и волновода совпадают с осью z , а также полагаем параллельность их торцов. Тогда, оценив интенсивность светового потока для каждого эле-

мента торца на основе стандартных формул [7] с использованием геометрических соотношений между элементами торцов источника и сердцевинной волновода, после интегрирования по всем элементам получаем следующее выражение для амплитуды $E_t(x)$ напряженности электрического поля на торце световода:

$$|E_t(x)| = A \left[\int_0^{d_u} \left(1 + \left[L^{-1} \left(x - \left(\frac{d-d_u}{2} + x_u \right) \right) \right]^2 \right)^{-3/2} dx_u \right]^{1/2},$$

где $A = [2B_0 / (cn_c^2 e_0 L)]^{1/2}$, B_0 – яркость источника, L – расстояние между торцами, d_u – толщина источника. Для отыскания значений компонент E_x и E_y необходимо учесть поляризацию, падающего на торец излучения. Ниже при расчетах рассмотрена линейная поляризации под углом 45° , т.е. $E_x = E_y = E_t / \sqrt{2}$.

Для получения численных значений энергий, переносимых каждой модой, необходимо знать яркость источника света. Определим ее, задавшись типом источника, например, светодиод типа SLED DXR0019, полная излучаемая мощность P которого равна 90 мкВт, а

ширина равна $d_u = 25 \text{ мкм}$. Полную мощность источника определим так: $P = B_0 \int_{-p/2}^{p/2} \cos qd \int_0^{d_u} dx_u$,

где d_u – ширина источника. Из этого выражения следует, что яркость B_0 такого источника равна $1,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ ср})$. Таким образом, на основе имеющихся исходных данных и выражений табл. 1, 2, можно оценить количество мод и энергию, которые они несут для планарного волновода, ширина которого, для примера, совпадает с диаметром многомодового световода $d = 50 \text{ мкм}$, используемого в технике связи, и длине волны оптического излучения $\lambda = 1,4 \text{ мкм}$. Показатели преломления сердцевинной и оболочечной приняты равными $n_c = 1,51$ и $n_o = 1,5$ соответственно. Нами создан программный модуль для расчета вышеуказанных характеристик. В табл. 3 сведены результаты численных расчетов (моды нумеруются с нуля).

Таблица 3

Характеристики направляемых мод высокого порядка

тип	номер	ПР $b_k, \text{ м}^{-1}$	Энергия, нВт	тип	номер	ПР $b_k, \text{ м}^{-1}$	Энергия, нВт
TE	12	6733863,65	13,66	TM	12	6733854	13,85
	10	6745475,2	92,55		10	6745453,64	92,81

При принятых значениях параметров волновода общее количество направляемых мод равно 26. Условие отсечки направляемой моды $k_0 n_o = 6,732 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}$. Нечетные моды равны нулю ввиду параллельности торцов источника и световода. Численные расчеты показывают, общее значение направляемой энергии составляет примерно $59,34 \text{ мкВт}$.

3. Энергетические характеристики излучаемых мод при сжатии световода. Рассмотрим изменение условий отсечки для мод в случае, когда оболочка световода становится анизотропной. Это возможно, например, при приложении внешней нагрузки к световоду. Оптическое волокно изготавливается путем вытягивания плавленого кварца, который имеет изотропную сингонию. При механической деформации изотропного световода в области воздействия деформации наблюдается искусственная анизотропия (эффект фотоупругости) [6]. Будем считать, что приложение одностороннего сжатия приводит к деформации только оболочки, при этом оптическая ось в анизотропной оболочке будет направлена вдоль оси деформации. Тогда изменение показателя преломления оболочки при использовании теории Поккельса [7] и закона Гука будет описываться выражениями:

$$n_o^x = n_o^y = n_o + \frac{n_o^3 P_z}{2K} [p_{12} - m(p_{11} + p_{12})], \quad n_o^z = n_o + \frac{n_o^3 P_z}{2K} [p_{11} - 2mp_{12}], \quad (2)$$

где n_o - показатель преломления изотропной недеформированной оболочки волновода, выбранный выше равным 1,5; $p_{11} = 0,27$ и $p_{12} = 0,121$ - упругооптические коэффициенты изотропного кварца [1]; P_z - внешняя нагрузка, приложенная вдоль оси z , $K = 7,3 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$ - модуль Юнга кварцевого стекла [1], $m = 0,168$ - коэффициент Пуассона [1].

В [1] рассматривается планарный волновод с параметрами, близкими к существующим многомодовым волокнам. Поэтому в качестве верхнего значения, ограничивающего применение сжимающего усилия, принята вышеуказанная величина тестового усилия на разрыв оптического волокна, которая, согласно [8], составляет примерно $0,7 \text{ ГН/м}^2$.

Оценим значение необходимой нагрузки для уверенной регистрации излучения. Отсечка ТЕ моды m -го порядка определяется значением показателя преломления оболочки:

$$n_o^y = \sqrt{n_c^2 - \frac{(mp)^2}{k_o^2 d^2}}. \quad \text{Условием отсечки ТМ-моды будет являться равенство}$$

$$g_o = \frac{n_o^z}{n_o^x} \sqrt{b^2 - k_o^2 n_o^{x2}} = 0, \quad \text{т.е. при } b = k_o n_o^x. \quad \text{Отсечка ТМ моды } m\text{-го порядка определяется вы-}$$

ражением, аналогичным для показателя преломления n_o^x ТЕ-мод, так как нагрузка направлена вдоль оси z . На основе (2) оценивается значение нагрузки, требуемой для наступления отсечки ТЕ и ТМ мод. Оценим величину излучаемой энергии.

Известно, что в анизотропной среде могут распространяться волны со строго определенными разрешенными состояниями поляризации - ортогонально плоскости главного сечения и в этой плоскости. В нашем случае ТЕ-мода ведет себя как обыкновенная волна, а ТМ-мода, поляризованная в плоскости главного сечения, - как необыкновенная волна. При выбранных расположениях оптической оси и падающего луча обыкновенный и необыкновенный лучи лежат в одной плоскости вместе с падающим лучом. Отметим, что углы падения ТЕ и ТМ моды на оболочку световода связаны соответствующими ПР мод выражениями $j_{TE, TM} = p / 2 - \arccos(b_j / k_o n_c)$. Используя закон преломления Снеллиуса, можно найти направления волновых нормалей ТЕ и ТМ волн. При этом следует учитывать, что необыкновенный показатель преломления (главное значение показателя преломления анизотропной оболочки вдоль оси z) равен $n_{e(об)} = n_o^z$, а обыкновенный показатель преломления $n_{o(об)} = n_o^x = n_o^y$, которые определяются выражением (2). С помощью уравнения нормалей Френеля [6] можно найти показатель преломления необыкновенной (ТМ) волны, который зависит от угла между волновой нормалью и оптической осью. Зная эти величины, можно отыскать направление лучей необыкновенной и обыкновенной волн. Доля излучаемой из оболочки оптической мощности определяется формулами Френеля.

Минимальное усилие, которое необходимо приложить к световоду, для уверенной регистрации излучения определяется чувствительностью приемника. В настоящее время самые чувствительные оптические приемники построены на основе лавинных фотодиодов (ЛФД), лучшие из которых в оптическом диапазоне 1,3...1,6 мкм имеют следующие показатели: умножаемый темновой ток $I_{темн} = 0,1 \text{ нА}$, экстраполированный к $M = 10$ [9]. Используя зависимости, приведенные в [9] получим, что при комнатной температуре пороговая мощность ЛФД составляет $P_{пор} = 2 \cdot 10^{-14} \text{ Вт}$. Итак, в случае, если выводимая оптическая мощность будет превышать указанную величину пороговой мощности, оптический приемник сможет регистрировать передаваемое излучение, а значит, передаваемую информацию.

С использованием вышесказанного, нами рассчитаны энергии излучения, которые возникли при отсечке направляемых мод высшего порядка. Результаты сведены в табл. 4.

Таблица 4

Характеристики излучаемых мод

Тип моды	Номер направляемой моды (высокого порядка)	Требуемая нагрузка P , $ГН/м^2$	Коэффициент пропускания D	Излучаемая мощность после первого преломления в оболочку, нВт	Угол выхода луча, град
TE	12	0,489	0,446	6,092	89,05
	10	2,734	0,662	61,22	88,537
TM	12	0,489	0,451	6,251	89,046
	10	2,734	0,664	61,604	88,541

Как видно из табл. 4, вывести из волновода без его разрушения возможно только самые первые излучаемые моды (соответствующие направляемые TE и TM моды высшего порядка). Их мощность превосходит указанное значение эффективной темновой мощности современных фотоприемников, а потому эти моды легко могут быть детектированы.

Выводы. Согласно приведенным результатам расчетов, в настоящее время уже принципиально возможно осуществить реальный съем данных, переносимых направляемыми модами планарного волновода. Действительно, как показывают расчеты, величина излучаемой мощности самых первых мод составляет порядка 6 нВт. В то же время существующие лавинные фотодиоды, например, типа С30733Е [9] имеют нижний предел измерения примерно $2 \cdot 10^{-5}$ нВт. Отметим, что съем и регистрация этих данных могут осуществляться как в позитивных целях – использование планарных волноводов как элементов датчиковой аппаратуры, так и в злонамеренных целях – в этих случаях излучаемая энергия является каналом утечки информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бусурин В.И. Волоконно-оптические датчики: Физические основы, вопросы расчета и применения / В.И. Бусурин, Ю.Р. Носов. М.: Энергоатомиздат, 1990. С. 256.
2. Снайдер А. Теория оптических волноводов / Дж. Лав, А. Снайдер. М.: Радио и связь, 1987. С. 656.
3. Санников Д.Г. Режимы отсечки в планарных волноводах с усилением (поглощением) / Д.Г. Санников, Д.И. Семенов // Письма в ЖТФ. 2002. Т.28. Вып. 20. С. 42-49.
4. Бугусов М.М., Волоконная оптика и приборостроение / М.М. Бугусов, С.Л. Галкин. Л.: Машиностроение, 1987. С. 328.
5. Унгер Х.-Г. Планарные и волоконные оптические волноводы / Х.-Г. Унгер. М.: Мир, 1980. С. 656.
6. Бутиков Е.И. Оптика / Е.И. Бутиков. М.: Высшая школа, 1986. С. 512.
7. Нарасимхамурти Т. Фотоупругие и электрооптические свойства кристаллов / Т. Нарасимхамурти. М.: Мир, 1984. С. 624.
8. Портнов Э.Л. Оптические кабели связи: Конструкции и характеристики / Э.Л. Портнов. М.: Горячая линия-Телеком, 2002. С. 232.
9. Рудницкий В.Б. Нижний предел измерения средней мощности оптического излучения инфракрасного диапазона / В.Б. Рудницкий, В.Р. Сумкин, В.А. Шеховцева // Фотон-экспресс. Спецвыпуск. 2005. №6. С. 109-112.

Алексеев Андрей Викторович –

аспирант кафедры «Информационная безопасность» Астраханского государственного технического университета

Попов Георгий Александрович –

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационная безопасность» Астраханского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

О.В. Колесникова, П.А. Львов

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА МЕТОДОМ ДВЕНАДЦАТИПОЛЮСНОГО РЕФЛЕКТОМЕТРА

Метод, описанный в статье, определяет эквивалентный комплексный коэффициент отражения СВЧ-генератора. Данный метод, использующий двенадцатиполосный рефлектометр, является эффективным простым инструментом, дающим достаточно точные результаты.

Эквивалентный коэффициент отражения генератора, двенадцатиполосный рефлектометр, векторный анализатор цепей

O.V. Kolesnikova, P.A. L'vov

MEASUREMENT OF EQUIVALENT SOURCE REFLECTION COEFFICIENT BY METHOD OF SIX-PORT REFLECTOMETER

A method to determine the complex equivalent reflection coefficient of RF sources using a mismatched power meter connected to a set of different two-ports is described. This method based on a six-port reflectometer is efficient simple instrumentation that gives the precise results.

Equivalent RF source reflection coefficient, six-port reflectometer, vector network analyzer

При калибровке рефлектометра калибровочный коэффициент неизвестного датчика мощности влияет на калибровочный коэффициент всего рефлектометра. По значениям мощности сигнала, измеренным с помощью номинального P_N и неизвестного P_X датчиков, определяют калибровочные коэффициенты K_X рассматриваемого устройства как

$$K_X = K_N \cdot Q \cdot P_X / P_N, \quad (1)$$

где

$$Q = \frac{|1 - \Gamma_X \cdot \Gamma_G|^2}{|1 - \Gamma_N \cdot \Gamma_G|^2}, \quad (2)$$

Γ_X и Γ_N – комплексные коэффициенты отражения калибровочного объекта и эталона соответственно, которые легко вычисляются при использовании векторного анализатора цепей (ВАЦ). Однако применение данного метода для определения комплексного коэффициента отражения генератора Γ_G приводит к трудоемким расчетам, поэтому принимают $Q = 1$, а расчеты ведутся только по отношению к модулю $|\Gamma_G|$. В свою очередь, такое упрощение ведет к ошибке в расчетах, зачастую самой вещественной ошибке при калибровке рефлектометра.

Для минимизации этой ошибки было разработано несколько методов. В [1] был предложен метод для определения комплексной величины Γ_G для трехполосника с использованием модифицированного ВАЦ и специального метода калибровки.

В [2] описывается широкополосный метод расчета коэффициента отражения генератора Γ_G с несогласованным датчиком мощности. В этом методе используется набор двухполюсников, которые с высокой точностью калибруются при использовании ВАЦ (рис.1). Применение в схеме двухполюсника приводит к существенному фазовому сдвигу СВЧ-сигнала. При использовании этих двухполюсников по эталонным импедансам определяется коэффициент отражения генератора Γ_G , с помощью которого можно легко найти отношения мощностей. Благодаря возможности использования для двухполюсников гибких линий передачи диапазон частот может быть расширен – быть ниже СВЧ-диапазона при больших длинах волны.

Для отношений мощностей, которые измерены с помощью двух датчиков мощности (с индексами M1 и Mk), подсоединенных к некоторому источнику СВЧ-сигнала с исходным коэффициентом отражения, используя (1) и (2), получим следующие отношения

$$p_k = \frac{P_{M1}}{P_{Mk}} = \frac{|1 - \Gamma_{Mk} \cdot \Gamma_G|^2}{|1 - \Gamma_{M1} \cdot \Gamma_G|^2} \cdot \frac{K_{M1}}{K_{Mk}}. \quad (3)$$

Проводятся измерения с датчика мощности с индексом Mk через датчик M1, который подсоединен к двухполюснику с параметрами матрицы рассеяния S_{ijk} , где i и j – индексы соответствующих выходов (выход 1 подсоединен к калибровочному объекту, выход 2 – к несогласованному измерителю мощности) и k – номер двухполюсника. Отношение двух калибровочных коэффициентов соответствует отношению мощностей – измеренной с датчика и измеренной на входе двухполюсника, и имеет вид

$$\frac{K_{Mk}}{K_{M1}} = \frac{|S_{21,k}|^2}{|1 - S_{22,k} \cdot \Gamma_{M1}|^2}. \quad (4)$$

Отношение (4) зависит только от $S_{21,k}$, $S_{22,k}$ и коэффициента отражения Γ_{M1} датчика мощности M1. Поскольку эти параметры (так же как и Γ_{Mk}) вычисляются с помощью измерений на ВАЦ, будем считать их известным. Начиная с $n-1$, n остальные датчики мощности могут быть подключены так же. Для $k = 2, \dots, n$ мы получаем скалярное равенство (3) для измеренных отношений мощностей $p_k = P_{M1} / P_{Mk}$. В этих выражениях только комплексный коэффициент отражения генератора Γ_G неизвестен. Для определения Γ_G , по крайней мере, используются 2 независимых скалярных равенства. Двухполюсников не должно быть слишком много, т.к. $|S_{21,k}|$ и $|S_{12,k}|$ не должны быть намного больше единицы. $|S_{11,k}|$ и $|S_{22,k}|$ не должны быть слишком большими для того, чтобы $|\Gamma_{Mk}|$ близки к $|\Gamma_{M1}|$. Сдвиг фазы, внесенный двухполюсниками, не должен быть слишком маленьким ($\geq 35^\circ$). Для широкополосных измерений эти условия могут быть осуществлены только при использовании более двух двухполюсников.

Для определения $\Gamma_G = x + j \cdot y$ используются $n-1$ скалярных равенств, следующих из (3)

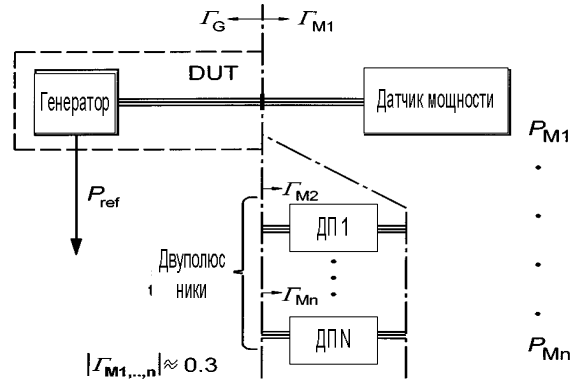


Рис. 1. Схема измерений для определения эквивалентного коэффициента отражения генератора Γ_G с несогласованным измерителем мощности и $n-1$ двухполюсниками-фазовращателями (ДП, нумерация от 2 до n)

$$A_k = \frac{K_{Mk} \cdot P_{M1}}{K_{M1} \cdot P_{Mk}} = \frac{|1 - \Gamma_{Mk} \cdot \Gamma_G|^2}{|1 - \Gamma_{M1} \cdot \Gamma_G|^2} \quad (k = 2, \dots, n). \quad (5)$$

Параметры A_k , $\Gamma_{Mk} = u_k + j \cdot w_k$ и $\Gamma_{M1} = u_1 + j \cdot w_1$ - получены в ходе измерений. Для $k = 2, \dots, n$ выражение (5) принимает вид

$$A_k = \frac{(1 - u_k \cdot x + w_k \cdot y)^2 + (w_k \cdot x + u_k \cdot y)^2}{(1 - u_1 \cdot x + w_1 \cdot y)^2 + (w_1 \cdot x + u_1 \cdot y)^2} = \frac{1 + (x^2 + y^2) \cdot (u_k^2 + w_k^2) - 2 \cdot u_k \cdot x + 2 \cdot w_k \cdot y}{1 + (x^2 + y^2) \cdot (u_1^2 + w_1^2) - 2 \cdot u_1 \cdot x + 2 \cdot w_1 \cdot y} \quad (6)$$

и

$$(x^2 + y^2) \cdot \{A_k \cdot |\Gamma_{M1}|^2 - |\Gamma_{Mk}|^2\} + x \cdot (2 \cdot u_k - 2 \cdot A_k \cdot u_1) + y \cdot (2 \cdot A_k \cdot w_1 - 2 \cdot w_k) + (A_k - 1) = 0 \quad (7)$$

Решать этих $n-1$ выражений вида (7) ($k = 2, \dots, n$) относительно Γ_G лучше всего при использовании численного метода Левенберга-Маркварда. Зачастую определить Γ_G можно, используя только два уравнения. Для единства решения относительно x , y и $x^2 + y^2$ необходимо использовать, по крайней мере, 3 выражения, т.е. $n-1 \geq 3$.

Альтернативным методом расчета эквивалентного коэффициента отражения генератора может быть метод с использованием двенадцатиполусного рефлектометра (ДПР) и в этом случае (3) преобразован в $k = 2, \dots, n$ уравнений с шестью портами и принимает вид (8). ДПР является пассивной СВЧ цепью с шесть выходами.

$$p_k = \frac{P_{M1}}{P_{Mk}} = \frac{K_{M1} \cdot |\Gamma_{Mk}|^2}{K_{Mk}} \cdot \left| \frac{\Gamma_G - \frac{1}{\Gamma_{Mk}}}{1 - \Gamma_{M1} \cdot \Gamma_G} \right|^2 = k_k \cdot \left| \frac{\Gamma_G - q_k}{1 - \Gamma_{M1} \cdot \Gamma_G} \right|^2, \quad (8)$$

где

$$k_k = \frac{K_{M1} \cdot |\Gamma_{Mk}|^2}{K_{Mk}} = \frac{|1 - S_{22,k} \cdot \Gamma_{M1}|^2 \cdot |\Gamma_{Mk}|^2}{|S_{21,k}|^2}, \quad (9)$$

$$k_k = \frac{1}{\Gamma_{Mk}} \quad (10)$$

- параметры ДПР. В этих выражениях присутствуют два уже известных из измерений отношения мощностей - p_k (для $k = 2, \dots, n$). Γ_G определяется как точка пересечения $n-1 \geq 3$ контуров на комплексной плоскости Γ , имеющей радиус

$$R_k = \sqrt{p_k \cdot k_k} \cdot \left| \frac{1 - q_k \cdot \Gamma_{M1}}{p_k \cdot \Gamma_{M1} \cdot \Gamma_{M1}^* - k_k} \right| \quad (11)$$

и центры

$$C_k = \frac{p_k \cdot \Gamma_{M1}^* - q_k \cdot k_k}{p_k \cdot \Gamma_{M1} \cdot \Gamma_{M1}^* - k_k}, \quad (12)$$

где звездочками обозначены комплексно сопряженные величины.

Для анализа влияния датчика мощности на Γ_G было проведено математическое моделирование. Для различных принятых значений для Γ_G , Γ_{M1} и Γ_{Mk} , отношений мощностей $p_k = P_{M1} / P_{Mk}$ ($k = 2, \dots, n$), сгенерированных с использованием (3) для $n-1$ заданных двух-полосников. К данному отношению мощностей p_k добавляется отклонение $|dp|$, то есть

$p'_k = p_k \pm K \cdot |dp|$, где K берется как +1 или 0 или -1 для каждого $k = 2, \dots, n$ во всех возможных комбинациях. Для каждого из $3^{(n-1)}$ возможных наборов p'_k , коэффициент отражения Γ'_G был пересчитан по методу Левенберга-Маркварда. Для всего набора значений p'_k получены отклонения $|d\Gamma| = |\Gamma'_G - \Gamma_G|$ при заданном $|dp|$, самое большое из которых было принято за «наихудший случай». Грубо говоря, отклонение $|d\Gamma|$ линейно зависит от отклонения отношения мощностей $|dP|$ и от $1/|\Gamma_{M1}|$ соответственно. $|d\Gamma|$ также зависит и от фазового сдвига между фазовращателями двухполосников.

Результаты расчетов показаны на рис.2. Для $|\Gamma_G|$, значение которого увеличивается от 0,005 до 0,1 для частот выше 18 ГГц, разница $\Gamma_A - \Gamma_N = dX + j \cdot dY$ между значениями Γ_G , полученными по методу ВАЦ (Γ_A), и по описанному в [2] широкополосному методу (Γ_N), будет не более $0,03 + j \cdot 0,03$ для частот ниже 1,5 ГГц, $0,006 + j \cdot 0,006$ для частот ниже 10 ГГц и $0,014 + j \cdot 0,014$ для частот около 10 ГГц. Для метода на основе ДПР подобная разница будет в среднем меньше на 10% соответственно.

В статье предложен простой в расчетах метод с использованием ДПР определения эквивалентного коэффициента отражения генератора, для проверки его эффективности было проведено математическое моделирование эксперимента. Проведено качественное сравнение результатов применения метода на основе ДПР с результатами, полученными при использовании широкополосного метода, предложенного в [2]. По итогам сравнения можно сделать вывод о высокой точности метода ДПР.

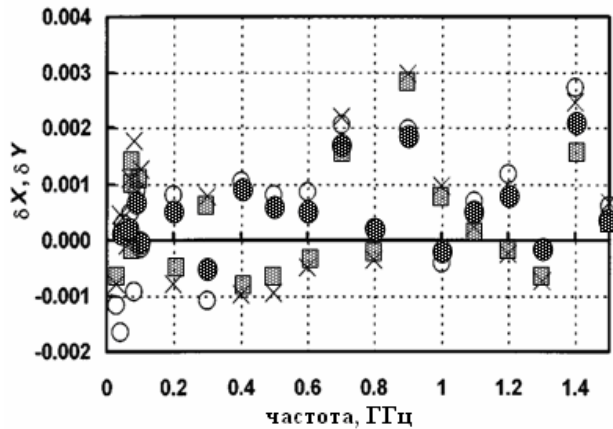


Рис. 2. Действительная и мнимая (\times и \circ – для широкополосного метода; \blacksquare и \bullet – для метода на основе ДПР) составляющие комплексной разницы $\Gamma_A - \Gamma_N$

ЛИТЕРАТУРА

1. Moyer, R.D. Techniques for measuring the effective source reflection coefficient of two-resistor power splitters / R.D. Moyer // IEEE Trans. Instrum. Meas. 1987. Vol. IM-36. P. 23–28.
2. Török, A. Efficient Broadband Method for Equivalent Source Reflection Coefficient Measurements / A. Török // IEEE Trans. Instrum. Meas. 2001. Vol. 50. №2. P. 361–363.

Колесникова Ольга Владимировна – аспирант Саратовского государственного технического университета

Львов Петр Алексеевич – аспирант Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.034:534.2

В.Г. Токарев, О.М. Качанов, А.И. Куреньков

К ВОПРОСУ О СТЕПЕНИ ЗАТУХАНИЯ ВОЛН ЛЭМБА В ПЛАСТИНЕ ПРИ КОНТАКТЕ С ЖИДКОСТЬЮ

Дан краткий анализ степени поглощения составляющих волн Лэмба разного вида, при контакте одной поверхностью пластины с водой, приведены результаты экспериментальных исследований относительных степеней затухания этих видов волн.

Ультразвуковая техника, волна Лэмба, нулевая мода, симметричная и антисимметричная волна, затухание

V.G. Tokarev, O.M. Kachanov, A.I. Kurenkov

TO THE ISSUE OF DEGREE OF LAMB WAVES ATTENUATION IN THE PLATE CONTACTING WITH LIQUID

The short analysis for degree of absorption of different type Lamb waves when one surface of the plane contacts with water is given as well as the experimental results of relative degrees of attenuation for these types of wave modes.

The ultrasonic techniques, Lamb wave, the zero fashion symmetric and an antisymmetric wave, attenuation

Нормальные волны Лэмба в настоящее время широко используются в ультразвуковой технике. Основным информационным параметром, который наиболее часто используется в различных процессах диагностики и контроля, при этом является амплитуда волн. Метод, основанный на анализе амплитудных характеристик, стробируемых по времени отдельных участков сигналов, распространяемых и отражаемых в пластинах, в их приповерхностном слое, показал достаточную устойчивость и надежность результатов такого контроля. Однако в случаях контакта поверхности пластин с жидкой средой на амплитудные характеристики сигналов волн Лэмба влияет ряд дополнительных факторов, снижающих устойчивость этих характеристик. Авторами проведены экспериментальные исследования соотношения энергетических характеристик сигналов волн Лэмба, распространяемых в пластинах различной толщины, контактирующих с жидкой средой. Эксперименты проводились на стальных пластинах, контактирующих с толстым слоем воды, значительно превосходящим длину ультразвуковой волны. В качестве излучателя и приемника использовалась пара идентичных пьезопреобразователей X-среза, расположенных перпендикулярно поверхности пластин. Возбуждение пьезопреобразователей осуществлялось передним фронтом периодических импульсов (ступенчатым воздействием заданной амплитуды), длительность которых превышала время распространения волн Рэлея между излучателем и приемником. Как известно [1], такой способ возбуждения приводит к одновременному возникновению в пластинах преимущественно симметричной и антисимметричной волн Лэмба нулевых порядков. Известно также, что волна Лэмба представляет собой неоднородную нелинейную конфигурацию группы нормальных волн, которые описываются следующими уравнениями:

$$U = U_s + U_a, \quad (1)$$

$$W = W_s + W_a, \quad (2)$$

$$U_s = A \cdot k_s \left(\frac{ch(q_s z)}{sh(q_s d)} - \frac{2q_s s_s}{k_s^2 + s_s^2} \cdot \frac{ch(s_s z)}{sh(s_s d)} \right) e^{t(k_s x - \omega t - \frac{p}{2})}, \quad (3)$$

$$W_s = -A \cdot q_s \left(\frac{sh(q_s z)}{sh(q_s d)} - \frac{2k_s^2}{k_s^2 + s_s^2} \cdot \frac{sh(s_s z)}{sh(s_s d)} \right) e^{t(k_s x - \omega t)}, \quad (4)$$

$$U_a = B \cdot k_a \left(\frac{sh(q_a z)}{ch(q_a d)} - \frac{2q_a s_a}{k_a^2 + s_a^2} \cdot \frac{sh(s_a z)}{ch(s_a d)} \right) e^{t(k_a x - \omega t - \frac{p}{2})}, \quad (5)$$

$$W_a = -B \cdot q_a \left(\frac{ch(q_a z)}{ch(q_a d)} - \frac{2k_a^2}{k_a^2 + s_a^2} \cdot \frac{ch(s_a z)}{ch(s_a d)} \right) e^{t(k_a x - \omega t)}, \quad (6)$$

где U , W – компоненты общего продольного и поперечного смещений, соответственно; U_s , U_a – компоненты продольного смещения, относящиеся к симметричной и антисимметричной волне соответственно; W_s , W_a – компоненты поперечного смещения, относящиеся к симметричной и антисимметричной волне соответственно; A , B – произвольные постоянные, определяемые начальными условиями возбуждения; z – поперечное положение точки относительно серединной плоскости пластины; d – толщина пластины; x – расстояние вдоль пластины; ω – круговая частота колебаний; t – время; k , q , s – волновые числа, связанные соотношениями:

$$q_{s,a} = \sqrt{k_{s,a}^2 - k_l^2}, \quad (7)$$

$$s_{s,a} = \sqrt{k_{s,a}^2 - k_t^2}, \quad (8)$$

где $k_{s,a}$ – волновые числа, относящиеся к симметричной и антисимметричной волнам, k_l , k_t – волновые числа, относящиеся к продольной и поперечной волнам, соответственно. Анализ уравнений показывает, что большая часть энергии для антисимметричной волны сосредотачивается в поперечных колебаниях, тогда как для симметричных, наоборот – в продольных. Аналитическое решение задачи определения степени поглощения волн Лэмба разных видов для конкретных условий достаточно сложное. Однако характер этой зависимости уже просматривается на соотношениях коэффициентов затухания волн Рэлея, которые в наибольшей степени схожи с волнами Лэмба нулевых мод, вырождающихся в них при $d \gg I_R$, где I_R – длина волны Рэлея. Показано [1], что наибольший вклад в коэффициент затухания волн Рэлея вносят поперечные волны. Аналитическая зависимость для коэффициента затухания выражается следующей формулой:

$$g = Aa + (1 - A)b, \quad (9)$$

где a – коэффициент затухания продольной рэлеевской волны, b – коэффициент затухания поперечной рэлеевской волны, A – некая величина, зависящая только от свойств материала, выражаемая через коэффициент Пуассона ν . Для стали, например, приведенное выше выражение приобретает следующий вид: $g = 0,11a + 0,89b$. Последнее свидетельствует о том, что затухание этих волн определяется в большей степени поперечной составляющей.

Указанное обстоятельство должно по-разному сказываться и на степени поглощения контактным слоем жидкости симметричных и антисимметричных волн Лэмба, схожих с рэлеевскими. Проведенные эксперименты по оценке степени поглощения нулевых мод симметричной и антисимметричной волн Лэмба контактным слоем воды с одной стороны пластин показали следующие результаты, которые представлены в таблице.

В данной таблице представлены результаты отношения энергетических характеристик сигналов относящихся к нулевым модам волны Лэмба, для свободных поверхностей пластин (находящихся в воздухе) и соприкасающихся одной поверхностью с водой. Для оценки соот-

ношения энергетических характеристик сигналов использовались отношения сумм квадратов, квантованных по времени выборок сигналов, относящихся к симметричной и антисимметричной волнам. В таблице представлены следующие вычисляемые отношения:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{N_C} (X_i^2)_{C,a} \cdot \sum_{i=1}^{N_B} (X_i^2)_{B,s}}{\left[\sum_{i=1}^{N_B} (X_i^2)_{C,s} \cdot \sum_{i=1}^{N_C} (X_i^2)_{B,a} \right]}, \quad (10)$$

где N_C, N_B – объемы выборок для сигналов антисимметричной и симметричной волны соответственно; $(X_i)_{C,s}$ – значения выборок сигналов, относящихся к симметричной волне Лэмба для свободной пластины; $(X_i)_{C,a}$ – значения выборок сигналов, относящихся к антисимметричной волне Лэмба для свободной пластины; $(X_i)_{B,s}$ – значения выборок сигналов, относящихся к симметричной волне Лэмба для пластины, контактирующей одной поверхностью с водой; $(X_i)_{B,a}$ – значения выборок сигналов, относящихся к антисимметричной волне Лэмба для пластины, контактирующей одной поверхностью с водой.

Относительные значения поглощения симметричных и антисимметричных волн Лэмба нулевых порядков

Расстояние между излучателем и приемником, мм	Толщина пластины, мм		
	12	16	50
25	2,28	2,04	1,92
50	2,54	2,32	2,18
100	3,02	2,87	2,47

Разделение этих сигналов, относящихся к симметричным и антисимметричным волнам, осуществлялось по времени, так как скорости распространения этих волн различны. Квантование сигналов по времени для формирования выборок осуществлялось с частотой 10,0 МГц.

Выводы:

1. Соотношение степеней поглощения энергии антисимметричной и симметричной волн Лэмба нулевых порядков, при контакте одной поверхности пластины с водой находятся в границах пропорций от 3:1 до 2:1 и сохраняет устойчивость этой характеристики для выбранных условий проведения эксперимента.

2. Устойчивость характеристики, выявленной экспериментом, может быть использована при создании промышленных эффективных устройств неинвазивного контроля уровня жидкости в резервуарах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Викторов И.А. Физические основы применения ультразвуковых волн Рэлея и Лэмба в технике. М.: Наука, 1966.

Токарев Вячеслав Григорьевич –

соискатель Саратовского государственного технического университета

Качанов Олег Михайлович –

соискатель Саратовского государственного технического университета

Куреньков Антон Иванович –

магистрант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета.

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

Р.С. Пеньков, А.Е. Руденко

ОБ ОДНОМ ИЗ СПОСОБОВ ВЫБОРА МЕТОДА МОДУЛЯЦИИ

Рассмотрен выбор метода модуляции цифровой системы передачи информации стандарта DVB-T по предложенному критерию относительной эффективности на основе результатов исследования компьютерной модели цифрового телевизионного приемопередающего оборудования.

Программная модель, цифровое телевидение, критерий относительной эффективности

R.S. Pen'kov, A.E. Rudenko

ABOUT ONE WAY OF CHOICE METHOD OF MODULATION

This article is devoted to a choice of modulation method of digital system of DVB-T standard information transfer using the offered criterion of relative efficiency based on the results of computer model of the digital television transmitter/receiver equipment.

Digital television, software model, criterion of relative efficiency

В [1] рассмотрен один из вариантов программной модели цифрового тракта системы радиовещания. Целью настоящей статьи является выбор метода модуляции цифровой системы передачи информации (ЦСПИ) стандарта DVB-T на базе представленной модели с использованием ранее введенного критерия эффективности [2]:

$$Q = (F / F_0)^a \cdot (V / V_0)^b \cdot (n / n_0)^g, \quad (1)$$

где V – реальная скорость передачи данных (бит/с), V_0 – желаемая скорость, F – реальная ширина полосы пропускания (Гц), F_0 – желаемая ширина полосы пропускания, v – реальное отношение сигнал/шум (дБ), а v_0 – желаемое отношение сигнал/шум, a , b , g – весовые коэффициенты.

С учетом особенностей проведенных исследований данный критерий использован в модернизированном виде. Частотный диапазон для ЦСПИ, в частности цифрового телевидения, жестко регламентирован и составляет 8 МГц. В стандарте DVB-T интервал между крайними несущими частотами составляет 7,61 МГц, спецификации стандарта не затрагивают изменения ширины частотного диапазона, поэтому в видоизмененной формуле критерия этот параметр отсутствует. Канальная скорость зависит от вида модуляции, относительной скорости внутреннего сверточного кодера, длительности защитного интервала. По стандарту DVB-T регламентировано применение следующих видов модуляции: QPSK (амплитудно-фазовая с 2 битами на один модуляционный символ), QAM-16 (амплитудно-квадратурная с 4 битами на один модуляционный символ), QAM-64 (амплитудно-квадратурная с 6 битами на один модуляционный символ). Относительная скорость сверточного кодера может принимать значения: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8. Длительность защитного интервала может иметь величину: 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 периода передачи элементарного сигнала. В зависимости от выбора этих параметров меняется необходимая мощность передающего комплекса. Для обеспечения стабильного и безошибочного приема информации в прямо-передающем тракте необходи-

мо выполнить требование по допустимому отношению уровня полезного сигнала к уровню шума. Модернизированный критерий можно представить в следующем виде:

$$Q = (b/b_0)^a \cdot (Cr/Cr_0)^b \cdot (Tp/Tp_0)^g \cdot (n/n_0)^h, \quad (2)$$

где b – количество бит на один модуляционный символ, b_0 – минимально возможное количество бит для системы, Cr – относительная скорость сверточного кодера, Cr_0 – минимально возможная скорость сверточного кодера, Tp – длительность защитного интервала (с), Tp_0 – минимально возможная длительность защитного интервала (с), a, b, g, h – весовые коэффициенты.

Исследование ЦСПИ стандарта DVB-T производилось на компьютерной модели, описанной в [1], для Гауссовского канала связи, учитывающего лишь ошибки типа трансформации. Исходные данные представлены в таблице, результаты – на диаграмме рисунка.

$a = 1,1$	$b = 1$	$g = 1$	$h = 0,83$
b/b_0	Cr/Cr_0	Tr/Tr_0	v/v_0
0,33	0,57	0,75	1,00
			0,65
			0,54
			0,46
0,67	0,76	0,88	0,42
			0,37
			0,29
			0,26
1,00	0,86	0,94	0,24
			0,23
			0,23
			0,20
1,00	0,95	0,97	0,18
			0,17
			0,17
			0,16

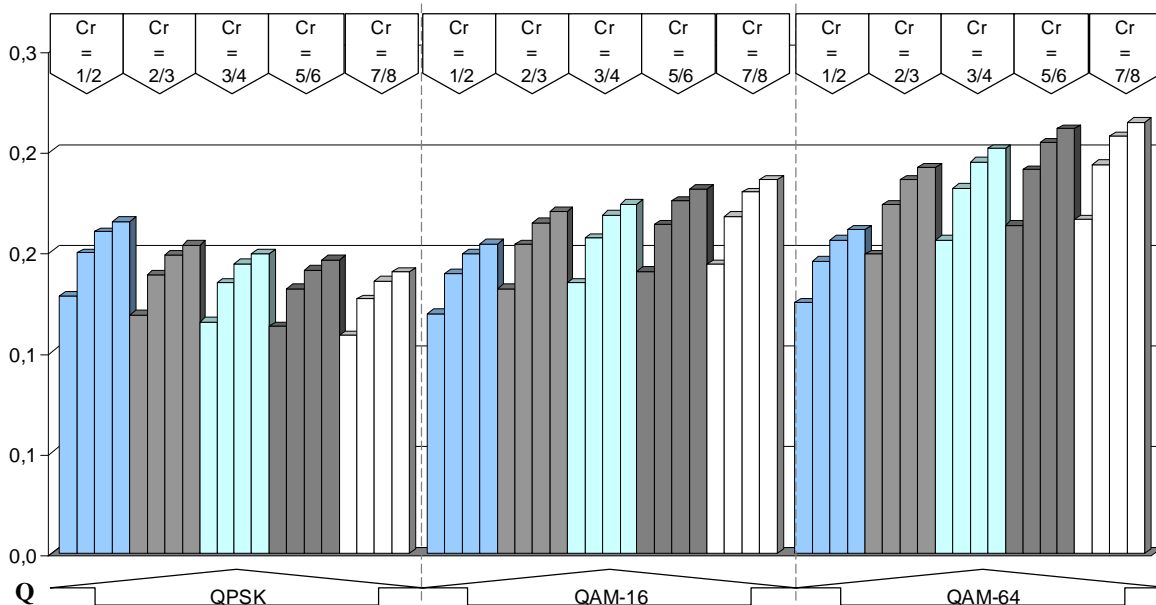


Диаграмма значений коэффициента Q относительной эффективности

Анализ диаграммы позволяет сделать следующие выводы:

– при построении ЦСПИ с приоритетом высоких показателей канальной скорости необходимо использовать модуляцию вида QAM-64, высокое качество приема достигается подбором параметров сверточного кодера и длительности защитного интервала;

– при построении энергетически эффективной системы со средними показателями скорости предлагается сочетание средних скоростей сверточного кодера (2/3, 3/4, 5/6) с модуляцией вида QAM-16;

– амплитудно-фазовая модуляция с 2 информационными битами на несущую частоту (QPSK) обладает лучшей энергетической эффективностью, но не рекомендуется для передачи основного транспортного потока в связи с низкими скоростными показателями. При построении ЦСПИ иерархического типа, в частности для передачи сигналов в отдаленные пункты приема, модуляция QPSK может быть использована в сочетании с QAM-16 или QAM-64 в качестве потока низкого приоритета. При этом модулированный символ модуляции QAM-16 несет информацию о положении констелляционной точки в квадранте, а символ модуляции QPSK – о положении квадранта в фазовом пространстве.

Таким образом, разработанный способ выбора метода модуляции может быть рекомендован для оптимизации параметров сетей цифрового телерадиовещания стандарта DVB-T.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ модели системы передачи сигналов цифрового телевидения / Данилова М.А., Пеньков Р.С., Светлов М.С., Крук Л.К. // Математические методы в технике и технологиях (ММТТ-22): сб. трудов XXII Междунар. науч. конф. Т.8. Псков: ППИ, 2009. С.199-201.

2. К вопросу об оценке эффективности методов модуляции при передаче сигналов цифрового телевидения / Данилова М.А., Пеньков Р.С., Светлов М.С., Крук Л.К. // Математические методы в технике и технологиях (ММТТ-21): сб. трудов XXI Междунар. науч. конф. Т.7. Саратов: СГТУ, 2008. С.239-240.

Пеньков Роман Сергеевич –

магистрант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Руденко Алексей Евгеньевич –

магистрант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 681.51.015

А.А. Северов, А.А. Львов

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЛИНЕЙНЫХ И НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Представлен метод, с помощью которого можно оценить параметры линейных и нелинейных систем. Линейные системы описаны с помощью передаточных функций, а нелинейные системы – с помощью рядов Вольтерра. Разработанный алгоритм обладает важной особенностью –

при оценке параметров модели учитываются не только шумы на выходе системы, но и ковариационная матрица шумов.

Математическая модель, передаточная функция, ряды Вольтерра, оценка максимального правдоподобия, нижняя граница Крамера-Рао

A.A. Severov, A.A. L'vov

ESTIMATION'S ALGORITHM OF A MATHEMATICAL MODELS' PARAMETERS OF LINEAR AND NONLINEAR SYSTEMS

Method, which estimates the parameters of linear and nonlinear systems, is considered. The linear systems are modeled by transfer functions, the nonlinear systems are described using a Volterra series. An important contribution of this method is that it incorporates noise disturbances on the output and the input signals.

Mathematical model, transfer function, Volterra series, maximum likelihood estimator, Cramer-Rao lower bound

Введение. В настоящее время не существует ни одного универсального метода, позволяющего проводить оценку параметров моделей как линейных, так и нелинейных систем. Предлагается оригинальный алгоритм оценки параметров линейных и нелинейных систем, основанный на построении оценочной функции, относящейся к классу оценок максимального правдоподобия (ОМП), что позволяет получить состоятельные, несмещенные и эффективные оценки параметров моделей.

Модель исследуемой системы. Рассматривается система с одним входом и одним выходом. В качестве входного сигнала используется широкополосный сигнал с минимальным отношением между пиковым значением сигнала и его эффективным значением [1]. Сделаем следующие обозначения: m – измеренная величина, 1 – оценочное значение, A и a – коэффициенты Фурье для входных сигнала и шума, B и b – коэффициенты Фурье для выходных сигнала и шума соответственно. Измерения входного и выходного сигналов дают последовательности данных $Xm(k)$ и $Ym(k)$, $k = 1, \dots, N$, соответственно. Эти измерения искажаются шумом:

$$Xm(k) = X(k) + e_1(k) = X(k) + x(k), \quad Ym(k) = Y(k) + e_2(k) + e_3(k) = Y(k) + y(k),$$

где $x(k)$ и $y(k)$ – измеренный шум на входе и выходе соответственно.

Для заданной частоты w_k справедливо следующее (F° — преобразование Фурье):

$$Am_k = F^\circ[Xm] = F^\circ[X] + F^\circ[x] = A_k + a_k, \quad Bm_k = F^\circ[Ym] = F^\circ[Y] + F^\circ[y] = B_k + b_k.$$

Функция плотности вероятности шума a и b является гауссовским распределением, которое полностью характеризуется значением ковариационной матрицы шума. Определим $z' = (a_1 \dots a_{n_i} b_1 \dots b_{n_o})$, где n_i и n_o – количество коэффициентов Фурье для входного и выходного сигналов, соответственно, z' –транспонированная матрица z .

Ковариационная матрица шума определяется выражением: $C_z = E[z \ z']$.

Определим модель исследуемой системы в виде комплексной функции F (p – неизвестные параметры модели):

$$B = F(A, p). \quad (1)$$

Алгоритм оценки параметров моделей исследуемых систем. Первый шаг в построении ОМП — определение функции правдоподобия, обуславливающей вероятность реализации эксперимента с результатами Am и Bm :

$$P(Zm | Z1(p1)) = \frac{1}{\sqrt{(2p)^M \det C_z}} \exp\left[-(Zm - Z1)' \cdot C_z^{-1} (Zm - Z1) / 2\right], \quad (2)$$

где $M = 2(ni + no)$.

Искомые оценки $Z1$ и $p1$ находятся из условия максимума функции правдоподобия относительно этих параметров. Учитывая, что C_z не является функцией параметров $Z1$ и $p1$, из (2) была получена следующая функция оценки K :

$$K = (Zm - Z1)' \cdot C_z^{-1} (Zm - Z1). \quad (3)$$

Используя формулировку Лагранжа [2] и подстановку $F(A1, p1)$ вместо $B1$, определяя:

$$x(A1, p1) = \begin{bmatrix} Am \\ Bm \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A1 \\ F(A1, p1) \end{bmatrix}, \quad (4)$$

запишем (3) в виде $K = x'(A1, p1) \cdot C_z^{-1} x(A1, p1)$.

Используя процедуру Гаусса-Ньютона [3], получим следующее рекурсивное уравнение:

$$J_k' C_z^{-1} J_k \Delta q1_{k+1} = J_k' C_z^{-1} x_k, \quad (5)$$

где $q1$ – вектор $\begin{bmatrix} A1 \\ p1 \end{bmatrix}$, $J_k = \frac{\partial Z1}{\partial q1} |_{q1=q1_k}$ – Якобиан, $\Delta q1$ – отклонение от $q1$ на k -м шаге.

Уравнение (5) позволяет с помощью ЭВМ найти минимум уравнения (3) – вычислить искомые оценочные значения, являющиеся ОМП. Применяемый для этого алгоритм состоит из k итераций, каждая из которых выполняется в 3 шага: 1) функция K минимизируется относительно $p1$, значения $A1$ берутся равными Am ; 2) функция K минимизируется относительно $A1$, значения $p1$ берутся равными значениям на предыдущем шаге; 3) функция K минимизируется относительно $p1$ и $A1$, используя значения из второго шага. Окончательные значения $A1$ и $p1$ – это оценка для Am и p , и, используя $A1$ и $p1$, можно найти $B1$ из уравнения (1).

Изучение погрешности оценки – вычисление нижней границы Крамера-Рао. После оценки параметров необходимо знать погрешность этой оценки. Такую информацию можно получить из ковариационной матрицы параметров: $C_q = E[(q1 - q)(q1 - q)' | q]$.

Для данного набора измерений существует нижняя граница C_q . Она определяется нижней границей Крамера-Рао [4]: $C_q > F^{-1}$, где F — информационная матрица Фишера:

$$F = E \left[\left(\frac{\partial}{\partial q} \ln f(Zm | q) \right) \cdot \left(\frac{\partial}{\partial q} \ln f(Zm | q) \right)' \middle| q \right]. \quad (6)$$

Используя (4) и (5), получаем: $\frac{\partial}{\partial q1} \ln f(Zm | q1) = -\frac{\partial x'}{\partial q1} C_z^{-1} x = \frac{\partial Z1}{\partial q1} C_z^{-1} x$. Подставим в

(6) и получим: $F1 = E \left[\left(\frac{\partial Z1'}{\partial q1} C_z^{-1} x \right) \cdot \left(x' C_z^{-1} \frac{\partial Z1}{\partial q1'} \right)' \middle| q1 \right]$.

Перепишем в виде: $F1 = J' C_z^{-1} J$, где $J = \frac{\partial Z1}{\partial q1'}$ и $E[x'x] = E[z'z]$.

Это точно такая же процедура, что и представленная итерационной схемой (5). Инверсия функции $F1$ может быть использована как оценка нижней границей Крамера-Рао. Для линейных систем также доказывается, что нижняя граница Крамера-Рао приблизительно равняется левой стороне матрицы процедуры Гаусса-Ньютона.

Пример оценки параметров нелинейной системы. При оценке параметров квадратичной цепи аналогового умножителя были построены следующие ядра Вольтерра:

$$T1(s) = \frac{p1 + p2s + p3s^2}{1 + p4s + p5s^2 + p6s^3}, T2(s1, s2) = \frac{p7 + p8(s1 + s2)}{1 + p4(s1 + s2) + p5(s1 + s2)^2 + p6(s1 + s2)^3},$$

$$T3(s1, s2, s3) = \frac{p9 + p10(s1 + s2 + s3)}{1 + p4(s1 + s2 + s3) + p5(s1 + s2 + s3)^2 + p6(s1 + s2 + s3)^3}.$$

Знаменатель схож во всех трех ядрах и может быть истолкован как передаточная функция выходного буфера. $T2$ описывает функцию умножения, $T1$ описывает линейный коэффициент передачи, а $T3$ — модель искажений третьего порядка в умножителе. Более высокие порядки искажений (>3) не рассматриваются. Входной сигнал состоял из 5 синусов с одинаковыми амплитудами и частотами, равными $f = k \cdot 97.6575 \text{кГц}$, где $k = 1, \dots, 5$. Результаты статистического анализа 30 экспериментов приведены в таблице.

Статистический анализ масштабированных параметров оценки после 30 экспериментов

Параметр модели	Среднее значение	S_m	Нижняя граница
p1	-0.2040E-2	0.50E-3	0.56E-3
p2	0.4540E-3	0.61E-4	0.62E-4
p3	-0.1688E-4	0.35E-5	0.21E-5
p4	0.3485E-1	0.72E-2	0.57E-2
p5	0.6246E-3	0.14E-3	0.12E-3
p6	0.4499E-5	0.22E-5	0.17E-5
p7	0.1013	0.71E-3	0.52E-3
p8	0.1654E-2	0.73E-3	0.59E-3
p9	-0.4450E-4	0.21E-4	0.21E-4
p10	-0.5776E-6	0.74E-6	0.61E-6

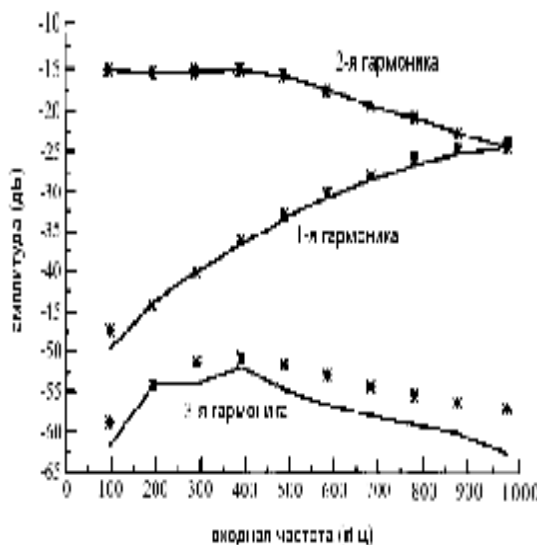


Рис. 1. Разница между измеренными и посчитанными значениями для 1-й, 2-й и 3-й гармоник, экстраполяция модели в частотную полосу от 0,5 до 1,0 МГц

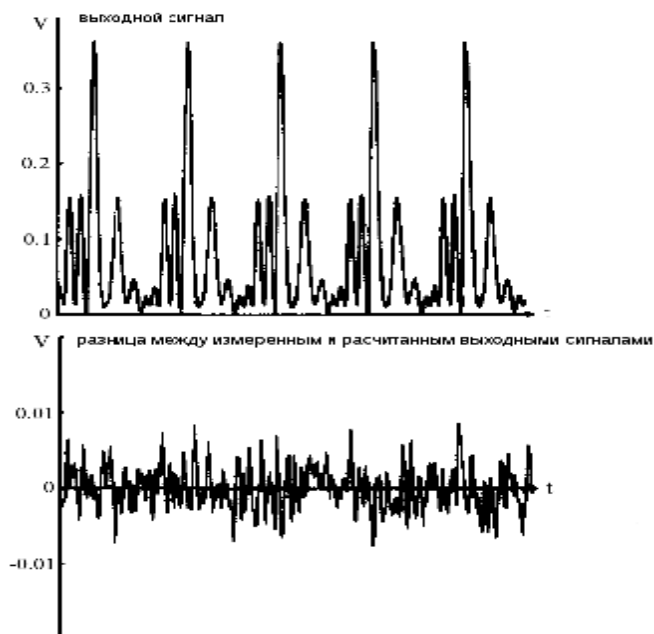


Рис. 2. Сравнение измеренного и рассчитанного выходных сигналов

Из таблицы видна очень хорошая согласованность между измеренными стандартными отклонениями и нижней границы Крамера-Рао. Чтобы проверить соответствие модели и оценки, на вход системы был подан сигнал с формой синуса. При этом входной сигнал был измерен, а по результатам измерений и был спрогнозирован выходной сигнал. На рис. 1 изображены рассчитанный и измеренный выходные сигналы. Из рисунка видно, что измеренные и спрогнозированные сигналы хорошо друг с другом совпадают, особенно для частот ниже 500 кГц, так как это и является диапазоном частот, использованным в процессе оценки.

Для тестирования полной модели был рассчитан выходной сигнал из измеренного входного сигнала, используя полученную модель (после оценки ее параметров). На рис. 2 показаны выходной сигнал и разница между измеренным и рассчитанным сигналами. Среднеквадратическое значение сигнала ошибки равно 2,8 мВ, которое является схожим со среднеквадратическим значением выходного шума системы (2,7 мВ).

Заключение. Представлен оригинальный метод оценки параметров как линейных, так и нелинейных систем. В соответствии с общим подходом этот метод может быть применен к большому числу задач, использующих схожие измерительные системы. Ковариационная матрица параметров получается в течение процесса оценки параметров, что исключает дополнительные вычисления, которые обычно нужны для оценки нижней границы Крамера-Рао.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schroeder M.R. Synthesis of Low-Peak-Factor Signals, and Binary Sequences with Specified Fourier Amplitude Spectra / M.R. Schroeder // Int. J. Control, 1979. Vol. 30. P. 85-89.
2. Spriet J.A. Computer-Aided Modelling and Simulation / J.A. Spriet, G.C. Vansteenkiste. London: Academic Press, 1982. 363 p.
3. Pintelon R. System Identification – A Frequency Domain Approach / R. Pintelon, J. Schoukens. IEEE Press, New York. 2001.
4. Eykhoff P. System identification. Parameter and state estimation / P. Eykhoff. New York: Wiley & Sons, 1974. 380 p.

Северов Алексей Александрович –

аспирант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Львов Алексей Арленович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 681.51.015

И.В. Седов

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ В ПРИСУТСТВИИ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ

Проводится идентификация линейной динамической системы при воздействии нелинейных искажений при некоторых общих условиях для случайных многочастотных возбуждений.

Динамическая система, многочастотное возбуждение, нелинейное искажение

SYSTEM MODELING IN THE PRESENCE OF NONLINEAR DISTORTIONS

Identification of linear dynamic system in the presence of nonlinear distortions under some general conditions for multisine signals is performed.

Dynamic system, multisine signal, nonlinear distortion

В качестве примера для моделирования возьмём систему Винера-Хаммерштейна (см. рис. 1), у которой:

$$G_1(s) = \frac{1}{s^2/w_0^2 + s/(Qw_0) + 1}, \quad f = \text{th} \quad \text{и} \quad G_2(s) = \frac{1}{s/w_{3dB} + 1}.$$

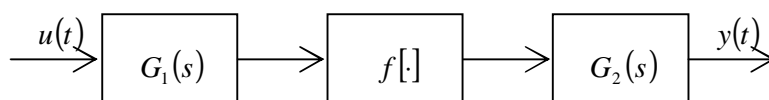


Рис. 1. Система Винера-Хаммерштейна, состоящая из каскада линейного динамического блока $G_1(s)$, статического нелинейного блока $f[.]$, и линейного динамического блока $G_2(s)$

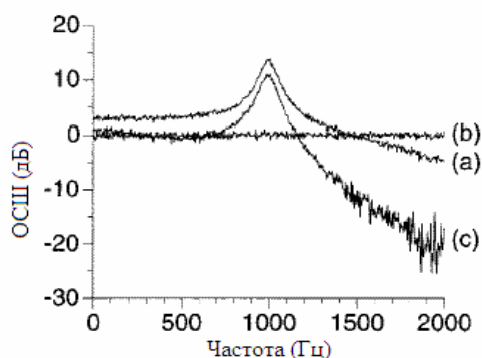


Рис. 2. Отношения сигнал-шум (ОСШ), полученные теоретически с $r(t)=u_0(t)$, $P=1$ и $M=400$: (а) выходное отношение сигнал-шум полученное без учёта шума измерителя; (б) и (с), соответственно, входное и выходное отношения сигнал-шум, полученные с учётом шума измерителя

(в таблице указаны значения f_0 , Q и f_3). Входной сигнал $u(t)$ является случайным многочастотным сигналом с $f_s = 50$ кГц, $f_{\max} = 2$ кГц, $N = 12500$, $|j(kf_s/N)| = \sqrt{N/(2F)}$ и $F = Nf_{\max}/f_s$ – количество синусоид. Для такого выбора параметров $u(t)$ содержит $F = 500$ синусоид, а её среднеквадратическое значение равно 1. Посчитано N стационарных откликов с частотой выборки f_s . В [1] показано, что наилучшую линейную аппроксимацию системы Винера-Хаммерштейна можно записать следующим образом:

$$G_R(s) = KG_1(s)G_2(s) \quad (1)$$

для достаточно большого N , а соответственно и F . K зависит от статической нелинейности и спектра мощности сигнала и не зависит от частоты.

Если выражение (1) асимптотически верно ($F \rightarrow \infty$), то можно проверить подход, описанный в [3]. Для этого сравним оценки в случаях, когда шумы измерения присутствуют и отсутствуют [$M_U(k) = 0, M_Y(k) = 0$]. Следовательно, будет получено два набора данных: один с шумом измерения, а другой без него. В наборе данных с шумом незашумлённые входной $u_0(t)$ и выходной $y_0(t)$ сигналы описываются белым шумом Гаусса с нулевым средним значением и стандартным отклонением $\sqrt{N/2F} = 3,5$ и $0,15\sqrt{N/2F} = 0,53$ соответственно. Заметим, что входной шум измерения в 3,5 раза больше, чем незашумлённый входной сигнал.

Соответствующие отношения сигнал-шум одного периода установившегося отклика системы показаны на рис. 2. Из графика видно, что входное отношение сигнал-шум равно 1 (0 дБ). Выходное отношение сигнал-шум без ошибок измерения является мерой отклонения случайных нелинейных составляющих $Y_S(k)$ в выражении $Y(k) = (G_0(s_k) + G_B(s_k))U(k) + Y_S(k)$. Измерения проводятся по схеме, описанной в [3] с $r(t) = u_0(t)$, $P = 1$ и $M = 4$. Это увеличивает отношения сигнал-шум данных в два раза (6 дБ). Одна тысяча наборов данных, состоящих из средних значений входного и выходного сигналов и дисперсии, получены для случаев с шумом измерения и без него.

Для каждого набора данных сделана оценка модели передаточной функции, для которой $n_a = 3$ и $n_b = 0$. Результаты показаны на рис. 3 и в таблице. Из рис. 3 следует, что полученные модели передаточных функций для случая с шумом измерения и без него совпадают.

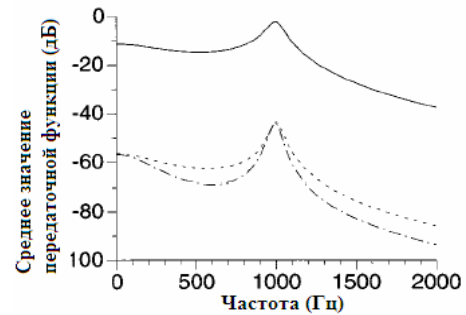


Рис. 3. Результат моделирования Монте-Карло (1000 повторов). Среднее значение оценок передаточных функций с шумом измерителя и без него (сплошная линия), различие между средними значениями (штрихпунктирная линия), и 95%-й вероятностный интервал для среднего значения, с учётом шума измерителя (пунктирная линия)

Результат моделирования Монте-Карло (1000 повторов). Средние значения оценок параметров модели с учётом погрешности измерения и без него, вместе с их 95%-м вероятностным интервалом

Параметры	Асимптотическое значение($N \rightarrow \infty$)	Оценка без погрешности измерения	Оценка с погрешностью измерения
f_0 (Гц)	1000	999.930 ± 0.070	1000.27 ± 0.32
Q	10	10.033 ± 0.019	10.155 ± 0.70
f_{3dB} (Гц)	300	300.94 ± 0.70	301.7 ± 2.0
K	-	0.27068 ± 0.00056	0.2721 ± 0.0015

Из таблицы видно, что полученные параметры модели в случае без шума измерения довольно близки к их асимптотическим значениям, но не равны им, из-за того, что F и N конечны. Увеличивая F и N, можно уменьшать эту разницу, как и предсказывалось в теории [1]. Полученные параметры модели, за исключением Q-фактора, для случаев как с шумом измерения, так и без него, совпадают.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schoukens J. Parametric identification of linear systems in the presence of nonlinear distortions. A frequency domain approach / J. Schoukens, T. Dobrowiecki R. Pintelon, IEEE Trans. Automat. Contr. Feb. 1998. Vol. 43. P. 176–190.
2. Ljung L. System Identification: Theory for the User. Upper Saddle River / L. Ljung, NJ: Prentice-Hall, 1999.
- 3 Schoukens J., Identification of Linear Systems: A Practical Guideline to Accurate Modeling / J. Schoukens, R. Pintelon. London, U.K.: Pergamon, 1991.

Седов Игорь Владимирович –

аспирант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 664.854:634.21:621.365.5

Т.Ю. Дунаева, А.О. Мантуров

ВЕРИФИКАЦИЯ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КИНЕТИКИ СВЧ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ПРИМЕРЕ ПРОЦЕССА СУШКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

*Представлена феноменологическая модель кинетики СВЧ сушки растительного сырья. Проведено моделирование сушки при различных величинах подаваемой СВЧ энергии. Проведено сопоставление результатов численного моделирования процесса СВЧ сушки растительного сырья с экспериментальными результатами, полученными для процесса СВЧ сушки зеленой массы мяты (*Mentha spicata L.*). Обсуждены вопросы адекватности используемой математической модели.*

СВЧ сушка растительного сырья, влагосодержание, кинетика сушки, математическое моделирование, феноменологический подход

T.Y. Dunaeva, A.O. Manturov

THE VERIFICATION OF KINETIC MICROWAVE THERMAL TREATMENT PHENOMENOLOGICAL MODEL ON HERBAL DRYING PROCESS

*The phenomenological model of microwave drying kinetics of leaves has been studied. The numerical modeling of drying process for different microwave power density was carried out. We compared the results of numerical simulation and experimental data for drying of mint leaves (*Mentha spicata L.*). The good correlation between moisture content kinetics at numerical experiments and experimental data has been shown also.*

Microwave drying of leaves, moisture content, drying kinetic, mathematical modeling, phenomenological approach

Исследование процессов СВЧ обработки различных материалов с помощью методов математического моделирования практикуется достаточно давно и весьма успешно [1]. Для решения задачи математического моделирования СВЧ термообработки возможно использовать так называемый метод феноменологических моделей (феноменологического моделирования) [2]. В [3] показано, что такое моделирование может использоваться для исследования подобных про-

цессов со степенью точности, достаточной для инженерных расчетов, а результаты, полученные в численных экспериментах, находятся в полном соответствии с особенностями физики процесса. Однако для верификации модели необходимо проведение натуральных экспериментов.

В качестве объекта сравнения были выбраны результаты экспериментов по сушке партий растительного сырья [4]. В этих экспериментах проводилась сушка листьев и верхушек побегов мяты (*Mentha spicata* L.) в бытовой СВЧ печи максимальной мощностью 900 Вт, стандартной частотой 2450 МГц и дискретным регулированием уровня подаваемой мощности. Размеры рабочей камеры составляют 215×350×330 мм. Сырье массой 90 г и удельным влагосодержанием 7,74 – 7,79 кг/кг сухого тела помещалось в стеклянную тару и высушивалось до влагосодержания 0,1 кг/кг сухого тела при семи различных уровнях подаваемой СВЧ мощности (от 4 до 10 Вт/г). В ходе экспериментов была изучена кинетика процесса сушки и получены зависимости влагосодержания материала от времени сушки. Математическая модель кинетики переноса энергии и массы в исследуемой системе, содержащей объект сушки, воздух в рабочей камере и принудительную конвективную составляющую в виде потока воздуха извне, представлена системой из четырех неоднородных нелинейных дифференциальных уравнений [1]:

$$\begin{cases} \frac{d\Theta_1}{dt} (c_m m_1 + c_{M1} M_1) = hP(t) - (h_k + h_u)S(T_1 - T_2), \\ \frac{d\Theta_2}{dt} (c_{m2} m_2 + c_{M2} M_2) = (h_k + h_u)S(T_1 - T_2) - S_k h_k (T_2 - T_0) - Gr c_{M2} (T_2 - T_0) - Gr_2 c_{m2} T_2 + Gr_3 c_{m2} T_0, \\ \frac{dm_1}{dt} = -\frac{h_u S}{r} (T_1 - T_2), \\ \frac{dm_2}{dt} = \frac{h_u S}{r} (T_1 - T_2) - Gr_2 + Gr_3. \end{cases} \quad (1)$$

Необходимо отметить, что свойства объекта значительно изменяются в процессе термообработки. Так, диэлектрические свойства растительного сырья зависят как от температуры, так и от его влажности (влагосодержания), что приводит к изменению удельной поглощаемой мощности в процессе сушки

$$P_{y\partial} = 0,5 w e_0 e'' |E|^2 = 0,278 \cdot 10^{-12} f e'' |E|^2, \quad (2)$$

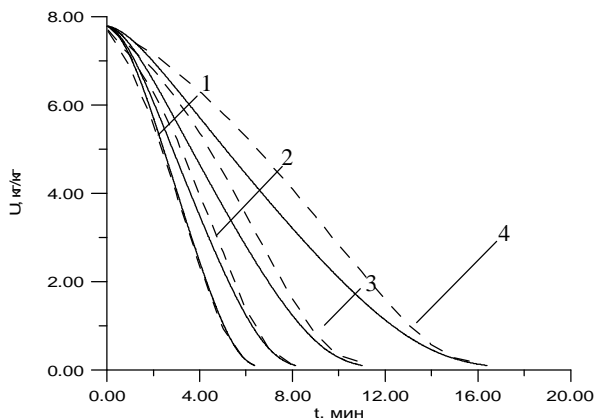
где w – круговая частота; $e'' = e' tg \delta$, e'' – относительная диэлектрическая проницаемость среды; E – вектор напряженности электрического поля; f – частота электромагнитного поля; $e_0 = 10^{-9} / 36\pi \epsilon_0 = 10^{-9} / 36\pi$; $tg \delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь среды. В исследованиях мы принимали что e'' воды, а значит, и $P_{y\partial}$ изменяется по закону, близкому к линейному [1], что для феноменологического моделирования является вполне допустимым.

Удельная теплоемкость объекта также изменяется в значительных пределах. Несмотря на то, что в модели используются парциальные теплоемкости для сухого скелета материала и содержащейся воды, нельзя забывать, что теплоемкость сухого скелета также изменяется в зависимости от его температуры [7]. В исследуемой модели удельная теплоемкость сухого скелета объекта задана в виде полинома

$$c_{M1} = a + bt, \quad (3)$$

где $a = -0,6667$ и $b = 0,0403$ – коэффициенты, t – температура, °С.

Необходимо отметить, что эксперименты по сушке различных материалов сложны в осуществлении, поскольку практически невозможно обеспечить повторяемость результатов, которые в значительной мере зависят от исходных характеристик сырья, многие из которых, в свою очередь, сильно различаются в разных его партиях [5,6]. В частности, представляется трудноосуществимым определить площадь поверхности, с которой происходит испарение. Однако для капиллярно-пористых тел, к которым относится и растительное сырье, существует понятие удельной площади поверхности объекта. Под ней подразумевают площадь поверхности испарения, отнесенную к единице массы объекта. Определение этой величины –



Кинетика сушки растительного сырья при различных уровнях подводимой удельной СВЧ мощности:
 1 – 10 Вт/г; 2 – 8Вт/г; 3 – 6 Вт/г; 4 – 4 Вт/г.
 Приведены экспериментальные данные (пунктир, [4]) и результаты математического моделирования

также сложная самостоятельная проблема. В работе мы воспользовались данными, приведенными в [8]. Для растительного сырья $S_{уд}$ принята равной $1200 \text{ м}^2 / \text{г}$.

Математическое моделирование выполнялось для четырех различных уровней подводимой мощности СВЧ с теми же исходными данными, что и в натуральных экспериментах. Результаты численных расчетов представлены на рисунке.

Как видно из рисунка, результаты математического моделирования с использованием феноменологического подхода показывают примерно такую же точность в определении общего времени сушки, однако показывают некоторое расхождение в кинетике процесса. Максимальная погрешность имеет место

при низшем уровне подаваемой мощности и составляет порядка 10-12%, что является хорошим показателем для феноменологического моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архангельский Ю.С. Компьютерное моделирование СВЧ электротермических процессов и установок / Ю.С. Архангельский, С.В. Тригорный. Саратов: СГТУ, 2006. 212 с.
2. Новосельцев В. Н. Математическое моделирование в век компьютеров / В. Н. Новосельцев. М.: Ин-т проблем управления РАН, 2002. 328 с.
3. Дунаева Т. Ю. Использование феноменологического подхода для математического моделирования процессов СВЧ термообработки / Т.Ю. Дунаева, А.О. Мантуров // Успехи современной электротехнологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф./ СГТУ. Саратов, 2009. С.42-45.
4. Yurtsever Soysal, 2005. Mathematical Modeling and Evaluation of Drying Kinetics of Mint (*Mentha spicata* L.). J. of Applied Sciences 5 (7): 1266-1274.
5. Лыков А.В. Теория сушки / А.В.Лыков. М.: Энергия, 1968. 367 с.
6. Гинзбург А. С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности / А. С. Гинзбург. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.
7. Теплоемкость в интервале 293-323 К ряда высушенных растительных продуктов / В.Ф. Урьяш, Н.Ю. Кокурина, Н.В. Гришатова, А.Е. Груздева, Н.В.Новоселова // Вестник Нижегородского университета им. Н.В. Лобачевского. 2007. №2. С. 109-111.
8. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур / А.Н. Полевой. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 175 с.

Дунаева Татьяна Юрьевна – аспирантка кафедры «Автоматизированные электротехнологические установки и системы» Саратовского государственного технического университета

Мантуров Алексей Олегович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.314.572

Е.Е. Миргородская, Н.П. Митяшин, Э.К. Нугаев**АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ СИЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИНВЕРТОРОВ ТОКА**

Описываются пути повышения качества стабилизации выходного напряжения преобразователей частоты для питания групповой нагрузки на основе автономных инверторов тока. Рассматриваются мероприятия как по оптимизации регулятора, так и по модернизации силовой части схемы.

Преобразователи частоты, стабилизация выходного напряжения, автономные инверторы, ПИД - регулятор, адаптивная система, идентификация, нейронная сеть

Е.Е. Mirgorodskaya, N.P. Mityashin, E.K. Nugaev**ADAPTIVE STABILIZATION SYSTEMS OF POWER CONVERTERS OUTPUT VOLTAGE ON THE BASIS OF INDEPENDENT CURRENT INVERTERS**

Ways of the improvement of quality of stabilization of output voltage of converters on the basis of independent inverters of current for a feed of a group of electric motors are described. Actions both on optimization of regulator, and on modernization of a power circuit are considered.

Converters of frequency, stabilization of the output voltage, independent inverters, PID-regulator, adaptive system, identification, neural network

Преобразователи частоты (ПЧ) на основе автономных инверторов тока (АИТ) применяются в качестве вторичных источников электроснабжения на частотах, отличных от общепромышленной.

Существующие системы стабилизации выходного напряжения ПЧ на основе АИТ, как правило, обладают либо низким быстродействием, либо допускают кратковременные броски напряжения и тока в силовой части схемы. Поэтому по-прежнему остается актуальной проблема поиска решения, обеспечивающего повышение качества стабилизации напряжения ПЧ. В связи с этим в настоящей работе рассматриваются варианты построения системы стабилизации выходного напряжения ПЧ на основе общих принципов адаптации систем управления [1] с учетом имеющейся в настоящее время элементной базы для построения адаптивных регуляторов [2]. Новизна предлагаемого подхода состоит в придании системе свойств адаптации к изменению величины и характера нагрузки как за счет изменения параметров регулятора, так и путем такого изменения структуры силовой части схемы, при которой исключаются наиболее тяжелые для стабилизации напряжения динамические состояния ПЧ.

В процессе решения общей поставленной задачи решались следующие частные задачи.

1. Идентификация преобразователя как динамического звена при фиксированной статической нагрузке.

2. Синтез регулятора системы стабилизации для фиксированных значений статической нагрузки и последующего синтеза адаптивного регулятора на основе нейронной сети по методу Такаги-Сугено [3].

3. Разработка схем АИТ с переменной структурой для исключения наиболее тяжелых для управления динамических состояний ПЧ, а также чрезмерных потерь мощности и ухудшения качества кривой выходного напряжения при компенсации избыточной реактивной мощности коммутирующих конденсаторов (КК).

4. Разработка системы управления структурой АИТ в функции величины и характера нагрузки.

Стабилизация выходного напряжения преобразователя осуществляется использованием управляемого выпрямителя либо неуправляемого выпрямителя с импульсным преобразователем на выходе. В обоих случаях звено постоянного тока нагружено на LC-фильтр, обладающий значительной инерционностью. Система стабилизации напряжения такого преобразователя выполняется, как правило, на основе пропорционального – дифференциально - интегрального регулятора (ПИД-регулятора). Качество стабилизации (точность, колебательность, быстродействие) определяется как динамическими характеристиками преобразователя, так и параметрами ПИД-регулятора.

Повышение качества возможно либо настройкой ПИД-регулятора по одной из известных методик непосредственно с реальной схемой преобразователя или с его моделью, достаточно точно отражающей свойства преобразователя и нагрузки, либо оптимальным конструированием ПИД-регулятора, работающего с динамическим звеном, полученным в результате достаточно точной идентификации преобразователя. Однако практика проектирования таких систем стабилизации в обоих случаях приводит к неудовлетворительным результатам из-за нестационарности нагрузки, которая в большинстве случаев меняется в широких пределах.

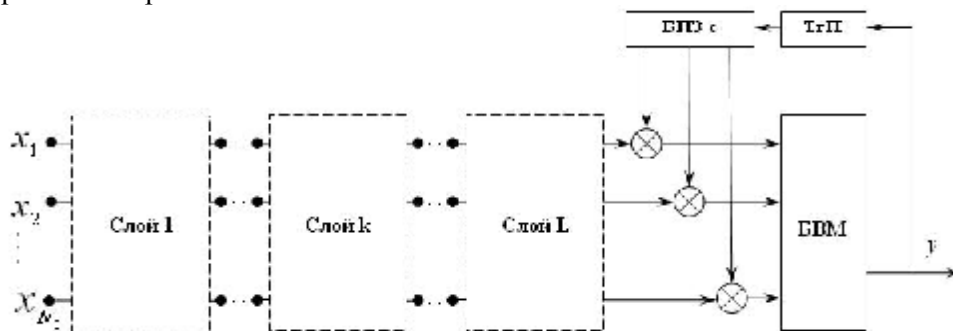
В связи с этим интерес представляет адаптация на основе метода нечеткого управления Такаги-Сугено [3]. Для его реализации система управления дополнена модулем нечеткого управления, содержащим нейронную сеть (НС) для определения нечеткой области в пространстве входных переменных системы, блоков нечеткого вывода и дефазсификации для определения текущих значений коэффициентов усиления регуляторов.

Адаптация осуществляется за счет изменения трех коэффициентов ПИД-регулятора в функции координат пространства «ток нагрузки – коэффициент мощности нагрузки – напряжение питающей сети». Область изменения каждой из этих координат разбита на три интервала, что требует введения 27 классов распознавания нейронной сети – областей изменения входных переменных и соответствующего числа правил нечеткого вывода. Сами нечеткие правила вывода выработаны на основании результатов синтеза регуляторов при статической нагрузке.

Одной из дополнительных возможностей повышения эффективности преобразователей является придание им адаптивных свойств за счет их структурной гибкости. Гибкость модульного объекта основана на возможности его переагрегирования, т.е. более или менее оперативного изменения его модульного состава и структуры. Целесообразность применения гибких силовых схем в рассматриваемой здесь предметной области обосновывается следующим образом. Наиболее тяжелыми с динамической точки зрения режимами работы АИТ являются режимы малой нагрузки, для которых характерны резкое возрастание коэффициента передачи АИТ по напряжению и медленно затухающие колебания огибающей напряжения на выходе ПЧ. Одним из методов устранения этого является подключение к выходу ПЧ вентильно-реакторных компенсаторов реактивной мощности (ВРК), однако это усложняет динамику системы управления и, главное, приводит к значительным потерям активной мощности. Альтернативой этому является оперативное изменение силовой схемы при возникновении динамически тяжелых режимов путем изменения структуры КБ, изменения метода коммутации вентиля и ряда других приемов.

При изменении структуры гибких требуется решение задачи оперативного управления структурой компоновок. Рассмотрим подход к ее решению на основе применения НС. В этом случае НС используется для определения того состояния гибкого объекта, которое соответствует текущему значению внешних воздействий.

При управлении структурой гибкого преобразователя необходимо предпринимать меры по исключению явлений автоколебаний структуры объекта при нахождении вектора z на границе между двумя или несколькими областями Z_k . На рисунке представлена схема многослойной нейронной сети, в которой новыми элементами, введенными для этой цели, являются триггер памяти текущего состояния (ТгП) и блок порогового значения e (БПЗ e). БПЗ e добавляет дополнительное положительное значение e на тот вход блока выбора максимума БВМ, который соответствует текущему состоянию объекта управления. Это позволяет сохранять это состояние до тех пор, пока входной сигнал, соответствующий новому состоянию, не превысит порог e .



Модифицированная многослойная нейронная сеть для управления структурой гибкого ПЧ.
(БВМ – блок выбора максимума, ТгП – триггер памяти, БПЗ e – блок порогового значения)

Выводы. Предложенные схемы преобразователей и алгоритмы регулирования исследованы на компьютерных моделях. В диапазоне нагрузки от номинальной до десятикратной разгрузки и при 5% набросе и сбросе нагрузки адаптивная система стабилизации обеспечивает не более, чем 5-7 % отклонение напряжения от номинального значения. Время регулирования соответствует 10-15 периодам частоты выходной частоты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Уидроу Б. Адаптивная обработка сигналов / Б. Уидроу, С. Стирнз. М.: Радио и связь, 1989. 440 с.
2. Potter G. An Introduction to Digital Control of Switching Power Converters/ G. Potter. // White Paper from Astec Power (www.astecpower.com). April, 2004.
3. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: пер. с польск. И. Д. Рудинского / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. М.: Горячая линия – Телеком, 2006. 452 с.

Миргородская Екатерина Евгеньевна –

аспирант кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Митяшин Никита Петрович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Нугаев Эльдар Кешафович –

аспирант кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.757S

Б.М. Кузьмиченко, Р.В. Карпук, Н.П. Митяшин

**СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РОБОТОВ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОГО
ШАГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ С МАГНИТО-ВОЗДУШНЫМ ПОДВЕСОМ
С ОДНИМ И ДВУМЯ ИНДУКТОРАМИ**

Рассматриваются сборочные роботы, построенные на основе линейного шагового электродвигателя с магнитовоздушным подвесом. Выводятся соотношения между параметрами робота и собираемого изделия, позволяющие сравнивать эффективность роботов с одним и двумя индукторами.

Сборка, робот, питатель, манипулятор, производительность, рациональная последовательность сборки, линейный шаговый двигатель, магнитовоздушный подвес

B.M. Kuzmichenko, R.V.Karpuk, N.P. Mityashin

**COMPARISON OF EFFICIENCY OF ROBOTS ON THE BASIS OF THE LINEAR
STEP-BY-STEP ENGINE WITH MANGET-AIR SUSPENDER WITH ONE AND TWO
INDUCTORS**

The assembly robots constructed on the basis of the linear step-by-step electric motor with magnet -air suspender are examined. Dependences between parameters of robot and the assembling product are deduced, allowing to compare efficiency of robots with one and to two inductors.

Assembly, robot, feeder, manipulator, productivity, rational balance of assembly, the metrics, a problem about assignment, traveling dealer problem

Анализ функциональных возможностей современных сборочных роботов показывает, что традиционные структуры промышленных роботов обладают рядом недостатков, в связи с чем актуальной является задача разработки и создания новых систем сборки. Наиболее интересными свойствами, которые могут быть использованы при выполнении различных функций в сборочном производстве, обладают системы, построенные на основе линейного шагового электродвигателя с магнитовоздушным подвесом (ЛШД с МВП). Преимущества такого двигателя описаны в [1].

Особенным свойством двигателя является отсутствие направляющих, что позволяет устанавливать несколько индукторов на одну плиту (статор) робота с целью повышения производительности. В этой связи актуальными являются задачи количественной оценки увеличения производительности процесса и программирования рациональной последовательности сборки с разделением числа устанавливаемых компонентов между индукторами-манипуляторами (далее ИМ).

Схематическое изображение робота модели МРЛД [1] с двумя ИМ, в котором реализована технология ЛШД с МВП, приведено на рис. 1. Здесь на нижней плите закреплены собираемое изделие и питатели, в кассетах которых находятся устанавливаемые компоненты. Верхняя плита является статором ЛШД, по которому передвигаются на магнитовоздушной

подушке в горизонтальном направлении два ИМ, на индукторах находятся двигатели вертикального перемещения со схватами, осуществляющими взятие компонентов в питателях и установку их на изделия. Для определенности будем считать, что собираемым изделием является печатная плата, а компонентами – микросхемы.

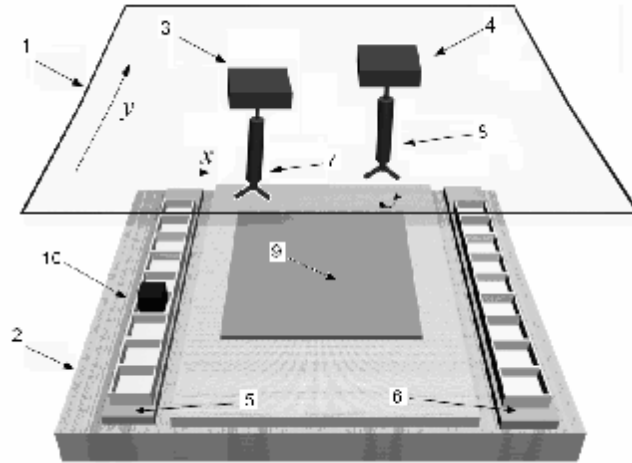


Рис. 1. Схематическое изображение двухиндукторного робота МРЛД:

1 – верхняя плита (статор ЛШД), 2 – нижняя плита, 3, 4 – индукторы-манипуляторы, 5, 6 – питатели, 7,8 – двигатели вертикального движения со схватами, 9 – собираемое изделие, 10 – компонента в питателе

Ниже будут использованы следующие обозначения. Для изделия введем скорость движения индуктора V_0 , размеры рабочего поля нижней плиты, ограничивающие приближение питателя к изделию: длина $2L$, ширина $2H$, линейный размер индуктора – $D \times D$, время работы робота, затрачиваемое на действия «взять» и «поставить» для одной компоненты, t_{pp} , время, приходящееся в среднем на горизонтальные перемещения ИМ при установке одной детали t_0 . Параметры изделия: число устанавливаемых компонент n , длина изделия $2l$, ширина изделия $2h$. Введем также относительные параметры: $Q = \frac{H}{L}$; $q = \frac{h}{l}$; $l = \frac{l}{L}$; $d = \frac{D}{L}$.

При работе двух ИМ ожидается уменьшение времени сборки за счет того, каждая из них выполняет вдвое меньшую работу. Это возможно за счет разделения платы и питателей на зоны влияния ИМ, если выполняется хотя бы одно из условий $H > D$; $L > D$. В этом случае при противофазном движении ИМ и разумном расписании можно добиться практически двойного уменьшения времени сборки:

$$T_2 = \frac{n}{2}(t_0 + t_{pp}) = \frac{T_1}{2}.$$

Если оба указанные условия не выполнены, то в предположении о противофазном движении ИМ все же возникает «мертвая зона» на изделии, которая не может быть собрана без удаления одной из ИМ из рабочей зоны на достаточное расстояние. Площадь этой зоны при расположении схвата в центре ИМ равна $S_M = 4(D - H)(D - L)$ (рис. 2). Тогда число компонент, попадающих в мертвую зону, равно

$$n_M = n \frac{(D - H)(D - L)}{hl}.$$

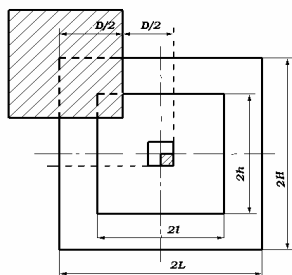


Рис. 2. К определению площади «мертвой зоны» на плате

Теперь вместо ожидаемой величины T_2 мы будем иметь

$$T_2^* = \frac{n + n_M}{2} (t_0 + t_{pp}).$$

Таким образом, эффективность E двухиндукторного робота окажется равной

$$E = \frac{T_1}{T_2^*} = \frac{2}{1 + 1/q(d - Q/I)(d - 1/I)}.$$

Приведенное соотношение позволяет оценить целесообразность применения двухиндукторного робота в конкретной производственной ситуации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резчиков А.Ф. Промышленные роботы на основе линейных шаговых электродвигателей с магнито-воздушным подвесом / А.Ф. Резчиков, Н.П. Митяшин, Б.М. Кузьмиченко. // Мехатроника, автоматизация, управление. 2003. №1. С. 7-13.

Кузьмиченко Борис Михайлович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Карпук Роман Владимирович –

аспирант кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Митяшин Никита Петрович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 658.012.011.56:658.512

Р.А. Билуков, Ю.М. Астапович

РАЗРАБОТКА НЕЧЁТКОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СЕПАРАЦИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Рассматривается система управления процессом низкотемпературной сепарации природного газа. Предлагается замена используемых в настоящее время ПИД-регуляторов на нечёткие регуляторы. Разработан вариант нечёткой системы управления с использованием пакета MATLAB.

Сепарация, газ, нечёткое управление, нечёткий регулятор, модель, лингвистическая переменная, терм, функция принадлежности, эксперт, правило вывода

R.A. Bilyukov, U.M. Astapovich

ELABORATION OF THE FUZZY CONTROL MODEL BY THE PROCESS OF LOW-TEMPERATURE TREATMENT OF NATURAL GAS

The fuzzy control system by the process of low-temperature treatment of natural gas is examined. The substitution of PID-regulators to fuzzy regulators is suggested. It allows to apply experience of the experts. The version of such system with the help of MATLAB was elaborated.

Treatment, gas, fuzzy control, fuzzy regulator, model, linguistic variable, term, membership function, expert, inference rule

Постановка задачи. На промысле газ с помощью установки низкотемпературной сепарации (НТС) доводят до определённых технологических параметров для обеспечения его транспортирования и максимального извлечения углеводородного конденсата и других компонентов. Установка должна обеспечивать разделение сырого газа (газоконденсатной смеси) на отсепарированный газ и нестабильный конденсат. Принцип действия установки заключается в том, что газовый поток проходит последовательно три ступени сепарации, отличающиеся условиями разделения (температура, давление).

НТС является динамическим процессом, управление которым должно обеспечивать заданную степень очистки при выполнении требований по производительности и качеству переходных процессов. Исполнительными элементами этого процесса являются клапаны, управляемые регуляторами в зависимости от уровня жидкости или давления в сепараторе. В данной статье производится замена в настоящее время используемых ПИД-регуляторов на нечёткие регуляторы, что упрощает настройку системы управления процессом НТС и улучшает качество сепарирования газа. Сепаратор представляет собой цилиндрическую ёмкость с несколькими отверстиями, в которую одновременно втекает (газоконденсатная смесь, «свежий» метанол) и вытекает (вода, углеводородный конденсат, «отработанный» метанол) жидкая фаза. Задача регулирования состоит в выборе таких положений вентиля, которые обеспечили бы поддержание заданного уровня жидкой фазы в сепараторе. Объект является нелинейным, так как расход «воды» пропорционален квадрату высоты столба жидкости в ёмкости.

Нечёткая модель управления сепаратором. Построение нечёткой модели (назовём её tank) выполнено с использованием графических средств пакета MATLAB в системе нечёткого вывода Мамдани. Физической сущности процесса управления в данном случае отвечает выбор двух входных лингвистических переменных (ЛП) с именами Level (разница между требуемым и текущим уровнями жидкости) и Rate (скорость изменения этой разницы), а также одной выходной ЛП с именем Valve (изменение положения вентиля).

Редактор функций принадлежности (ФП) пакета MATLAB позволяет задать ФП всех термов выбранных ЛП в соответствии с опытом экспертов (операторов станции НТС). Графический интерфейс редактора функций принадлежности после задания первой входной ЛП Level для системы нечёткого вывода tank представлен на рис. 1.

Графический интерфейс редактора функций принадлежности после задания второй входной ЛП «Rate» для системы нечёткого вывода tank представлен на рис. 2.

Графический интерфейс редактора функций принадлежности после задания выходной ЛП Valve для системы нечёткого вывода tank представлен на рис. 3.

С учётом рекомендаций эксперта зададим пять правил для разрабатываемой системы нечёткого вывода. Для этого воспользуемся редактором правил системы MATLAB. Они будут иметь вид:

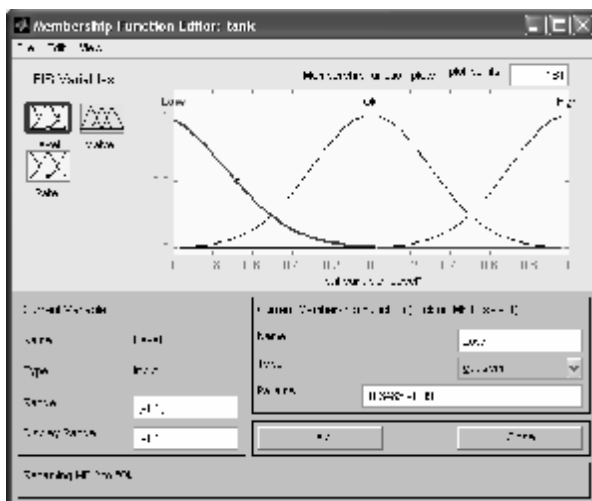


Рис. 1. Редактор ФП для термов входной ЛП Level

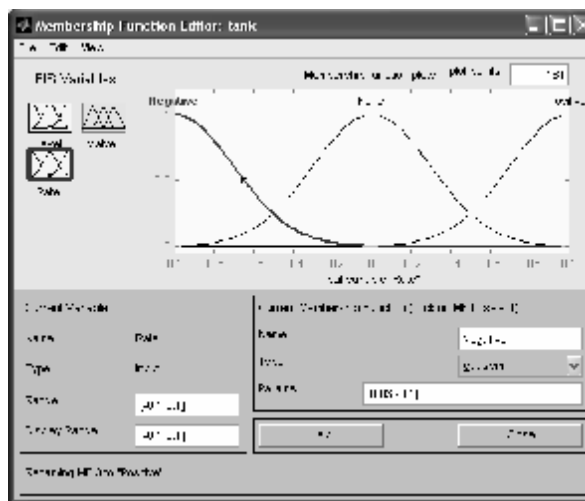


Рис. 2. Редактор ФП для термов входной ЛП Rate

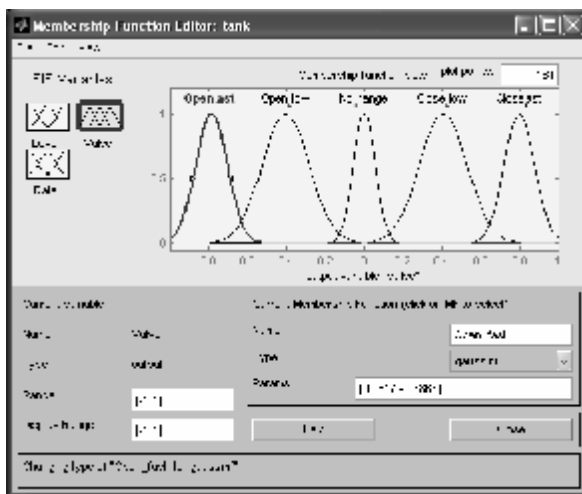


Рис. 3. Редактор ФП для термов выходной ЛП Valve

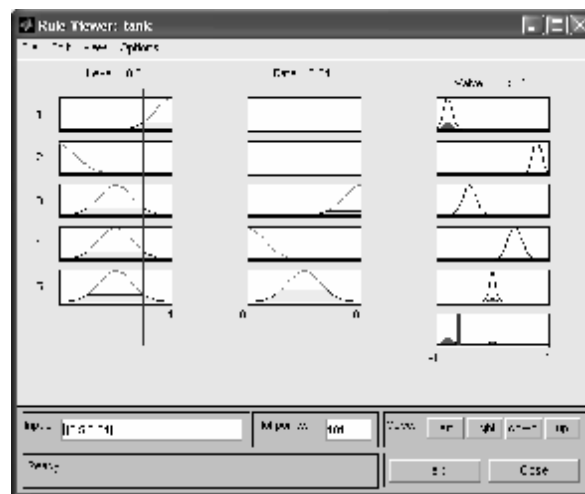


Рис. 4. Демонстрация правил нечёткого вывода

1. if (Level is Low) then (Valve is Close_fast);
2. if (Level is High) then (Valve is Open_fast);
3. if (Level is Ok) and (Rate is Positive) then (Valve is Open_slow);
4. if (Level is Ok) and (Rate is Negative) then (valve is Close_slow);
5. if (Level is Ok) and (Rate is None) then (Valve is No_change).

Для иллюстрации работы построенной системы рассмотрим частный случай, при котором разница между требуемым и текущим уровнями жидкости в относительных единицах равна 0,5, а скорость изменения этой разницы равна 0,04. Процесс нечёткого вывода после дефаззификации даёт значение скорости изменения положения вентилля в относительных единицах $-0,585$. Данное значение соответствует медленному открытию вентилля. Графический интерфейс программы просмотра правил после выполнения процедуры нечёткого вывода для значений входных ЛП $[0.5 \ 0.04]$ представлен на рис. 4.

Для более тонкой настройки построенной нечёткой модели необходимо знать технические характеристики конкретного сепаратора в той или иной установке низкотемператур-

ной обработки газа. В частности, значения параметров функций принадлежности отдельных термов могут зависеть от размеров конкретных сепараторов и диаметров входных/выходных технологических отверстий. При этом может потребоваться увеличение количества правил для модифицированной нечёткой модели.

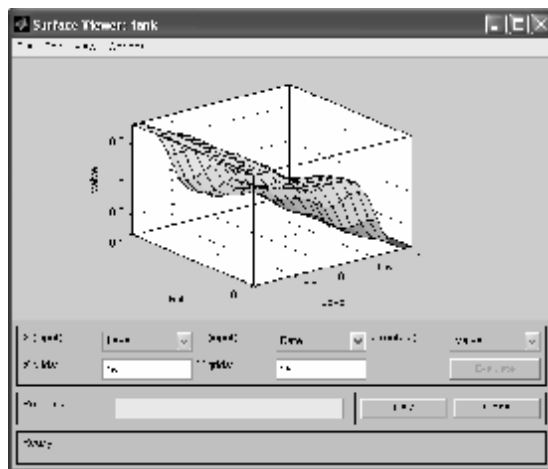


Рис. 5. Поверхность нечёткого вывода

Для общего анализа разработанной нечёткой модели также может оказаться полезной визуализация соответствующей поверхности нечёткого вывода. Визуализация поверхности для системы нечёткого вывода tank представлена на рис. 5.

Данная поверхность нечёткого вывода позволяет установить зависимость управляемой величины от значения управляющей. Эта зависимость служит основой для программирования контроллера при аппаратной реализации соответствующего нечёткого алгоритма управления в форме соответствующей таблицы решений.

Разработан нечёткий регулятор для управления скоростью перемещения вентиля сепаратора системы очистки газа. Предложена нечёткая модель управления сепаратором в среде MATLAB. Термы ЛП и правила вывода получены от экспертов – операторов предприятия НТС. Замена используемых в настоящее время на станциях НТС ПИД-регуляторов на нечёткие регуляторы позволит упростить настройку системы управления и улучшит качество сепарирования за счёт использования опыта сотрудников, эксплуатирующих систему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аругюнов А.И. Низкотемпературная сепарация природного газа / А.И. Аругюнов. М., Гостоптехиздат, 1960, 61 с.
2. Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 736 с.
3. Штовба С.Д. Проектирование нечётких систем средствами MATLAB / С.Д. Штовба. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 288 с.

Билиуков Роман Анатольевич – магистрант кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Астапович Юрий Михайлович – аспирант кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

Д.А. Васильев, В.А. Иващенко

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АКТИВНЫХ НАГРУЗОК ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ**

Рассматривается применение математического аппарата кластерного анализа для формирования классов схожих по статистическим характеристикам выборок электрических нагрузок и вычисления их прогнозных значений.

Электрическая нагрузка, адаптивное прогнозирование, кластерный анализ, классы нагрузок, пространство признаков

D.A. Vasiliev, V.A. Ivaschenko

**FORECASTING OF INDUSTRIAL ENTERPRISES ACTIVE LOADS BASED
ON DATA CLUSTERING**

Application of mathematical tools of cluster analysis for the formation of classes similar by the statistical characteristics of samples of electric loads and calculation of their forecasting values is considered.

Electric load, adaptive prediction, cluster analysis, class loading, characteristic space

Сложность задачи управления электрической нагрузкой промышленных предприятий, необходимость учета различных факторов, ограниченное время для принятия решения вызывают необходимость привлечения новых моделей и методов для регулирования активной нагрузки. Существенное место в задаче управления нагрузкой занимает задача ее адаптивного прогнозирования, которая является обоюдно важной как для производителя, так и для потребителя электроэнергии. Проблема прогнозирования нагрузки на промышленных предприятиях возникла в связи с необходимостью выравнивания графиков электрических нагрузок и образованием дефицита по активной мощности в энергетических системах.

В условиях действующих федеральных и региональных программ по энергоснабжению актуальность разработки методов адаптивного прогнозирования потребления активной составляющей электроэнергии промышленных предприятий являются весьма актуальными. В связи с этим в настоящее время вопросам прогнозирования электрических нагрузок промышленных предприятий уделяется большое внимание.

Предлагается на основе математического аппарата кластерного анализа [1, 2] формировать классы «близких» по статистическим характеристикам выборок электрических нагрузок для вычисления их прогнозных значений.

Формирование множества ретроспективных выборок электрических нагрузок. Пусть $\{P_1, \dots, P_s, \dots, P_n\}$ – множество реализаций нагрузок, измеренных в дискретные моменты времени $t = r \Delta t$, где $r = 0, \dots, R$ – порядковый номер интервала Δt (Δt – интервал сбора информации в системе).

Каждая из реализаций содержит L нагрузок и $(L - k - t^* + 1)$ выборок объемом k , где t^* - интервал прогнозирования, равный количеству интервалов, на которое осуществляется прогноз.

Тогда множество выборок нагрузок по всем реализациям $P^P = \bigcup_{s=1}^n P_s = \left\{ P_1^P, \dots, P_j^P, \dots, P_{n(L-k-t^*+1)}^P \right\}$.

Каждой выборке P_j^P ставится в соответствие фактическое значение нагрузки $P_j^\phi \in \left\{ P_1^\phi, \dots, P_j^\phi, \dots, P_{n(L-k-t^*+1)}^\phi \right\}$, имеющее место в момент времени $k + t^*$, на который выполняется прогноз.

Построение признакового пространства. В качестве объектов классификации и распознавания выступают выборки нагрузок $P_1^P, \dots, P_j^P, \dots, P_{n(L-k-t^*+1)}^P$.

Пусть задано множество Q признаков:

- последнее значение электрической нагрузки текущей реализации (выборки), используемой для прогнозирования - P_k^j ;

- оценки математического ожидания и дисперсии нагрузок, вычисленные на отрезке предыстории - $P_{cp}^j = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k P_i^j$, $D^j = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (P_i^j - P_{cp}^j)^2$;

- коэффициенты неравномерности, формы и заполнения для выборок, используемых для прогнозирования - $K_H^j = \frac{P_{\max}^j - P_{\min}^j}{P_{cp}^j}$, $K_3^j = \frac{P_{cp}^j}{P_{\max}^j}$.

Тогда, обозначив через x_{ij} - i -й признак для j -й выборки электрических нагрузок, выборке P_j^P будет соответствовать вектор $X_j = (x_{1j}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{qj})$, $q \in Q$, а множеству выборок P^P - совокупность векторов $X = \left\{ X_1, \dots, X_j, \dots, X_{n(L-k-t^*+1)} \right\}$, которую в каждый дискретный момент времени t можно определить матрицей

$$X(t) = \begin{bmatrix} x_{11}(t) & x_{12}(t) & \dots & x_{1j}(t) & \dots & x_{1,n(L-k-t^*+1)}(t) \\ x_{21}(t) & x_{22}(t) & \dots & x_{2j}(t) & \dots & x_{2,n(L-k-t^*+1)}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1}(t) & x_{i2}(t) & \dots & x_{ij}(t) & \dots & x_{i,n(L-k-t^*+1)}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{q1}(t) & x_{q2}(t) & \dots & x_{qj}(t) & \dots & x_{q,n(L-k-t^*+1)}(t) \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Для более дифференцированной классификации электрических нагрузок с целью формирования более однородных их совокупностей в множество Q могут быть включены дополнительные признаки.

Формирование классов выборок электрических нагрузок. Построение классов выборок нагрузок позволяет выделить их относительно однородные статистические совокупности, отражающие различные условия функционирования электроэнергетики промышленных предприятий. Формирование классов осуществляется на основе использования известных методов таксономии [1].

Прогнозирование электрических нагрузок. С помощью алгоритма распознавания определяется класс $l \in J_l$ (J_l – количество выборок нагрузок, составляющих l -й класс), к которому принадлежит выборка, используемая для прогнозирования.

В основу построения алгоритма распознавания (отнесения выборки, используемой для прогнозирования, к одному из классов) положено евклидово расстояние.

Прогнозное значение нагрузки $p(t+t^*)$ определяется как среднее арифметическое значений p_j^ϕ , соответствующих классу, к которому отнесена распознаваемая выборка

$$p(t+t^*) = 1/J_l \sum_{j=1}^{J_l} p_j^\phi. \quad (2)$$

При значительной дисперсии электрических нагрузок в классах необходимо изменить множество признаков. При необходимости вычисляются доверительные границы прогнозных значений нагрузок. Прогнозирование при объемах выборок 5-10 нагрузок на интервалы времени до 30 минут с использованием предложенного множества признаков в зависимости от выделенного класса нагрузок обеспечивает точность прогнозирования в пределах от 1,3 до 5,1%.

Возможно также прогнозирование электрических нагрузок на основе искусственных нейронных сетей, обученных на выборках, образующих классы [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ту Дж. Принципы распознавания образов / Дж. Ту, Р. Гонсалес. М.: Мир, 1978. 411 с.
2. Розин Б.Б. Теория распознавания образов в экономических исследованиях / Б.Б. Розин. М.: Статистика, 1973. 224 с.
3. Иващенко В.А. Методы прогнозирования электрических нагрузок в условиях АСУ электропотреблением промышленных предприятий / В.А. Иващенко, Д.А. Васильев, А.Ф. Резчиков // Мехатроника, автоматизация, управление. 2006. № 7. С. 52-55.

Васильев Дмитрий Анатольевич –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Иващенко Владимир Андреевич –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.099

УДК 004.89:004.4

Д.Ю. Петров, Д.В. Лукьянов, И.В. Ефимов

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ

Предложен подход к управлению жизненным циклом мехатронных систем на основе современных информационных технологий. На примере сочлененного модульного мобильного робота рассмотрена разработка его механических, электрических и программных компонентов.

Мобильный робот, управление, жизненный цикл, UML

D.Yu. Petrov, D.V.Lukianov, I.V. Ephimov

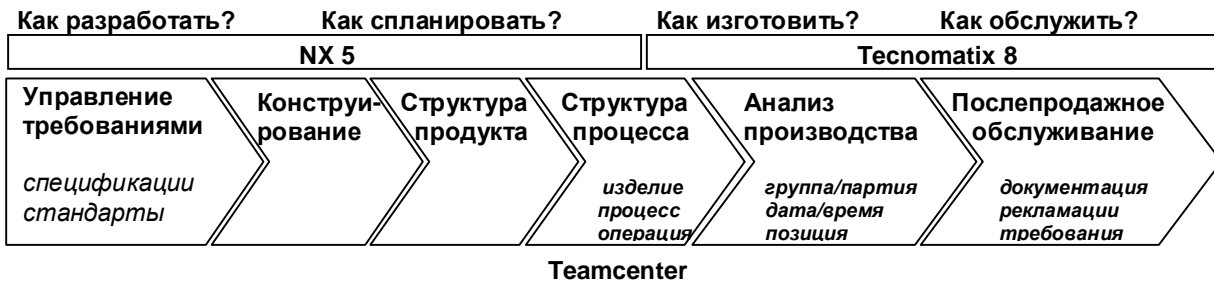
LIFE CYCLE OF MECHATRONIC SYSTEMS MANAGEMENT

It was proposed lead-up to life cycle of mechatronic systems management on base of modern informatics technologies. Elaboration of it's mechanical, electrical and program components was considered in terms of linked module mobile robot.

Mobile's robot, plant life-cycle management, UML

Введение. Мехатроника – наука, находящаяся на стыке таких наук, как механика, электроника, информатика и теория управления. Она посвящена созданию и эксплуатации машин и систем с компьютерным управлением. Специалисты-футурологи прогнозируют, что в начале XXI века именно мехатронные технологии окажут революционное влияние на жизнь человечества. Подобное повышение эффективности функционирования и конкурентоспособности машиностроительных предприятий в современных условиях невозможно без автоматизации управления жизненным циклом продукции (PLM – Product Lifecycle Management). Концепция PLM предполагает интеграцию в единой базе данных предприятия исчерпывающей информации об изделиях и производственных процессах на всех этапах жизненного цикла. Системы PLM объединяют САПР, САМ, PDM и технологии производства в единое целое с новыми качественными возможностями и обеспечивают предприятиям лидирующие позиции посредством инновационного совершенствования изделий.

1. Программная среда для управления жизненным циклом изделия. Одной из наиболее эффективных PLM-систем является система компании Siemens PLM Software (рисунок), которая состоит их трех подсистем: проектирования изделий «NX 6»; автоматизированной подготовки производства «Tecnomatix 8»; управления и хранения информации об изделиях «Teamcenter».



Структура PLM-системы компании Siemens PLM Software

Подсистема «NX 6» обеспечивает: 1) разработку концепции изделия; 2) конструирование изделия; 3) моделирование и анализ технических характеристик изделия; 4) проектирование технологической остратки; 5) разработку технологических карт; 6) программирование станков с ЧПУ [1]. Весь этот комплекс задач решается на основе трехмерной модели изделия и обеспечения совместной работы больших коллективов разработчиков.

Подсистема «Teamcenter» объединяет детальную информацию об изделиях, технологических процессах, производстве и обслуживании, а также обо всех участниках этих процессов, в рамках единой среды PLM. Это позволяет синхронизировать выполнение работ, повышать производительность труда и стимулирует разработку высококачественных и конкурентоспособных изделий.

Подсистема «Tecnomatix 8» повышает прогнозируемость результатов техпроцессов, позволяет определять оптимальные способы производства, учесть технологические особен-

ности на этапе проектирования изделий, моделировать реальные технологические процессы в виртуальной среде. Объектами описания производственного процесса являются: изделия, технологические процессы, ресурсы, оборудование и структура предприятия. При описании эти объекты связываются ассоциативными связями и моделями отношений.

Таким образом, решения компании Siemens PLM Software позволяют создать высокоэффективную автоматизированную систему управления машиностроительными предприятиями, обеспечивающую сокращение производственных издержек, повышение управляемости производства, повышение качества выпускаемой продукции и прибыли за счет сокращения времени на разработку новых изделий и увеличения периода их продаж. Возможности интегрированной системы управления машиностроительным производством Siemens PLM Software изучаются студентами Саратовского государственного технического университета на специальностях «Автоматизированные системы обработки информации и управления», «Приборостроение» и «Роботы и робототехнические системы».

2. Разработка мобильного робота в системе автоматизированного проектирования NX. Одним из основных компонентов автоматизированных машиностроительных предприятий являются мобильные роботы (МР). Создание МР является исключительно важной перспективной государственной задачей. Именно поэтому к ее решению привлечены не только многие вузы и институты РАН, но и предприятия различных ведомств. Вопросы проектирования, изготовления и применения МР необходимо рассматривать в единой системе предприятия. Эффективным средством проектирования МР является NX 6. Эта система обеспечивает формирование всего комплекса конструкторской и технологической документации, позволяет разрабатывать трехмерные модели МР, начиная от проектирования отдельных узлов МР, решить проблемы, связанные с размещением элементов ходовой части, до расчета нагрузок и ударных воздействий на МР в целом. В данной среде разрабатываются и электронные компоненты МР. Вычислительная система МР состоит из: процессора 1 – ориентация робота обработка данных периферийных устройств (акселерометр, гироскоп, GPS, ГЛОНАСС) по интерфейсам USB, Ethernet, SPI, CAN; процессоров 2 и 3 – обработка видеоизображения с камеры по интерфейсу Ethernet или USB; процессора 4 – планирование трассы робота, управление движением (DO, AO), обработка информации с датчиков (DI, AI) и периферийных устройств (WiFi, сервоприводы и др.) по интерфейсам USB, Ethernet, RS232/485; модуля 16 дискретных входов; модуля 16 аналоговых входов; модуля 16 дискретных транзисторных выходов; модуля 8 аналоговых выходов; сервопривода для левого и правого двигателей (управление двигателем через RS232 или аналоговый выход).

Применение решений Siemens PLM Software позволяет ускорить и повысить эффективность разработки конструкторской и технической документации на механические и электрические компоненты МР.

3. Методика управления жизненным циклом программного обеспечения МР. Для разработки системы управления МР применена методика управления жизненным циклом программного обеспечения Harmony. Эта методика реализована в среде визуального моделирования Rhapsody на основе нотаций UML 2.1. и SysML [2]. Для разработки программной модели системы управления МР в Rhapsody необходимо создать: диаграмму прецедентов, структурную диаграмму, диаграммы последовательности и состояний.

Разработка системы управления МР начинается с определения требований к ней. Для хранения сформулированных требований и их изменений в процессе разработки системы управления МР используется программный пакет Doors. Требования передаются в среду визуального моделирования Rhapsody, которая обеспечивает модельно-управляемую разработку (Model Driven Development) программного обеспечения для встраиваемых систем.

В диаграмме вариантов использования (ВИ) (прецедентов) определены рамки исследуемой системы, взаимосвязи ее элементов между собой и взаимодействие системы с внешними подсистемами (актерами). Каждый из ВИ формируется на основе требования и описывается в виде вербальных алгоритмов часть функциональности системы. ВИ возвращает результат своей работы актерам, не раскрывая деталей внутренней реализации этой функцио-

нальности. В структурной диаграмме из ВИ формируются подсистемы в виде программных объектов и описываются порты взаимодействия этих объектов и внешних подсистем.

При моделировании одновременно выполняется автоматическая кодогенерация на языках программирования C, C++, Java в интегрированной среде разработки QNX Momentics IDE для операционной системы жесткого реального времени QNX Neutrino. Rhapsody позволяет протестировать текущие результаты на любом этапе процесса разработки: от анализа требований до готовой встраиваемой системы и сократить его. Rhapsody поддерживает инструменты конфигурационного управления (Subversion, CVS и др.).

Основой сложных встраиваемых систем являются операционные системы жесткого реального времени: LynxOS-178, VxWorks AE 653, Microware OS-9, OC2000, QNX Neutrino [3]. По критерию технологической независимости в России можно использовать только операционные системы QNX Neutrino и OC2000. Интегрированная среда разработки IDE Momentics обеспечивает, помимо разработки и компиляции приложений встраиваемых систем для работы в операционной системе QNX Neutrino для нескольких аппаратных платформ (MIPS, PowerPC, StrongARM/xScale, SH-4, x86), их отладку, анализ производительности и системное профилирование. Она позволяет проанализировать взаимодействия процессов и потоков, эффективность обработки прерываний, т.е. поведение системы в целом в условиях лимита времени. Микроядерная архитектура QNX и сеть Qnet позволяют реализовать вычислительные кластеры для распараллеливания вычислений и повышения надежности вычислительной системы в целом.

Для верификации программного кода используется система Rhapsody Automatic Test Generator (ATG). Она автоматически генерирует все возможные комбинации входных данных для покрытия условий и ветвей программного кода (Modified Condition/Decision Coverage (MC/DC)) в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 51904-2002

Применение среды моделирования Rhapsody повышает эффективность разработки системы управления МР. Предложенная программная модель системы управления обеспечивает легкую адаптацию ее к различным областям применения (патрулирование территории, экологический мониторинг и разведка местности) с учетом их специфических требований к функционированию и дополнительным аппаратным средствам.

Использование предложенного подхода к управлению жизненным циклом мехатронных систем позволяет повысить эффективность, качество и скорость их разработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. NX для конструктора-машиностроителя / Гончаров П.С. и др. – М.: ДМК Пресс, 2010. 540 с.
2. SWD Software [Электронный ресурс]: Douglass B. Real-Time UML Workshop for Embedded Systems, 2007 – Режим доступа: http://www.swd.ru/Press_Ready/Douglass Book.pdf.
3. ИТМиВТ РАН им. С.А. Лебедева [Электронный ресурс]: Клепиков В.И. и др. ОСПВ для авионики: обзор. Режим доступа: http://www.ipmce.ru/about/press/popular/rdc_news05052008.

Петров Дмитрий Юрьевич –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Лукьянов Денис Владимирович –

студент Саратовского государственного технического университета

Ефимов Илья Владимирович –

студент Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 681.51

Д.Ю. Петров, В.В. Рыбко

ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСА МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Предложен подход к разработке комплекса мобильных роботов для ведения разведки местности на основе искусственного интеллекта и современных информационных технологий.

Мобильный робот, комплекс, групповое управление, искусственный интеллект, информационные технологии, UML

D.Yu. Petrov, V.V. Rybko

LEAD-UP TO ELABORATION OF COMPLEX MOBILE'S ROBOTS

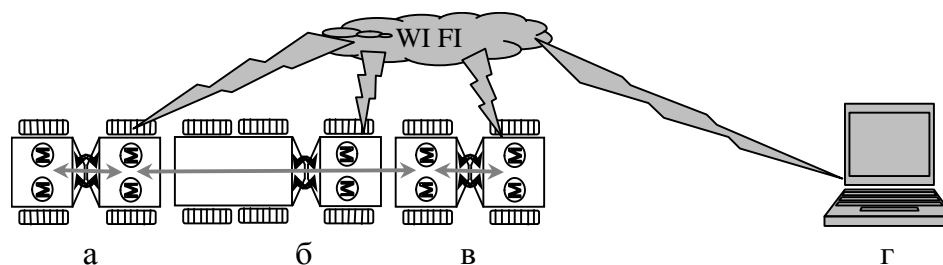
It was proposed lead-up to elaboration of complex mobile's robots to directing of reconnaissance place on base of artificial integrity and modern informatics technologies.

Mobile's robot, complex, group control, artificial integrity, informatics technologies, UML

Введение. Современные мобильные роботы (МР) могут быть использованы для решения различных задач в экстремальных условиях, в частности в области охраны и мониторинга, для патрулирования потенциально опасных мест химических предприятий, в военной области: для установки, поиска и обезвреживания мин; поиска, обнаружения целей и наблюдения за ними; транспортировки боеприпасов и других средств боевого обеспечения; доставки оружия на огневой рубеж и уничтожения целей; для проведения спасательных и аварийных работ в зонах экологических катастроф. Таким образом, большая часть мобильных роботов разрабатывается для работы во вредных или опасных для человека условиях. Важную роль при этом играет проблема создания интеллектуальной системы управления, позволяющей роботу или их группе автономно выполнять поставленную задачу при минимальном участии человека.

1. Комплекс мобильных роботов. Наиболее сложными из существующих типов МР являются роботы для бездорожья, военных применений, мобильных патрулирований, а также для чрезвычайных ситуаций с функцией обеспечения автоматического возврата, так как они создаются для выполнения сложных задач в трехмерном пространстве в непредсказуемых условиях недетерминированной внешней среды. К таким задачам относятся задачи разведки местности, патрулирования, доставки груза в условиях вредных для человека. МР для движения по пересеченной местности нужна адаптивная подвеска, позволяющая приспосабливаться к изменениям рельефа местности. Дополнительные возможности МР дает объединение их в группу.

Рассмотрим комплекс МР, представляющий собой лабораторное средство для изучения студентами методов управления МР и их группой. Каждый МР может взаимодействовать с другими МР и со стационарным центром управления и мониторинга (СЦУМ) через WiFi. МР могут объединяться для преодоления сложного участка пути и для транспортировки отказавшего МР на базу для выполнения технического обслуживания. На рисунке показано объединение трех МР в единый под управлением операционной системы жесткого реального времени QNX Neutrino. Серой стрелкой на рисунке показана сеть Qnet, объединенной при объединении трех МР в единый МР, где а и в – МР для разведки местности, б – транспортный МР, г – СЦУМ.



Комплекс мобильных роботов

Основу комплекса составляют модульные, сочлененные МР. Сборка МР из модулей позволяет разрабатывать специализированные МР для оптимального решения определенного круга задач. СЦУМ обеспечивает решение следующих задач: передача каждому МР целей функционирования комплекса; мониторинг состояния каждого МР; дистанционное управление МР; долговременное хранение трассы каждого МР и препятствий, которые они обнаружили; анализ информации, предоставленной МР и формирования подробной карты местности. Автономность МР составляет 1 час, максимальная скорость движения 5 км/ч, дальность связи СЦУМ с мобильным роботом не более 2 км.

Каждый МР состоит из двух модулей. Модули могут быть активными и пассивными (прицеп). В состав активного модуля входят: по два мотор-редуктора с силовыми контроллерами, аккумуляторы, процессоры 1 и 2 обработки видеоизображения с камеры по интерфейсу USB или Ethernet, процессор 3 ориентации робота, обработка данных периферийных устройств (акселерометр, гироскоп, ГЛОНАСС, GPS) по интерфейсам USB, Ethernet, CAN), процессор 4 планирования трассы робота, управление движением (DO, AO), обработка информации с датчиков (DI, AI) и периферийных устройств (WiFi, сервоприводы и др.) по интерфейсам USB, Ethernet, RS232/485. Вычислительная нагрузка на процессоры может перераспределяться на основе применения сети QNet.

2. Алгоритмы группового управления МР. Анализируя технические, социальные и природные группы, можно выделить две крайние стратегии группового управления – стратегия централизованного управления и стратегия децентрализованного управления.

Суть стратегии централизованного управления заключается в наличии устройства, на которое возлагается задача планирования и управления действиями всех объектов группы. Последующая тенденция – постепенное развитие децентрализации с передачей на местный уровень части функций центра. Суть стратегии группового управления заключается в том, что в системе нет какого-либо центрального устройства управления или командира, а каждый член группы самостоятельно принимает решение о своих действиях, пытаясь при этом внести максимально возможный вклад в достижение общей групповой цели. Основные достоинства такого подхода: наилучший учет местных условий, наибольшая точность относительной координации соседних объектов и надежность, а также освобождение от таких недостатков централизованного управления как большая размерность и объем обработки всей информации в центре, невысокая надежность.

Можно выделить два типа систем, использующих децентрализованную стратегию группового управления: система с коллективным принципом управления и система со стайным принципом управления. Коллективная стратегия подразумевает, что объекты, входящие в группу, имеют возможность обмениваться друг с другом информацией с целью оптимизации групповых действий по средствам некоторого канала обмена информацией. Стайная стратегия управления подразумевает, что каждый объект, входящий в группу, не имеет никакой информационной связи с другими объектами, более того, даже может не знать, сколько еще объектов входит в его группу и их параметры. Тем не менее на основании косвенной

информации об изменениях состояния среды, вызванных действиями других объектов, входящих в группу, каждый объект должен уметь «подстраивать» свои действия под действия всех остальных объектов группы с тем, чтобы совместными усилиями достичь общей групповой цели [1]. В [2] рассмотрена проблематика моделирования сложных систем управления со слабой координацией на основе стайных принципов поведения, построена общая модель «стаи» и решены задачи покрытия круговой цели. На основе данной модели разработано программное обеспечение для рассматриваемого комплекса МР.

3. Программирование и моделирование поведения комплекса МР. Разработка системы управления комплексом начинается с определения требований к нему. При этом для хранения сформулированных требований и их изменения в процессе разработки системы управления комплексом МР используется программный пакет Doors. Требования передаются в среду моделирования Rhapsody, которая обеспечивает модельно-управляемую разработку программного обеспечения. Rhapsody позволяет протестировать текущие результаты на любом этапе процесса разработки, от анализа требований до готовой встраиваемой системы, и сократить его до 30%. Rhapsody поддерживает инструменты конфигурационного управления (Subversion, CVS и др.). Для моделирования системы управления комплексом МР в Rhapsody разработаны: диаграмма прецедентов, структурная диаграмма, диаграммы последовательности и диаграммы состояний.

При моделировании в Rhapsody одновременно выполняется автоматическая кодогенерация для C, C++, Java в интегрированной среде разработки QNX Momentics IDE. QNX Momentics IDE позволяет, помимо разработки и компиляции приложений встраиваемых систем для работы в ОС QNX Neutrino для нескольких аппаратных платформ, выполнять их отладку, анализ производительности и системное профилирование. Системное профилирование позволяет проанализировать взаимодействия процессов и потоков, эффективность обработки прерываний, т.е. поведение системы в целом в условиях ограничений по времени.

Применение среды моделирования Rhapsody повышает эффективность разработки системы управления комплексом МР. Полученная программная модель системы управления обеспечивает легкую адаптацию ее к различным областям применения (патрулирование территории, экологический мониторинг и разведка местности) с учетом их специфических требований к функционированию и дополнительным аппаратным средствам.

4. Оценка надежности комплекса мобильных роботов. Моделирование и расчет вероятностных характеристик надежности комплекса МР выполняются в программном комплексе (ПК) «Арбитр», который содержит специальное графическое средство представления структур систем – схему функциональной целостности (СФЦ) [3]. С помощью аппарата СФЦ могут представляться как типовые монотонные структурные модели (блок-схемы, графы связности, деревья отказов, деревья событий), так и новый класс немонотонных структурных моделей надежности и безопасности систем. ПК «Арбитр» позволяет строить модели надежности структурно-сложных системных объектов и процессов на основе общего логико-вероятностного метода для расчета надежности, стойкости, живучести, риска и безопасности структурно-сложных систем. Применение системы позволило провести анализ структуры комплекса МР, в результате которого выделены причины отказов и определены найдены наиболее эффективные пути повышения его надежности.

Методы группового управления и технологии управления жизненным циклом программного обеспечения позволяют повысить эффективность, качество и скорость разработки сложных автономных мобильных комплексов специального назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каляев И.А. Стайные принципы управления в группе объектов / И.А.Каляев, А.Р. Гайдук // Мехатроника, автоматизация, управление. 2004. №12. С. 27-38

2. Скобелев В.Г. Стайная модель управления группой объектов / В.Г.Скобелев, Е.В. Тыкулов // Труды ИПММ НАН Украины. Донецк: ИПММ НАН Украины, 2005. С.126-136.

3. СЕВЗАПМОНТАЖАВТОМАТИКА [Электронный ресурс]: ПК АРБИТР. Режим доступа: <http://www.szma.com/pkasm.shtml>.

Петров Дмитрий Юрьевич –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Рыбко Вячеслав Вячеславович –

магистрант Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.099

УДК 666.1.013

Д.Ю. Петров, О.А. Крайнов

ПОСТРОЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ШИХТЫ

Предложена методика построения автоматизированной системы управления производством шихты, разработанной на основе современных информационных технологий с применением программных комплексов: Business Studio 3, Simatic IT и Simatic PCS7.

Автоматизированная система управления, производство шихты

D.Yu. Petrov, O.A. Kraynov

CONSTRUCTION AUTOMATED CONTROL SYSTEM BY PRODUCTION OF GLASS-CHARGE

It was proposed technique of construction automated control system by production of glass-charge, which was elaborated on base of modern informatics technologies with application programs: Business Studio 3, Simatic IT, Simatic PCS 7.

Automated control system, production of glass-charge

Введение. Автоматизированная система управления производственными процессами (АСУПП) позволяет объединить все процессы управления предприятием с технологическими процессами, т.е. она заполняет свободное пространство между АСУ предприятия (АСУП) и АСУ технологическими процессами (АСУТП). Реализуемый в АСУПП сбор данных в реальном времени (от производственных систем и технологических линий) и принцип вертикальной интеграции (от формирования производственных заданий до передачи сведений о готовой продукции) выводят организацию производственной деятельности на качественно более высокий уровень, тем самым улучшая управляемость предприятия: повышение отдачи

основных фондов, ускорение оборота денежных средств, снижение себестоимости, своевременность поставок, повышение качества продукции и производительности. Кроме того, в АСУПП рассчитываются производственные показатели, необходимые для более качественной работы АСУП. Ее применение позволяет получить значительный эффект при достаточно высоком уровне автоматизации технологических процессов (ТП) и управления предприятием. Согласно международному стандарту ISA-S95 на АСУПП (Management execution system - MES) возложено решение задач: управления производством изделий, ресурсами, оборудованием и определения технико-экономических показателей (ТЭП). АСУПП позволяет ответить на вопросы: «Что производить?», «Чем производить?», «Когда производить?», «Что и как было произведено?». Разработка АСУПП на предприятиях с преобладанием непрерывных ТП в настоящее время наиболее эффективна на основе системы Simatic IT [1]. Решение задач управления в ней основано на формализации производственных процессов (ПП) управления и их тесной интеграции с АСУТП и АСУП.

1. Определение целей производства. Для построения АСУПП необходимо сформулировать цели ПП. Цели определяют, какие решения о внутреннем устройстве и принципах функционирования системы будут приняты для их достижения. Управление объектом - это приведение его в целевое состояние [2]. Целевое состояние объекта описывается с помощью системы целей и показателей.

Для построения системы целей и показателей АСУПП «Шихта» использован программный комплекс Business Studio 3. Система целей показывает, каких результатов необходимо достичь в процессе приготовления шихты в целом (стратегические цели) и какая стратегия будет реализовываться на операционном уровне (операционные цели и цели деятельности).

Стратегическими целями являются: «Снижение себестоимости продукции», «Повышение качества стекла» [3]. Полученная система целей и показателей позволяет реализовать методику сбалансированной системы показателей, повышающую управляемость производства. Процесс производства шихты описывается моделями: IDEF0, процедур и EPC.

Процесс приготовления шихты состоит из шести взаимосвязанных функций: 1) выгрузки и складирования сырьевых материалов, 2) обработки и хранения сырьевых материалов, 3) собственно приготовления шихты, 4) транспортировки и дозирования стеклобоя, 5) обработки результатов контроля различных показателей ПП шихты, 6) расчета технологических параметров, необходимых для приготовления шихты (рецепт, корректировка рецепта, циклограмма). Выполнение процесса характеризуется цепочкой преобразования: сырьевые материалы – принятые сырьевые материалы – обработанные сырьевые материалы – однородная шихта – шихта из бункера запаса – шихта со стеклобоем в загрузочном кармане.

На всех этапах преобразования шихты производится сбор статистических показателей ТП: химического (содержание различных оксидов) и гранулометрического (остаток на различных ситах) состава сырьевых материалов, процесса подготовки песка (температуры и разрежение), влажности сырьевых материалов в бункерах запаса, качества готовой шихты. К показателям качества готовой шихты относятся: химический состав, категория шихты, массовая доля влаги в смесителе и перед дозатором стеклобоя, качество смешивания шихты и т. п. Эти показатели используются для статистического контроля и управления процессом, что является неотъемлемой частью АСУПП. Эффективным средством управления ТП и сбором технологических параметров является система SIMATIC PCS 7.

2. Автоматизация управления технологическим процессом на PCS7. Современный уровень автоматизации отдельных технологических процессов (ТП) достаточно высок, чему способствует значительное разнообразие средств их автоматизации. В таких условиях повышение эффективности функционирования промышленных предприятий основано на построении интегрированных АСУ на основе одной из концепций комплексной автоматизации. Наиболее эффективной является концепция Totally Integrated Automation (TIA), разработанная фирмой Siemens [1] Уровень АСУ ТП в этой концепции реализуется на основе примене-

ния системы управления процессами SIMATIC PCS 7 (Process Control System). SIMATIC PCS 7 – программно-технический комплекс, состоящий из: промышленных контроллеров SIMATIC S7-400 и станций распределенной периферии SIMATIC ET200 с расширенными функциями диагностики, промышленных компьютеров SIMATIC PC; программного обеспечения SIMATIC, средств человеко-машинного интерфейса SIMATIC HMI, промышленных сетей SIMATIC NET и DP.

Основными достоинствами PCS7 являются: масштабируемость проектов; увеличение скорости разработки; решение вопросов обслуживания и разработки в рамках единой системы; переход от программирования к конфигурированию систем; применение типовых компонентов обычных систем SIMATIC S7 для разработки систем противоаварийной защиты; реализация уровня безопасности SIL 3 и АК 6 на обычных CPU; обеспечение работы систем управления во взрывоопасных зонах (Ex - зонах); взаимодействие с АСУП и АСУПП.

Затраты на инжиниринговые работы представляют собой важнейший фактор при рассмотрении рентабельности АСУТП. Поэтому при разработке PCS7 этому вопросу было уделено особое внимание. В результате PCS7 существенно сокращает затраты на проектирование. Генерация программ осуществляется на базе стандарта IEC 1131 с широким использованием графических средств. Все структурные данные системы хранятся в единой базе данных, что позволяет исключить двойной ввод одной и той же информации. Графические редакторы (CFC и SFC) обеспечивают не только проектирование, но и тестирование и ввод в эксплуатацию проекта.

Таким образом, система SIMATIC PCS7 позволяет легко масштабировать проект АСУТП, разрабатывать оптимальные решения, максимально адаптированные к требованиям систем управления конкретных промышленных предприятий в рамках концепции ТИА.

3. Управление производством шихты на основе SIMATIC IT. В концепции ТИА система Simatic IT обеспечивает управление ПП предприятия в целом. Функционирование Simatic IT основано на взаимодействии четырех подсистем: Historian (сбор и анализ технологической информации), UniLab (автоматизация заводской лаборатории) и Interspec (анализ производственных показателей, которые дают ответа на вопрос «Что и как было произведено?») и подсистема Production Suite, отвечающая на оставшиеся вопросы. Подсистема Production Suite состоит из пяти модулей:

1. SIMATIC IT Framework – предназначен для построения модели производства по стандарту ISA-S95, определения правил функционирования отдельных участков производства и исполнения полученных моделей. Основой для разработки моделей служат диаграммы, разработанные в системах Business Studio или ARIS.

2. «Управление продукцией» – обеспечивает управление спецификациями изделий с учетом необходимых ресурсов для их производства.

3. «Управление заказами» – предназначен для импорта списка заказов с уровня АСУП; определения расписания выполнения заказов и планирования производства.

4. «Управление использованием материалов» – обеспечивает мониторинг материалов в процессе производства; отслеживание изменений материалов при их обработке на оборудовании; формирование ведомостей материалов с автоматическим пересчетом количества.

5. «Управление персоналом» – предназначен для определения расписания для сотрудников; проверки квалификации персонала для запуска технологической операции.

На основе информации из SIMATIC IT Framework в подсистеме Report Manager формируются отчеты. Расчет ТЭП, накопление и обработка данных из различных источников выполняется в подсистеме Historian в модуле Plant Performance Analyzer.

Компоненты, модели и логические операции могут быть сведены в различные библиотеки и строятся на основе моделей из Business Studio. Для уменьшения степени риска ошибочных решений и времени разработки проекта могут быть использованы готовые библиотеки Simatic IT [1]. Simatic IT предоставляет широкие возможности по автоматизации

управления ПП, повышению качества выпускаемой продукции, снижению производственных издержек, что в целом повышает эффективность производства.

Заключение. Предложенная методика построения автоматизированной системы управления производством шихты на основе интеграции программных комплексов: Business Studio 3, Simatic IT и Simatic PCS7 позволяет эффективно управлять качеством шихты. При этом обеспечивается постоянство состава шихты при изменении химического состава и физических свойств сырьевых материалов. Дополнительной особенностью методики построения АСУПП является соответствие основным требованиям стандарта ISO 9001:2000.

ЛИТЕРАТУРА

1. Промавтоматизация в России [Электронный ресурс]: Шопин А.Г. SIMATIC IT. Режим доступа: http://www.industrialauto.ru/Reviews/sms_articles/simatic-it.asp.
2. Программный комплекс Business Studio [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.businessstudio.ru>.
3. Макаров Р. И. Система менеджмента качества цеха приготовления шихты / Р. И. Макаров и др. // Стекло и керамика. 2005. № 7. С. 29-30.
4. Промавтоматизация в России [Электронный ресурс]: Кузнецов К.Н. SIMATIC PCS7. Режим доступа: http://www.industrialauto.ru/Reviews/sms_articles/pcs7.htm.

Петров Дмитрий Юрьевич –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Крайнов Олег Александрович –

аспирант Института проблем точной механики и управления РАН

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 629.7.05

Д.Л. Лисицкий

ВЫБОР СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАЕКТОРНЫМ ДВИЖЕНИЕМ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Предложена структурная схема системы автоматического управления траекторным движением мобильного робота, позволяющая обеспечить движение объекта по траектории оптимальной в смысле некоторого критерия. Схема позволяет формировать программную траекторию с использованием предельно упрощенной математической модели объекта, а регулятор возмущенного движения выбирать из возможно более полной математической модели объекта.

Программная траектория, мобильный робот, структурная схема

D.L. Lisitskiy

THE CHOISE MOBILE ROBOT CONTROL SYSTEM STRUCTURE FOR MOVING TRAJECTORIES

The block scheme of control system for mobile robot providing the optimal trajectory of object moving is proposed. The proposed structure allows using the limit simple mathematical model in optimal trajectory forming, at the same time the perturbed motion regulator takes into account the full object model.

Programmed trajectory, mobile robot, regulator, steadiness, structural scheme

К системе автоматического управления (САУ) сложным траекторным движением мобильного робота предъявляется требование точного приведения объекта из начальной в конечную точку по траектории, отвечающей какому-либо критерию оптимальности, с учетом ограничений, наложенных на координаты и управления объекта, в условиях действия внешних возмущений, помех и неточной идентификации математической модели объекта.

В настоящее время неизвестны методы, позволяющие создать алгоритм выбора управлений объекта в описанной постановке задачи. Все известные методы позволяют управлять только объектом, описываемым предельно простой математической моделью не выше третьего порядка, причем, математическая модель объекта управления должна быть предельно точно идентифицирована. Выход из ситуации можно найти в использовании для создания САУ метода декомпозиции, разделяя систему на две – подсистему формирования программной траектории и подсистему отслеживания объектом программной траектории. Причем алгоритм формирования программной траектории синтезировать с использованием предельно упрощенной математической модели не выше третьего порядка. Непосредственное применение такого подхода затруднено тем, что для формирования программной траектории необходима информация о «положении» модели относительно препятствий местности. Но датчики, установленные на корпусе объекта, выдают информацию о положении объекта относительно этих препятствий. Поэтому обязательной становится операция пересчета информации датчиков о положении объекта относительно препятствий в информацию о «положении» модели относительно тех же препятствий.

Исключить все проблемы можно, используя для создания САУ структурную схему, изображенную на рис. 1, на которой введены следующие обозначения: \bar{X} – вектор текущего состояния объекта в стартовой системе координат (СК); \bar{X}_0 – вектор желаемого конечного состояния объекта в стартовой СК; \bar{X}_M – вектор текущего состояния модели в стартовой (СК); \bar{U} – вектор управлений объекта; Алгоритм – алгоритм выбора программного управления; Объект – объект управления; Модель – упрощенная математическая модель объекта управления, причем именно та, исходя из которой был синтезирован алгоритм выбора программного управления; ПК и КОС – соответственно прямой канал и канал обратной связи регулятора, синтезированные исходя из условия наилучшего возможного, по возможности инвариантного, отслеживания объектом координат модели и парирования внешних возмущений; $\Delta\bar{X}_0$ – вектор координат конечной точки в СК, связанной с объектом; $\Delta\bar{X}_M$ – вектор точки начала СК, «связанной» с моделью, в СК, связанной с объектом управления; $d\bar{X}_M$ – вектор координат конечной точки в СК модели.

Преобразуя структурную схему рис. 1, с использованием правил структурных преобразования, получим структурную схему рис. 2, из которой следует, что система, построенная по предлагаемой схеме, эквивалентна системе, состоящей из двух последовательно включенных подсистем «модель-алгоритм» и «объект-регулятор». Подсистема «модель-алгоритм» формирует программную траекторию, а подсистема «объект-регулятор» ее отслеживает. Причем обоснованным выбором параметров программной траектории и регулятора можно обеспечить отслеживание объектом программной траектории с требуемой точностью. Для согласования

начальных точек программной траектории и траектории движения объекта перед началом движения координаты модели задаются равными координатам объекта управления.

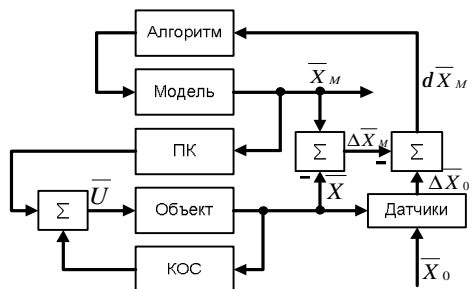


Рис. 1. Исходная схема

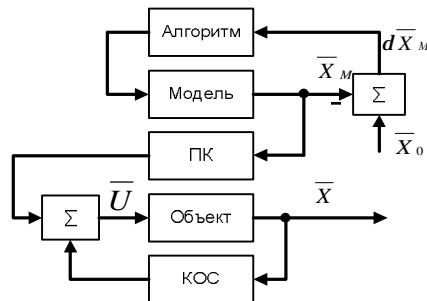


Рис. 2. Эквивалентная схема

Так как подсистемы соединены последовательно, то в смысле устойчивости они являются независимыми. Изменение каких-либо параметров устройств, входящих в одну подсистему, не влияют на устойчивость другой подсистемы. Устойчивость этих подсистем можно обеспечить при синтезе, а грубость при изменении параметров объекта в широких пределах либо адаптивным регулятором, либо, строя регулятор по заведомо «грубой» структуре.

Поскольку отличие динамических свойств модели и робота не влияют на устойчивость системы, а только на точность отслеживания объектом «движения» модели, ее можно выбирать предельно простой, что, в свою очередь, упрощает алгоритм выбора программного управления. Единственным дополнительным требованием, предъявляемым модели, является необходимость выбора ее параметров и величин ограничений таковыми, чтобы объект мог отслеживать «движение» модели и при этом оставался достаточный запас управлений для парирования внешних возмущений.

Предлагаемая структура была использована при разработке системы управления летающим роботом и при исследовании методом математического моделирования показала высокую эффективность.

Лисицкий Денис Леонтьевич –

аспирант кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 62-55

С.В. Петров, А.С. Шиловский

КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ «СЕГВЕЙ»

Анализируется алгоритм управления скоростью поступательного движения транспортного средства «сегвей». Алгоритм повышает комфортность оператора и точность управления поступательной скоростью движения транспортного средства. Алгоритм может быть применен при создании новых образцов «сегвей».

Сегвей, транспортное средство, алгоритм управления скоростью, поступательное движение, комфортность оператора, точность управления, качество управления

S.V. Petrov, A.S. Shilovsky

THE CONTROL'S QUALITY IN THE SEGWEY CARRIER

The control's algorithm by velocity of translation of a segway carrier is analyzed. The algorithm raises comfort of the operator and control's accuracy by translation velocity of the carrier. The algorithm can be applied at creation of new samples segway.

Segway, carrier, control's algorithm by velocity, translation, operator's comfort, control's accuracy, control's quality

Речь идет об улучшениях двухколесного моторизированного самоката Segway (Segway Human Transporter). Поскольку имеющиеся модели таких скутеров не дают полной уверенности и комфорта управления, цель данной модификации – повышение качества и надежности балансировки, а также комфортность управления двухколесным скутером.

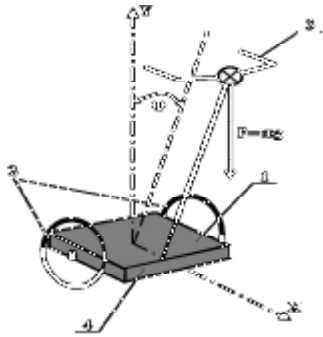


Рис. 1.

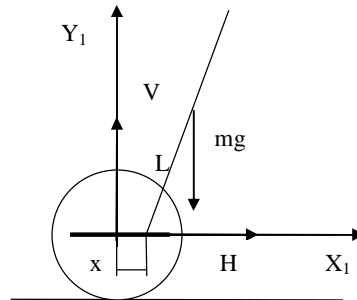


Рис. 2.

Скутер Segway состоит из следующих основных элементов (рис. 1): два коаксиально расположенных колеса (2), вертикальная стойка с рукоятками (3), платформа (1) с картером (4), в котором размещены источники энергоснабжения (аккумуляторы), электроприводы вращения колес, датчики определения положения платформы относительно вертикали и электронная система стабилизации положения платформы по горизонтали. Как известно, существующие на данный момент аналоги такого самоката работают так: «куда наклонится пассажир, туда чудомашина и поедет» (рис. 1, угол Φ), что не удовлетворяет критерию комфорта и безопасности.

Для решения поставленной задачи была введена дополнительная степень подвижности – привод, задающий горизонтальное перемещение платформы (рис. 2), на которой стоит водитель относительно и поперек общей оси колес. Это дает больше надежности и комфорта в использовании этого транспортного средства за счет того, что в отличие от имеющихся моделей в этой модификации вам не нужно наклоняться вперед или назад, чтобы поехать, достаточно нажатием кнопки переместить горизонтальную платформу, на которой стоит водитель по направлению движения, и самокат поедет.

Рассмотрим равномерное движение самоката по горизонтальной плоскости. X_1Y_1 – связанная с самокатом система координат, начало которой совпадает с осью качения. Стержень массой m с центром тяжести на расстоянии L от точки опоры отклонен от вертикаль-

ного положения на угол j . Точка опоры стержня смещена в положительном направлении на расстояние x в связанной системе координат X_1Y_1 . На стержень в точке опоры действуют силы соответственно вертикальная V и горизонтальная H . Гравитационное ускорение g параллельно вертикальной силе V . Условием сохранения пространственного углового положения стержня (постоянство угла j) при равномерном движении самоката является нулевая сумма моментов от вертикальной и горизонтальной сил относительно центра тяжести

$$V(x + L \sin j) - HL \cos j = 0. \quad (1)$$

Принимая во внимание, что $V = mg$ и полагая $H = m ds / dt$, где m – константа, а ds / dt – поступательная скорость самоката, будем иметь

$$ds / dt = mg(\operatorname{tg} j + x / L \cos j) / m. \quad (2)$$

Формула (2) показывает возможность управления поступательной скоростью самоката тремя способами:

1. Управление поступательной скоростью самоката ds / dt изменением угла отклонения стержня j от вертикали $ds / dt = mg \operatorname{tg}(j) / m$ при $x = 0$.

2. Управление поступательной скоростью самоката ds / dt изменением положения точки опоры стержня x от начала подвижной системы координат $ds / dt = mg x / m$ при $j = 0$.

3. Комбинированное управление поступательной скоростью самоката ds / dt изменением угла отклонения стержня от вертикали j и положением x точки опоры стержня относительно начала подвижной системы координат $ds / dt = mg (\operatorname{tg}(j) + x / L \cos(j)) / m$.

Первый способ управления широко используется в настоящее время, но при использовании в качестве транспортного средства для человека удержание его корпуса наклоненным на определенный угол представляется не только дискомфортным, но и в значительной степени утомительным. Второй способ управления строго линейный, комфортный, но требует отдельного устройства для задания скорости движения транспортного средства. Способ обладает существенными преимуществами при управлении движением по неровной поверхности, с подъемами и спусками. Третий способ интегрирует возможности и трудности двух предыдущих.

Устройство работает следующим образом. При отклонении платформы от горизонтального положения, грозящего водителю опрокидыванием, датчики определения ее положения выявляют направление возможного опрокидывания и выдают соответствующий электрический сигнал на систему стабилизации положения платформы, который преобразуется в соответствующий силовой сигнал, поступающий на привод горизонтального перемещения платформы вперед по ходу путевого движения самоката или назад, вследствие чего масса водителя, находящегося на платформе, парирует возможное опрокидывание.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бен С. Каццолато, Мигель А. Кларк, Джеймс Филд, Саймон Г. МакМахон и Пол Филипс. ЭДГАР -Самобалансирующийся самокат. URL: <http://www.adelaide.edu.au/> (Начало: 01-Января-2005, Окончание: 21-Октября-2005).

2. ДЖО: Подвижный перевернутый маятник // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2002. Т. 49. № 1. С.107 – 114.

3. нБот Балансирующий робот, URL: <http://www.geology.smu.edu/~dpa-www/robo/nbot/>

Петров Сергей Владимирович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Шиловский Александр Сергеевич –

студент Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 004.353

Н.В. Давидюк, С.В. Белов**ОБЩАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЭФФЕКТИВНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ СРЕДСТВ
ОБНАРУЖЕНИЯ НА ОБЪЕКТЕ ЗАЩИТЫ**

Ставится задача эффективного размещения технических средств обнаружения на объектах защиты разного рода, выявляются ее специфика и особенности, препятствующие ее алгоритмизации, а также предлагается общая методика решения поставленной задачи.

Система физической защиты, технические средства обнаружения

N.V. Davidyuk, S.V. Belov**THE GENERAL PATTERN OF SOLVING THE PROBLEM OF EFFECTIVE
DETECTIVITY SENSORS DISPOSITION ON THE PROTECTED OBJECT**

The article contains setting the problem of effective detectivity sensors disposition on the protected object, its features and specificity, the general methodology of the problem solving.

Physical protection system, detectivity sensors

Введение. Степень выполнения системой физической защиты (СФЗ) объектов своих целевых функций напрямую зависит от своевременности и достоверности факта обнаружения ею нарушителя и иных источников угроз, т.е. от эффективности организации подсистемы обнаружения. В любом случае вне зависимости от сложности объекта защиты (ОЗ) задача организации подсистемы обнаружения разбивается на два этапа: во-первых, процесс подбора состава технических средств обнаружения (ТСО) для конкретного объекта с учетом его специфических особенностей и затем процесс их дальнейшего размещения на объекте. При этом под эффективно выбранным понимается состав ТСО, максимально учитывающий особенности объекта защиты и при этом, что немаловажно, обладающий минимально возможной ценой. Размещение подобранных ТСО на объекте считается эффективным в случае обеспечения максимальной обнаружительной способности СФЗ, исключения «мертвых» зон и избыточности ТСО. Предлагается методика размещения объемных ТСО на ОЗ. Задача распределения на ОЗ ТСО, обладающих более простыми конфигурациями зон обнаружения (например, точечных, линейных, поверхностных), в отличие от объемных, без проблем поддается алгоритмизации и поэтому в статье не рассматривается.

Постановка задачи. Пусть имеется некоторый ОЗ, на территории которого необходимо разместить набор ТСО таким образом, чтобы при конкретных условиях обеспечить максимальную физическую защищенность ОЗ. Исходными данными для решения данной задачи являются: параметры ОЗ (план, геометрические характеристики и размеры ОЗ); параметры выбранного для ОЗ состава ТСО (типы, виды зон обнаружения и т.д.); ряд ограничений, распространяющихся на ОЗ, на состав подобранных ТСО и на процедуру их размещения в целом.

Анализ требований к проектированию системы физической защиты, а также характеристик и особенностей функционирования ТСО выявил перечень указанных ограничений, которые заключаются в следующем.

Общие ограничения: ограничение стоимости проекта, т.е. суммарная стоимость выбранного и размещенного на ОЗ состава ТСО не должна превышать некоторое предельное

значение; необходимость обеспечения максимальной степени защищенности (обнаружительной способности СФЗ), обеспечиваемой данным составом ТСО на ОЗ.

Для ОЗ: отсутствие или сокращение количества «мертвых зон»; необходимость дублирования зон обнаружения нескольких ТСО в местах особой важности ОЗ, т.е. для наиболее важных участков ОЗ любая точка участка должна «просматриваться» несколькими ТСО предпочтительно различных типов (количество типов зависит от категории объекта), и исключение дублирования зон обнаружения во всех иных случаях.

Для ТСО: учет требований и рекомендаций по расположению различных типов ТСО на объектах, обусловленных нормативно-технической и паспортной документацией.

Введем следующие обозначения: T – множество типов ТСО, $T = \{0, T_1, T_2, \dots, T_l\}$, где l – общее количество различных типов ТСО; K – множество точек ОЗ, являющихся потенциальными точками расположения того или иного типа ТСО, $K = \{(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2), \dots, (x_n, y_n, z_n)\}$, n – общее количество точек; C – вектор стоимости проекта (конкретного состава ТСО, расположенного в n точках объекта), $C = \{0, C_1, C_2, \dots, C_n\}$, C_i – стоимость ТСО i -го типа; C_{\max} – максимальная стоимость проекта (подобранного для ОЗ состава ТСО); P_{\min} – минимальная степень защищенности ОЗ подобранным составом ТСО; O – множество локальных зон защиты ОЗ (отдельные помещения, коридоры и т.д.), $O = \{O_1, O_2, \dots, O_B\}$, B – количество выделенных на ОЗ локальных зон; X – вектор решения, i -й элемент которого содержит тип ТСО, расположенный в i -й точке ОЗ, $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $i = 1, 2, \dots, n$, $x_i \in T$.

Таким образом, задача размещения ТСО на территории ОЗ сводится к оптимизационной многокритериальной задаче: необходимо найти решение \tilde{X} (вариант размещения ТСО), при котором обеспечивается максимальная степень обнаружения злоумышленника при минимально возможных затратах. Задача может быть сведена к однокритериальной путем ограничения одного из критериев. Рассмотрим в качестве ограниченного критерия стоимость проекта. Тогда задача эффективного размещения состава ТСО на ОЗ заключается в поиске решения \tilde{X} (вариант размещения ТСО), при котором обеспечивается максимально возможная степень обнаружения злоумышленника при ограниченных материальных затратах, т.е.:

$$P(\tilde{X}, T, C) = \max_{X \in D} P(X, T, C), \sum_{i=1}^n C_{\tilde{x}_i} \leq C_{\max}, D = \{X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \mid x_i \in T, i = 1, 2, \dots, n\}, \quad (1)$$

где $P(X, T, C)$ – целевая многопараметрическая функция, выражающая степень защищенности ОЗ, которая может иметь несколько глобальных экстремумов; D – n -мерная дискретная область поиска решения.

Целью работы является разработка общей поддающейся алгоритмизации методики размещения состава ТСО на территории (объеме) ОЗ таким образом, чтобы выполнялись ограничения (1).

Общая схема решения задачи. Для решения задачи автоматизированного размещения ТСО на ОЗ предлагается применять разработанную общую схему, представленную рядом последовательных этапов:

I. Подбор состава ТСО для конкретного объекта с учетом его специфических особенностей и тактико-технических характеристик средств защиты.

II. Выделение на ОЗ множества K возможных точек расположения ТСО.

III. Поиск совокупности решений X , представляющих варианты расположения набора ТСО на ОЗ.

IV. Проверка физической защищенности ОЗ при конкретном варианте расположения ТСО X и выбор наилучшего варианта расположения \tilde{X} , обеспечивающего максимально возможную степень защищенности P_{\max} и удовлетворяющего стоимостным ограничениям

$$\sum_{i=1}^n C_{\hat{x}_i} \leq C_{\max}.$$

Остановимся подробнее на каждом из этапов предложенной методики.

Этап I. Подбор состава ТСО для конкретного ОЗ.

При решении задачи размещения ТСО на ОЗ предполагается, что для ОЗ с учетом его специфических особенностей (помеховой обстановки, режима функционирования и т.д.) уже произведена операция подбора состава конкретных типов ТСО T , т.е. этап I завершен. Методика осуществления подбора ТСО, в особенности в автоматизированном режиме, является также не менее важной проблемой и в рамках данной статьи не рассматривается. Однако авторам она представляется реализованной в виде отдельной алгоритмизированной процедуры, осуществляющей многократное усечение исходной базы данных всех существующих типов ТСО и их характеристик по правилам базы знаний до тех пор, пока не останется конечное множество элементов БД, удовлетворяющих особенностям ОЗ [1].

Этап II. Выделение на ОЗ потенциальных точек расположения ТСО.

Для автоматизации решения поставленной задачи ОЗ предлагается заменить адекватной формализованной моделью в виде взвешенного, пространственно ориентированного графа:

$$G = (Z, R, C, S, Q_u),$$

где Z – множество вершин графа, которые соответствуют контролируемым локальным зонам; R – множество ребер графа, которые соответствуют рубежам зоны охраны, при этом каждый рубеж может быть представлен одним или несколькими ребрами в соответствии с направлением резистивности рубежа; C – множество весов вершин; Q – множество коэффициентов ценности соответствующих зон; S – множество весов ребер $P_{урп}, P_{защ}$ соответствующих рубежей в локальных зонах. Проанализировав ОЗ, декомпозируем его на множество первичных элементов, которые и будем рассматривать в качестве вершин графа Z . Учитывая специфику процедуры подбора и размещения различных СО, первичные элементы ОЗ группируются по следующим признакам: 1 группа – плоскостные элементы ОЗ (рубежи, границы контролируемой зоны – стены, заборы, окна и т.д.); 2 группа – объемные области ОЗ (помещения, коридоры и т.д.). Таким образом, любой ОЗ представляется взвешенным и ориентированным графом, вершинами которого для элементов 1-й группы будут являться периметры территории, границы контролируемых зон или зон безопасности – стены, ограждения, двери, окна и т.д., а также отдельные предметы, представляющие определенную ценность и подлежащие физической защите. В качестве первичных элементов ОЗ рассматриваются объемные области ОЗ, поскольку для элементов 1-й группы процесс подбора и размещения ТСО имеет свои особенности и практически не вызывает трудностей.

Если защищаемую объемную область представить в виде регулярной структуры, т.е. совокупности неких элементарных областей, для которых вероятность обеспечения защищенности распределена равномерно, то каждая из них также будет являться вершиной указанного графа. Следовательно, помимо декомпозиции ОЗ на локальные зоны O для удобства формирования пространства поиска объем каждой локальной зоны разбиваем на совокупность элементарных контролируемых областей $\{o^j\} \in O, j=1, \dots, M$, где M – количество элементарных областей ОЗ. Под элементарной контролируемой областью удобнее всего рассматривать объем ОЗ, ограниченный геометрическими характеристиками объекта обнаружения и аппроксимированный простым геометрическим телом (параллелепипедом) [2]. Если объект обнаружения – человек, то основные характеристики, влияющие на его обнаружение системой, – рост (высота), объем. При этом высота определяется способом группировки: «в рост», «согнувшись», «на корточках», «ползком». Кроме того, данные характеристики зависят от антропометрических характеристик потенциального нарушителя (национальной принадлежности, возраста и т.д.). Следовательно, размеры элементарной контролируемой области объекта первоначально должны рассчитываться исходя из характеристик потенциального

злоумышленника и в дальнейшем уточняться поправочным коэффициентом, учитывающим соответствующую категорию важности объекта. При необходимости проектировщик может изменить размеры данной области. Таким образом, ОЗ представляется указанной выше совокупностью элементарных контролируемых зон (областей).

С целью сокращения размерности пространства поиска в качестве возможных координат размещения ТСО будем рассматривать ограниченное количество точек $k_i^j \in o^j$ (например, вершины параллелепипеда, которым была аппроксимирована элементарная контролируемая область), $i = 1, \dots, m$, где m - количество точек в конкретной j -й области. При этом каждая точка $k_i^j = (x_i^j, y_i^j, z_i^j)$ определяется декартовыми координатами расположения ТСО в пространстве объекта. Следовательно, множество потенциальных точек расположения ТСО на ОЗ представляется в виде множества $K = \{k_1^1, \dots, k_m^1, k_1^2, \dots, k_m^2, \dots, k_1^M, \dots, k_m^M\}$, где k_i^j - i -я точка в j -ой области. Общее количество потенциальных точек расположения ТСО на ОЗ составит $n = M \cdot m$. Выделенное множество в случае необходимости подлежит дополнительному ограничению, например, только теми точками, расположение ТСО в которых является наиболее целесообразным (наименьшая наблюдаемость злоумышленником, охват наибольшего объема и т.д.). Также это множество ограничивается только «пристенными» точками и в большинстве случаев точками, располагающимися в верхней части ОЗ. Такого рода ограничения обуславливаются особенностями установки и эксплуатации ТСО. В итоге на данном этапе предлагаемой методики получается множество точек K , которые рассматриваются в качестве возможных координат расположения ТСО.

Этапы III и IV. Поиск варианта размещения ТСО, обеспечивающего максимальную физическую защищенность ОЗ.

На данном этапе необходимо непосредственно решать поставленную оптимизационную задачу (1), организовывая поиск варианта размещения ТСО, обеспечивающего максимальную физическую защищенность ОЗ. Однако при выборе метода решения нужно учитывать ряд особенностей задачи (1), указанных ниже.

1. Особенности пространства поиска D . В рассматриваемой задаче пространство решений D дискретно и состоит из совокупности вариантов нахождения всех типов ТСО во всех возможных координатах ОЗ, представленных выделенным на предыдущем этапе множеством точек K . Априорная информация о характере пространства решений поставленной задачи отсутствует, предполагается лишь, что оно дискретное, не совершенно гладкое и унимодальное. Под типами ТСО понимаются технические средства, классифицированные по ряду признаков, из которых ключевыми для формирования определенной зоны обнаружения ТСО являются «физический принцип обнаружения» и «принцип формирования сигнала». Каждому типу ТСО согласно указанной классификации ставится в соответствие конкретное целочисленное значение, например, инфракрасное активное ТСО – «1», микроволновое ТСО – «2» и т.д. В итоге весь спектр ТСО представляется множеством элементов $T = \{T_i\}$, $T_i \in N$, $i = 1, \dots, l$, где l – количество типов ТСО. При этом для учета требований и рекомендаций по расположению различных типов ТСО на объектах сформированное множество T разделим на подмножества T' – ТСО с «углом обзора» зоны обнаружения, менее или равным 90° и T'' – остальные. Тогда: $T = \{T_1', \dots, T_i', T_{i+1}'', \dots, T_l''\}$, $i = 1, \dots, l$, где l – количество типов ТСО. Кроме того, поскольку теоретически любой тип ТСО из выбранного состава T можно расположить в любой точке из совокупности точек K , пространство поиска рассматриваемой задачи имеет достаточно большую размерность и остается обширным даже после наложения ограничений.

Для примера рассмотрим задачу размещения ТСО в отдельной локальной зоне некоего ОЗ. Предположим, что существует 100 потенциальных точек размещения 50 видов ТСО. Таким образом, необходимо проверить $K^T = 100^{50} = 10^{100}$ различных вариантов, оценка каждого из которых требует затраты определенных ресурсов. Данный пример доказывает оче-

видную неэффективность применения алгоритмов полного перебора при поиске решения поставленной задачи и необходимость применения иных методов.

2. Особенности целевой функции $P(X, T, C)$. Целевая функция в задаче автоматизированного размещения ТСО на ОЗ является нелинейной, многомерной и многокритериальной (максимизация эффективности защиты объекта при некоем варианте размещения ТСО и минимизация стоимости состава ТСО). Несмотря на факт учета стоимостного критерия в качестве ограничения, что сводит задачу к классической, однокритериальной, сложности все же остаются. Одна из них состоит в том, что целевая функция в глобальном смысле (для всего алгоритма, а не его отдельных ветвей, решающих подзадачи) не поддается явному описанию, поскольку должна учитывать «охват» зонами обнаружения ТСО объемных областей ОЗ, что, в свою очередь, зависит от вида и формы зон обнаружения, которые значительно варьируются в зависимости от типа ТСО, изменений его места и условий расположения. В связи с этим возникает необходимость в разработке дополнительной процедуры для оценки целевой функции в поставленной задаче. С этой целью используется граф, построенный в качестве модели ОЗ. Кроме того, предполагается, что о максимизируемой функции $P(X, T, C)$ известно лишь то, что она определена в любой точке области поиска D . Никакая дополнительная информация о характере функции и ее свойствах (дифференцируемость, непрерывность и т.д.) не учитывается в процессе поиска решения.

В силу указанных особенностей применение при решении поставленной задачи некоторых традиционных методов оптимизации (аналитических) не представляется возможным, поскольку они требуют аналитического выражения и дифференцируемости целевой функции на всем диапазоне исследования (например, метод градиентного спуска), и небольшого числа переменных, остальные же требуют неприемлемых вычислительных и временных затрат (например, метод полного перебора) [3]. Поэтому при алгоритмизации необходимо выбирать целесообразный метод решения задачи (1), например, генетические алгоритмы, методы самоорганизации, нейронные сети.

Результатом данных этапов является один или несколько вариантов расположения ТСО на ОЗ, удовлетворяющих условиям поставленной задачи и требованиям проектировщика СФЗ.

Заключение. Предлагается универсальная методика размещения объемных ТСО на ОЗ с целью обеспечения максимально возможной эффективности обнаружения нарушителя. Автоматизация предложенной методики позволит сократить временные трудозатраты и ошибки при проектировании системы физической защиты, а ее внедрение в автоматизированную систему управления физической защитой объектов позволит формировать рекомендации по повышению уровня защищенности объекта при выходе одного или нескольких ТСО из строя в режиме реального времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давидюк Н.В. Автоматизация процедуры подбора технических средств обнаружения системы физической защиты объектов / Н.В. Давидюк // Вестник АГТУ. Сборник научных трудов Астраханского государственного технического университета. Сер. Управление, вычислительная техника и информатика. 2009. №1. С.98-100.

2. Давидюк Н.В. Методика оценки эффективности расположения средств обнаружения на объекте защиты / Н.В. Давидюк // Информация & Безопасность. Воронеж: ВГТУ, 2008. №4. С.523-528.

3. Черноуцкий И.Г. Методы оптимизации и принятия решений / И.Г. Черноуцкий. СПб.: Лань, 2001. 382 с.

Давидюк Надежда Валерьевна –

аспирант кафедры «Информационная безопасность» Института информационных технологий и коммуникаций Астраханского государственного технического университета

Белов Сергей Валерьевич –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационная безопасность» Института информационных технологий и коммуникаций «Астраханского государственного технического университета»

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 531.7

В.Б. Никишин

**РАЗРАБОТКА, ИССЛЕДОВАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМ АТТЕСТАЦИИ
МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ
ИНЕРЦИАЛЬНОГО МИКРОМЕХАНИЧЕСКОГО МОДУЛЯ В СОСТАВЕ
СРЕДСТВ ВНУТРИТРУБНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

Рассматривается теория и практика решения задач профилометрии внутритрубными инспектирующими снарядами (ВИС), использующими инерциальный микромеханический модуль (ИММ) на основе микромеханических гироскопов (ММГ) и микромеханических акселерометров (ММА). Расчетным путем показана возможность применения микромеханических гироскопов для контроля геометрии осевой линии магистральных трубопроводов (МТ). Рассмотрены вопросы реализации алгоритмической компенсации их инструментальных погрешностей. Приводятся результаты стендовых и трассовых испытаний.

Инерциальный микромеханический модуль, бесплатформенная инерциальная система ориентации, внутритрубный снаряд-профилемер

V.B. Nikishin

**DEVELOPMENT, RESEARCH AND INTRODUCTION OF ATTESTATION SYSTEMS
OF THE INERTIAL MICROMECHANICAL MODULE IN STRUCTURE
OF IN-LINE DIAGNOSTICS MEANS**

The theory and practice of profilemetry the main pipeline'(MP) geometry dimensions' inspection problem solution, using the in-tube inspection tools (ITIT) which utilize the inertial micromechanical module (IMM) on the basis of micromechanical gyroscopes MMG and micromechanical accelerometers MMA are considered. The possibility of micromechanical gyroscopes application for the main pipelines centerline geometry control are shown by the calculation. The problems of realization of the algorithmic compensation of their instrumental errors are reviewed. The results of laboratory experiments, bench testing and field trials are given.

Inertial micromechanical module, strapdown inertial system of orientation, in-line geometry-tool

Введение. Контроль технического состояния МТ – одно из главных условий, обеспечивающих их безаварийную эксплуатацию. Одним из важнейших контролируемых факторов является наличие трещин и коррозионных поражений в металле стенки труб. Не менее важным является контроль геометрии трубы: эллипсность, наличие вмятин, гофр и крутоизогнутых участков, осуществляемый с помощью внутритрубных профиломеров. Эти дефекты, кроме снижения прочности, затрудняют мониторинг состояния трубопровода другими внутритрубными средствами дефектоскопии (ВСД): коррозионными, стресс-коррозионными и навигационно-топографическими снарядами. Поэтому такие параметры, как минимальные радиусы изгиба осевой линии, углы стыка двух соседних труб, нетехнологические изгибы отдельных труб жестко регламентируются соответствующими отраслевыми нормативными документами ОАО «Газпром».

Контроль геометрии осевой линии МТ необходимо проводить снарядами-профиломерами, имеющими повышенную проходимость по сравнению с коррозионными и навигационно-топографическими снарядами. Повышенная проходимость снарядов-профиломеров обеспечивается уменьшением размеров гермоконтейнера, что существенно снижает объем приборного отсека. При этом для трубопроводов малых диаметров (<500 мм) возникают серьезные проблемы с размещением инерциального модуля на основе приборов типа ПНСК40 и АТ1104. С другой стороны, для задачи измерения углов и радиусов изгиба крутоизогнутых поворотов, проходимых снарядом-профиломером за единицы секунд, требования к точности инерциальных датчиков могут быть значительно снижены.

Таким образом, исследование возможности применения микромеханического инерциального модуля для целей контроля геометрии осевой линии трубопроводов малых диаметров является актуальной задачей.

Предпосылки использования инерциальных датчиков низкого класса точности для контроля геометрии осевой линии МТ. Проекция на плоскость горизонта осевой линии МТ имеет, как правило, вид кусочно-линейных отрезков, сопряженных дугами с радиусами не менее 5 диаметров трубы. Профиль МТ в основном повторяет профиль поверхности Земли с некоторым сглаживанием его резких изгибов. При общем радиусе кривизны менее 3 диаметров трубы участок считается труднопроходимым для ВСД и подлежит ремонту.

Методика измерения параметров искривления осевой линии МТ с помощью инерциальных датчиков строится на основе определения текущей пространственной ориентации профиломера и анализа ее вариаций в функции приращения одометрической дистанции. Горизонтальная и вертикальная компоненты радиуса кривизны определяются соотношениями

$$R_{g,h} = S/a_{g,h} \quad (1)$$

или

$$R_{g,h} = V_{x1}/w_{g,h}; \quad w_g = dq/dt; \quad w_h = dy/dt, \quad (2)$$

где $a_{g,h}$ – вариации углов рыскания y и тангажа Θ , соответственно, при перемещении профиломера по дуге длиной S ; V_{x1} – относительная скорость поступательного движения снаряда вдоль трубы.

Параметры ориентации определяются по сигналам БИСО, например, на основе интегрирования дифференциальных кинематических уравнений Эйлера с членами горизонтальной коррекции, формируемыми по сигналам акселерометров [1].

При использовании выражения (1) определяется средний радиус кривизны на дуге S , которая характеризует длину локального изгиба трубопровода. Уравнение ошибок для выражения (1), опуская индексы, представим в следующем виде:

$$\Delta R = \frac{1}{a} (\Delta S - R \cdot \Delta a) \quad (3)$$

или в относительных величинах

$$dR = dS - da. \quad (4)$$

Погрешность измерения длины дуги поворота обусловлена в основном погрешностями одометрической системы и может быть описана следующим образом

$$\Delta S = dk_{od} S + q(S, q_0), \quad (5)$$

где $dk_{od}=0,1\dots0,2\%$ – погрешность масштабного коэффициента одометра; q – погрешность, обусловленная дискретностью сигнала одометра: $q_0=5\dots10$ мм – шаг одометра.

Погрешности определения вариаций углов ориентации определяются в основном погрешностями гироскопов. При использовании ММГ типа ADXRS300 примем в качестве преобладающей погрешности некомпенсированную составляющую скорости дрейфа $w_{dr} \approx 0,2^\circ/\text{с}$, т.е.

$$\Delta a = \int_{t_0}^{t_0+T_r} w_{dr} dt \approx w_{dr} T_r, \quad (6)$$

где $T_r = S/V_{x1}$ – время прохождения снарядом изгиба трубопровода.

На рис.1 и 2 приведены оценки компонент погрешности определения радиуса кривизны и углов изгиба МТ диаметром $D=500$ мм с учетом принятых выше моделей ошибок датчиков первичной информации и для следующих параметров движения снаряда-профилемера:

- а) $V_{x1}=0,5$ м/с, $\alpha=0,5$ рад.; $R = (1,5\dots20)D$ – пунктирные линии;
 б) $V_{x1}=5,0$ м/с, $\alpha=1,0$ рад.; $R = (1,5\dots20)D$ – сплошные линии.

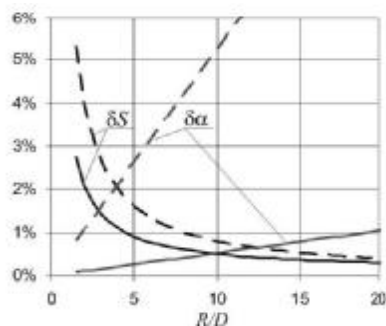


Рис. 1. Компоненты погрешности определения радиуса кривизны трубопровода

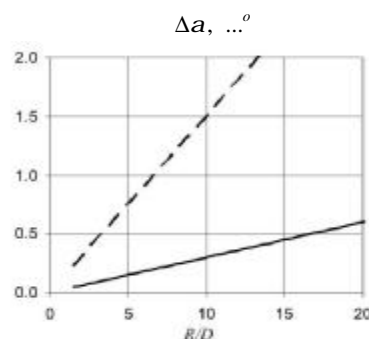


Рис. 2. Погрешности определения углов изгиба трубопровода

Из анализа данных графиков следует, что на участках МТ с радиусами кривизны $R = (1,5\dots10)D$ и при скорости движения снаряда-профилемера от 0,5 до 5 м/с погрешности определения радиусов кривизны МТ не превысят 5%, а погрешности определения углов изгиба МТ – 1.5 угл.град. Таким образом, геометрия осевой линии крутоизогнутых участки МТ может быть аттестована с достаточной для практики точностью с помощью инерциальных микромеханических модулей с некомпенсированной составляющей скоростью дрейфа $w_{dr} \approx 0,2^\circ/\text{с}$. Однако, требованиями отраслевых стандартов погрешности определения радиусов кривизны МТ ограничиваются уровнем 10% для $R = (1,5\dots100)D$. В этой связи для рассматриваемого применения ИММ необходимо принимать меры для снижения влияния его инструментальных погрешностей.

Алгоритмическая компенсация инструментальных погрешностей ИММ. Среди погрешностей ИММ выделим следующие: погрешности ориентации осей чувствительности ММГ и ММА; нестабильность нулевого сигнала ММГ и ММА, обусловленные вариациями температуры, вибрациями основания и зависимостью от g (для ММГ).

Известным способом оценивания погрешностей чувствительных элементов является включение их в состав оцениваемого вектора наблюдающего устройства, однако состав оцениваемых ошибок влияет на их наблюдаемость и скорость сходимости решений.

При наличии измерений по трем каналам (азимут, тангаж, крен) обеспечивается полная наблюдаемость «нулей» ГИУС. При отсутствии измерений в азимутальном канале, как утверждается в [3], сохраняется возможность оценивания только двух «нулей» ГИУС. В [4] говорится о полной наблюдаемости всех нулей ГИУС и акселерометров, а также ряда других

погрешностей датчиков первичной информации в составе БИНС, интегрированной с помощью фильтра Калмана с неинерциальными измерительными средствами даже при отсутствии измерений в азимутальном канале.

На наш взгляд, и первое, и второе утверждения нуждаются в существенных уточнениях. С учетом реальных значений статистических параметров погрешностей ГИУС наблюдаемы две комбинации «нулей» ГИУС:

$$\begin{aligned} w_q^c &= -(w_{x_2}^c \sin g + w_{x_3}^c \cos g); \\ w_g^c &= -(w_{x_1}^c - (w_{x_2}^c \cos g - w_{x_3}^c \sin g) \operatorname{tg} q), \end{aligned} \quad (7)$$

где u , Θ , g – углы рыскания, тангажа и крена ПО.

Анализ уравнений (7) показывает, что реальное оценивание всех компонент w_{xi}^c возможно только при вращательных движениях ПО вокруг продольной оси. Алгоритмы оценивания для этого случая были построены на основе ОФК и на основе теории обратных задач и модального управления. При отсутствии регулярного вращения профилемера оценки $\tilde{w}_{x_2}^c$ и $\tilde{w}_{x_3}^c$ смещений нулей ММГ формируются на основе осреднения их сигналов на прямолинейных участках МГ.

Анализ результатов математического моделирования показывает, что разработанные алгоритмы позволяют успешно оценивать смещения нулей всех ММГ на основе использования сигналов ММА при условии вращательных движениях снаряда-профилемера вокруг продольной оси. Можно отметить, что время переходного процесса для оценок $\tilde{w}_{x_2}^c$ и $\tilde{w}_{x_3}^c$ значительно больше, чем для $\tilde{w}_{x_1}^c$. Это объясняется условной наблюдаемостью этих параметров.

Результаты стендовых испытаний и опытной эксплуатации на трассах МГ. Для аттестации ИММ и оценки погрешностей определения геометрических параметров криволинейных траекторий в опытном образце электронного модуля одновременно с ИММ был установлен в качестве эталонного инерциальный модуль на более высокоточных инерциальных датчиках: ПНСК40 и АТ1104 (нестабильность нулевого сигнала – не более $1^\circ/\text{ч}$ и $10^{-3}g$, соответственно).

Для проведения стендовых испытаний БИСО на основе ИММ электронный модуль, установленный в гермоконтейнер снаряда-профилемера ПР500, был размещен на транспортной тележке, оснащенной одомером. Тележка перемещалась со скоростью 1,2...1,4 м/с по размеченной на асфальтовом покрытии траектории в форме «8» общей протяженностью 370 м. Погрешность оценок мгновенных радиусов кривизны с помощью ИММ по отношению к оценкам радиусов кривизны с помощью эталонного ИМ в этом случае не превышает 13%. В случае определения средних радиусов кривизны на отдельных поворотах траектории расхождения в оценках с помощью ИММ и эталонного ИМ не превышают 2%.

В октябре 2007 года с целью проведения испытания функционирования ИММ и проверки эффективности его применения для обследований МГ были осуществлены запуски снарядов ПР-700 и СК-700 на подводном переходе через р. Волгу. В ПР-700 был установлен ИММ, а в СК-700 – инерциальный модуль на основе ПНСК40 и АТ1104 (эталонный ИМ). На рис.3 приведены профили подводного перехода, построенные по данным этих запусков, которые свидетельствуют о возможности использования ИММ для оценки профиля МГ.

Результаты сопоставительного анализа оценок геометрических параметров поворотов подтверждают предыдущие выводы о приемлемой точности оценивания с помощью ИММ параметров крутоизогнутых поворотов. Так, параметры поворота 1 с радиусом кривизны 619 м оцениваются по данным ИММ с погрешностями более 20%, а поворот 2 с радиусом кривизны 25 м (или $R=36D$) – с погрешностями не более 4%.

Осенью 2007 года инерциальные микромеханические модули на основе ADXRS300 и ADXL330 приняты в ЗАО «Газприборавтоматикасервис» в эксплуатацию в составе профилемеров ПР-500, ПР-700 и ПР-800 для обследования МГ. В настоящее время инерциальные микромеханические модули успешно применяются для аттестации параметров МГ в составе ВИС диаметров 420...1400 мм.

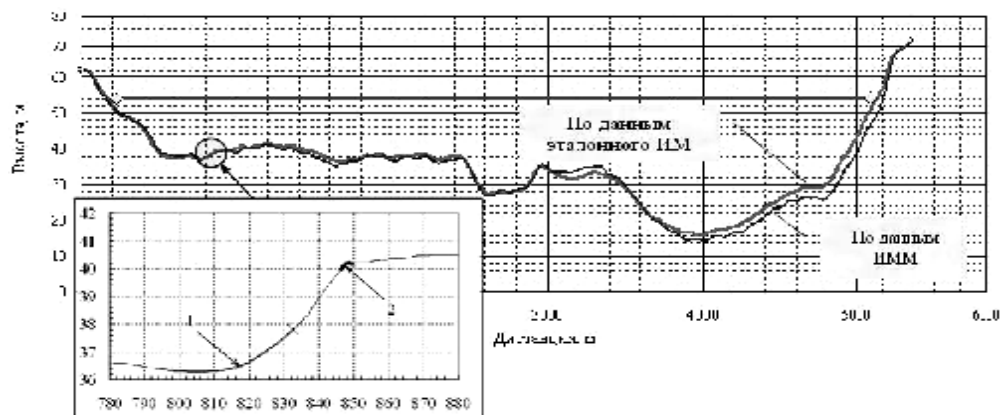


Рис. 3. Профиль подводного перехода, построенный по данным ИММ и эталонного ИМ: 1 и 2 - изгибы МТ с большим и малым радиусами кривизны, соответственно

Выводы. Обоснована возможность применения для контроля геометрии осевой линии магистральных трубопроводов микромеханических инерциальных датчиков в составе информационно-измерительного оборудования внутритрубных инспектирующих снарядов-профилемеров.

Разработаны, реализованы и апробированы алгоритмы оценивания и компенсации скоростей дрейфа ММГ на борту снаряда-профилемера во время обследования МТ.

Показано расчетами и подтверждено результатами стендовых испытаний и опытных пусков снарядов-профилемеров по действующим МТ, что применение разработанных инерциальных микромеханических модулей позволяет с необходимой для практики точностью осуществлять контроль геометрии осевой линии МТ: определять углы изгиба и радиусы поворотов участков МТ с радиусами кривизны до 20...40 диаметров трубопровода.

С 2007 года более 1000 км магистральных трубопроводов успешно обследовано средствами внутритрубной диагностики ЗАО «Газприборавтоматикасервис» с использованием инерциальных микромеханических модулей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Применение внутритрубных диагностических снарядов и навигационно-топографических комплексов для повышения безопасности магистральных трубопроводов / П.К.Плотников, А.И.Синев, В.Б.Никишин и др. // Безопасность труда в промышленности. 2003. №4. С.28-33.
2. Никишин В.Б. Технология позиционирования трасс и дефектных мест магистральных трубопроводов на основе интеграции внутритрубных и спутниковых навигационных систем / В.Б.Никишин, А.И.Синев и др. // Гироскопия и навигация. 2007. №2. С.76-86.
3. КОРТУНОВ В.И. Анализ процессов коррекции БИНС / В.И. КОРТУНОВ, Г.А.ПРОСКУРА // XIV Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам: сб. материалов. СПб, 2007. С.223-225.
4. Андропов А.В. Повышение точности определения местоположения внутритрубных инспекционных снарядов за счет использования спутниковых радионавигационных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.В. Андропов. Красноярск, 2006. 20 с.

Никишин Владимир Борисович -

кандидат технических наук, руководитель группы навигационных технологий ЗАО «Газприборавтоматикасервис»

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 519.2

А.И. Сайкин, Е.В. Россошанский, О.И. Бондарев

ИНТЕРВАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НАЧАЛЬНЫХ МОМЕНТОВ К-ГО ПОРЯДКА СЛУЧАЙНЫХ ВЕЛИЧИН С УКОРАЧИВАНИЕМ ИНТЕРВАЛОВ

Предлагается методика получения интервальной оценки начальных моментов случайных величин без ограничения их порядка и вида распределения.

Интервальная оценка, начальные моменты порядка K , аппроксимация неизвестных распределений, укорачивание интервалов

A.I. Saikin, E.V. Rossoshanskiy, O.I. Bondarev

K-TH MOMENT INTERVAL ESTIMATION OF VARIATES WITH INTERVALS SHORTING

We introduce the new method of K -th moment interval estimation of variates for all kind of distributions, which allows to obtain interval and point estimates.

Interval estimation, ordinary K -th moments, approximation of unknown distributions, intervals shorting

Для интервальных оценок разработаны хорошо известные методики, распространяющиеся на первые два момента и требующие, чтобы случайные величины были распределены по нормальному закону [1, 2]. Но далеко не каждое распределение является нормальным, и двух моментов не всегда бывает достаточно для описания случайной величины. Так, например, по двум моментам мы не можем оценить ни асимметрию, ни эксцесс распределения. Кроме того, для решения задачи аппроксимации неизвестных распределений по K начальным моментам многопараметрическими распределениями заданного вида [3] необходимо знать как точечные оценки начальных моментов порядка K , так и их интервальные оценки.

Предлагается метод, позволяющий провести интервальную оценку моментов без ограничения их порядка и вида распределения. За основу взят метод сигнальных точек и сверхэффективной точечной оценки, описанный в работах [4, 5].

Идея метода сигнальных точек состоит в следующем. Пусть нам дана выборка объёма N значений случайной величины X , распределённой по неизвестному закону. Оценим интервал, который накрывает значение начального момента порядка K неизвестного распределения. Для этого преобразуем временной ряд значений случайной величины в вариационный ряд в порядке возрастания значений x_i^K . Выявим несколько ближайших значений x_i^K , распо-

лагающиеся слева и справа от значения сверхэффективной оценки начального момента порядка K [4, 5], которые назовем сигнальными точками [6]. Они обозначают интервал, накрывающий искомое значение генерального момента, но вероятность накрытия будет зависеть от выбранного числа сигнальных точек и дисперсии неизвестного распределения.

На рис. 1 интервалы отмечены фигурными скобками и могут иметь разную величину с разной вероятностью накрытия.

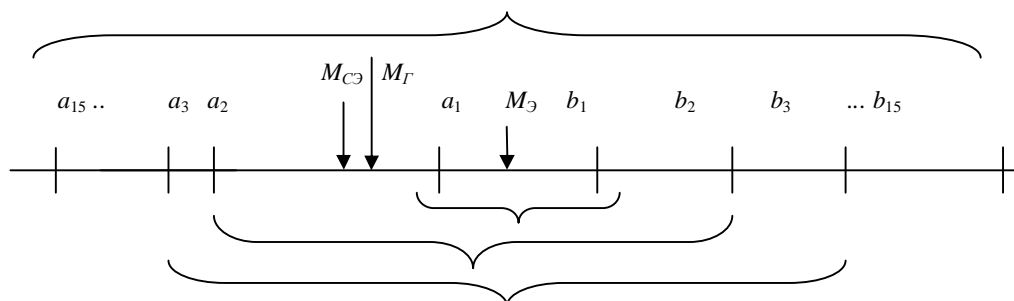


Рис. 1. Интервалы для сверхэффективной оценки начального момента M_0 и искомого генерального начального момента M_G , где: $a_i - x_i^K$, находящиеся слева от эффективной оценки, $b_i - x_i^K$, находящиеся справа от эффективной оценки, M_0 – выборочный начальный момент, являющийся эффективной оценкой, M_G – искомое значение генерального начального момента, $M_{CЭ}$ – сверхэффективная оценка начального момента

Для оценки вероятности накрытия в зависимости от выбранного числа сигнальных точек исследовались распределения с разными дисперсиями от малых до больших значений. Путем моделирования распределений с разными коэффициентами вариаций V были составлены таблицы [7], по которым можно определить потребное число сигнальных точек в зависимости от объема выборки и от вероятности накрытия. Как оказалось, число сигнальных точек должно быть в пределах от 6 до 8 для самых разных распределений. Если оценивать только 1-е и 2-е начальные моменты, то средняя длина интервала накрытия, полученного данным способом, примерно совпадает с длиной интервала, найденного по традиционным методам [1, 2]. Если же требуемое число сигнальных точек с какой-либо стороны ограничено значениями вариационного ряда, тогда сигнальных точек берется столько, сколько их есть.

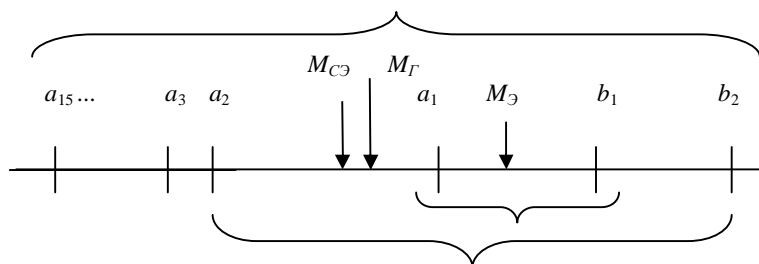


Рис. 2. Интервалы для сверхэффективной оценки начального момента M_0 и искомого генерального начального момента M_G в случае ограничения числа сигнальных точек значениями вариационного ряда

В этом случае построение доверительных интервалов оказывается всегда возможным, если объем выборки больше числа сигнальных точек. Однако интервалы, получаемые таким методом, остаются все же большими, и необходимо найти способ их сокращения.

Потребуем, чтобы вероятность накрытия интервалом была не менее 0,99. Определяя по таблицам [6] потребное число сигнальных точек, для заданной выборки построим подвыборку, выбрасывая случайным образом $N_1 < N$ значений случайной величины. Таким обра-

зом, мы получим несколько разных интервалов, каждый из которых независимо от других покрывает искомое значение M_r с вероятностью не менее 0,99 в соответствии с таблицами [6]. Тогда нам остается выбрать наименьшее пересечение интервалов, вероятность покрытия которого будет составлять $0,99 \cdot 0,99$, т.е. не менее 0,98, что и будет нашей доверительной вероятностью, найденной для подвыборок.

Результаты проведенных экспериментов позволяют отследить следующие закономерности:

- в большей степени интервалы удается сократить для выборок малого объема (в пределах 10-30 значений);
- эффективность метода растет с ростом коэффициента вариации;
- более существенные сокращения интервалов получаются на моментах старших порядков.

Примерно в 60% случаях интервалы, оцениваемые по способу пересечений, оказываются достаточно малыми (примерно $\pm 10\%$ от среднего значения по интервалу). Тогда среднее значение по этому узкому интервалу можно принять за точечную оценку, которая оказывается лучше сверхэффективной оценки [4, 5].

Таким образом, данная методика позволяет получить не только интервальную, но и в отдельных случаях точечную сверхэффективную оценку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крамер Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. М.: Мир, 1975.
2. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика / Н.Ш. Кремер. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. 544 с.
3. Сайкин А.И. Оценка конечного числа генеральных моментов по экспериментальным данным методом выбора по сечениям / А.И. Сайкин, А.А. Пошивалов, Е.Ю. Журавлёва // Проблемы управления в социально-экономических и технических системах: Сб. науч. ст. Саратов: Научная книга, 2006. 128 с.
4. Сайкин А.И. Уравнение сверхэффективной оценки начальных моментов порядка K по малым выборкам / А.И. Сайкин, Е.В. Россошанский // Сб. трудов МНК ММТТ-21. Т.10. Саратов: СГТУ, 2008.
5. Сайкин А.И. Сверхэффективная оценка начальных моментов неизвестных распределений по выборкам ограниченного объема / А.И. Сайкин, Е.В. Россошанский // Управление сложными системами. Сб. науч. ст. Саратов: Научная книга, 2009. 144 с.
6. Сайкин А.И. Интервальная оценка начальных моментов порядка K неизвестных распределений по малым выборкам / А.И. Сайкин, Е.В. Россошанский // Интернет и инновации: практические вопросы информационного обеспечения инновационной деятельности: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Саратов: СГТУ, 2008. 388 с.

Сайкин Александр Иванович –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Россошанский Евгений Васильевич –

аспирант кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Бондарев Олег Игоревич –

магистрант кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК: 519.2

А.И. Сайкин, Е.В. Россошанский

СВЕРХЭФФЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА НАЧАЛЬНЫХ МОМЕНТОВ СТАРШИХ ПОРЯДКОВ В ЗАДАЧАХ АППРОКСИМАЦИИ НЕИЗВЕСТНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯМИ ПУАССОНОВСКОГО ТИПА

Предлагается методика получения сверхэффективной оценки начальных моментов случайных величин по выборкам ограниченного объема, которая позволяет существенно улучшить оценки начальных моментов старшего порядка.

Сверхэффективная оценка, начальные моменты порядка K , аппроксимация неизвестных распределений

A.I. Saikin, E.V. Rossoshansky

K-TH MOMENT SUPEREFFICIENT ESTIMATION IN THE PROBLEM OF POISSON TYPE DISTRIBUTION APPROXIMATION OF UNKNOWN DISTRIBUTIONS

We introduce the new method of small sample superefficient estimation, which allows to essentially improve existing k-th moment estimates.

Superefficient estimation, ordinary K-th moments, approximation of unknown distributions

Существующие эффективные оценки $M^*[k]$ начальных моментов порядка k легко вычисляется по известным соотношениям:

$$M^*[k] = \sum_{i=1}^N x_i^k / N, \quad (1)$$

где $M^*[k]$ – выборочный начальный момент порядка k , x_i – значения случайной величины X , N – объем выборки.

Однако они слишком грубы для оценки моментов старших порядков, начиная со второго.

Ранее были попытки получить сверхэффективные оценки начальных моментов случайных величин Ходжесом и Джеймсом-Стейном [1], но полученные ими результаты оказались малопригодными для практического применения. Ценность проведенных ими исследований в том, что была показана возможность существования сверхэффективных оценок.

Получение сверхэффективных оценок, дисперсия погрешности которых меньше дисперсии погрешности эффективных оценок, производится на основании решения уравнения баланса дисперсий [2]. Такой подход позволяет существенно улучшить оценки начальных моментов порядка k и не требует выполнения дополнительных условий, налагаемых на свойства случайной величины.

Рассмотрим соотношение

$$M_0[k] = P * M^*[k] + (1 - P) * M_{\Gamma}[k], \quad (2)$$

где $M^*[k]$ – выборочный начальный момент порядка k , $M_0[k]$ – некоторая оценка начального момента порядка k , $M_{\Gamma}[k]$ – генеральный начальный момент, P – коэффициент.

При значениях коэффициента $0 < P < 1$ такая схема получения оценки по построению заведомо лучше эффективной оценки $M^*[k]$.

Уравнение (2) содержит три неизвестных $M_0[k]$, $M_r[k]$, P , и поэтому не может быть решено непосредственно.

Разобьем выборку на две примерно равные по объему подвыборки. Для каждой подвыборки запишем выражение для сверхэффективной оценки:

$$M_{01}[k] = P * M_1^*[k] + (1 - P) * M_r[k] \quad (3)$$

и

$$M_{02}[k] = P * M_2^*[k] + (1 - P) * M_r[k], \quad (4)$$

где $M^*[k]$ – выборочные начальные моменты для подвыборок ($i = 1, 2$), и определим дисперсию этих оценок D :

$$(M_{01}^2[k] + M_{02}^2[k]) / 2 - M_r^2[k] = D. \quad (5)$$

Эта дисперсия не зависит от значения $M_r[k]$, поскольку генеральный момент является константой, не влияющей на дисперсию. Поэтому дисперсию можно найти из (2) при $P = 1$ на основе эффективных оценок:

$$D^* = (M_1^{*2}[k] + M_2^{*2}[k]) / 2 - M^{*2}[k], \quad (6)$$

где D^* – дисперсия эффективных оценок, полученных для подвыборок, $M^*[k]$ – выборочный начальный момент порядка k , найденный по полной выборке, $M_i^*[k]$ – выборочные начальные моменты для подвыборок ($i = 1, 2$).

Подставив $M_{01}[k]$ и $M_{02}[k]$ в уравнение (7):

$$(M_{01}^2[k] + M_{02}^2[k]) / 2 - M_r^{*2}[k] = D^* \quad (7)$$

получим квадратное уравнение с двумя неизвестными:

$$AM_r^{*2}[k] + BM_r^*[k] + C = 0, \quad (8)$$

где $B = 2P(1 - P)(M_{01}[k] + M_{02}[k])$, $C = (P^2 - 1)(M_{01}^2[k] + M_{02}^2[k]) - 1/2(M_{01}[k] + M_{02}[k])^2$, $A = 2P(P - 2)$.

Но, как видно из уравнения (2), сверхэффективная оценка будет получаться при любых значениях P , взятых из интервала (0;1). Критерием выбора значения P является минимум дисперсии погрешности оценки. Выбрать это значение можно только посредством машинного эксперимента, который позволит нам найти локальный оптимум для P , который оказался равным 0,69.

Нами исследовались распределения с разными дисперсиями от малых до больших значений. Для каждого объёма выборки и заданных параметров моделируемых распределений мы производили по 30000 опытов, в которых с помощью рассмотренной методики получения сверхэффективной оценки мы оценивали первые 4 начальных момента. Полученная сверхэффективная оценка сравнивалась с теоретическим значением начальных моментов, при этом вычислялась выборочная дисперсия погрешности сверхэффективной оценки. Значение выборочной дисперсии погрешности сверхэффективной оценки сравнивалось с её теоретическим значением.

Сравнение теоретического значения дисперсии погрешности с выборочным значением показало их практическое совпадение, что говорит о правильно поставленном эксперименте. Параллельно с этим всякий раз мы производили оценку выборочных первых 4 начальных моментов по формуле (1), представляющей эффективную оценку начальных моментов, и вычисляли дисперсию погрешности эффективной оценки.

Отдельно нами было рассмотрено нормированное нормальное распределение, которое обычно при моделировании систем массового обслуживания не используется. Результаты, полученные для нормированного нормального распределения, практически совпали с результатами для распределения Эрланга.

В статистике принято относить выборки объемом от 10 до 30 значений к малым, от 30 до 200 к средним и более 200 к большим. Конечно, такая градация является условной.

Анализируя проведённые эксперименты, различных вариантов которых для разных распределений, с разными параметрами и объёмами выборок было 16320, можно сделать следующие обобщающие выводы:

1. Сверхэффективная и эффективная оценки асимптотически сходятся для выборок большого объема (более 200 значений).

2. Для выборок малого (от 4 до 30 значений случайной величины) и среднего (от 30 до 200 значений) объемов сверхэффективная оценка всегда лучше эффективной, особенно в тех случаях, когда коэффициенты вариации (дисперсия) распределений достаточно велики.

3. С уменьшением объема выборки и увеличением дисперсии моделируемых распределений эффект от предлагаемой методики возрастает. При этом дисперсия погрешности сверхэффективной оценки оказывается меньше дисперсии погрешности эффективной оценки в 1,5-3 раза.

4. С ростом порядка оцениваемых моментов относительная эффективность предлагаемой методики монотонно возрастает.

Таким образом, для моделировавшихся распределений, в которых дисперсии менялись в большом диапазоне, подтвердилась корректность предлагаемой методики. С ростом объема выборки эффективная и сверхэффективная оценки сходятся. Учитывая простоту получения сверхэффективной оценки, ее можно рекомендовать для оценки начальных моментов в задачах аппроксимации неизвестных распределений распределениями пуассоновского типа и прочих аналогичных задачах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ибрагимов И.А. Асимптотическая теория оценивания / И.А. Ибрагимов, Р.З. Хасминский. М.: Наука, 1979.

2. Сайкин А.И. Уравнение сверхэффективной оценки начальных моментов порядка k по малым выборкам / А.И. Сайкин, Е.В. Россошанский // Сб. трудов МНК ММТТ-21. Т.10. Саратов: СГТУ, 2008.

3. Вероятностные методы в вычислительной технике / под. ред. А.И.Лебедева. М.: Высш. шк., 1986. 312 с.

Сайкин Александр Иванович –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Россошанский Евгений Васильевич –

аспирант кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.391, 621.396

А.О. Мантуров, Е.Е. Глуховская, Ю.А. Тимошенко

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТОЙ СХЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЛИНЕЙНОГО НЕАВТОНОМНОГО ОСЦИЛЛЯТОРА

Представлены результаты численного моделирования перспективного метода передачи информации по открытому каналу связи. Показана возможность маскировки передаваемого сообщения путём использования сложного несущего сигнала.

Передача информации, динамический хаос, нелинейный осциллятор, математическое моделирование, сложные сигналы

A.O. Manturov, E.E. Gluhovskaya, Y.A. Timoshenko

THE MODELING OF THE INFORMATION TRANSMISSION CIRCUIT ON THE BASIS OF DRIVEN NONLINEAR OSCILLATOR

The results of the secure information transmission method modeling is proposed. The possibility of the transmitted message masking by using the complex carrier has been shown.

Information transmission, dynamical chaos, nonlinear oscillator, numerical modeling, complex signals

В настоящее время возрос интерес к проблемам защиты информации, передаваемой по открытым каналам связи. Перспективным для этих целей видится применение сложных сигналов, порождаемых нелинейными динамическими системами [1], в данной области ведутся интенсивные исследования [2].

В [3] была предложена схема передачи информации на основе использования хаотического сигнала, порождаемого нелинейным контуром. Отличительная особенность предлагаемой в настоящей работе идеи кодирования заключается в использовании уникальности некоторых характеристик диода. Комбинация параметров контура, силового воздействия и диода образуют уникальный ключ кодирования. RLD-контур «приемника» представлен в виде численной математической модели RLD-контура, в состав которой входит модель полупроводникового диода достаточной точности (рис. 1).

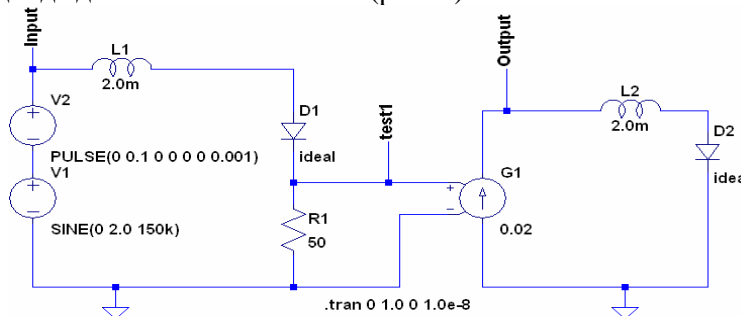


Рис. 1. Принципиальная схема кодирования-декодирования информации с добавленным источником информационного сигнала (источник прямоугольных импульсов V2), использованная при численном моделировании. Использована модель диода D1 типа 1N4007. Сигнал в линии связи соответствует контрольной точке «test1»

Практически сигнал на вход «приёмника» может быть подан в виде последовательности отсчётов с периодом дискретизации, равным шагу численного интегрирования уравнений математической модели «приёмника» из линии связи после аналого-цифрового преобразования. Результаты численного моделирования передачи информационного сигнала приведены на рис. 2-4.

Из рис. 2 видно, что сигнал в канале связи имеет наряду с периодической компонентой выраженную «случайную» составляющую. Это делает затруднительным определение характерных особенностей передаваемой информации. Распределение спектральной плотности для сигнала в линии связи (рис. 3) также показывает возможность маскировки передаваемого сообщения – наблюдается широкий шумовой пьедестал без выраженных спектральных компонент. После поступления в «приёмник» восстанавливается суммарный сигнал, содержащий информационный сигнал и несущую (рис. 4). Дальнейшая обработка простейшим фильтром низких частот позволит легко восстановить информационный сигнал.

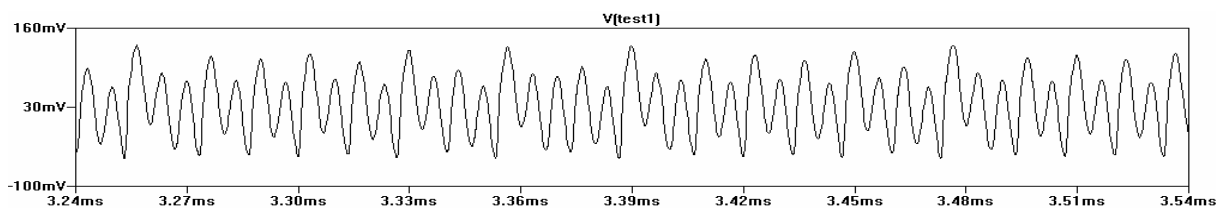


Рис. 2. Реализация сигнала в канале связи с введенным информационным сигналом (по оси абсцисс отложено время, по оси ординат отложена амплитуда)

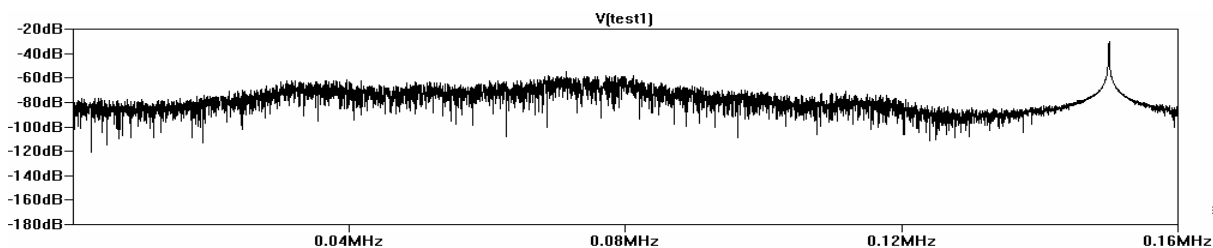


Рис. 3. Спектр мощности сигнала в канале связи с введенным информационным сигналом (по оси абсцисс отложена частота, по оси ординат отложена относительная амплитуда)

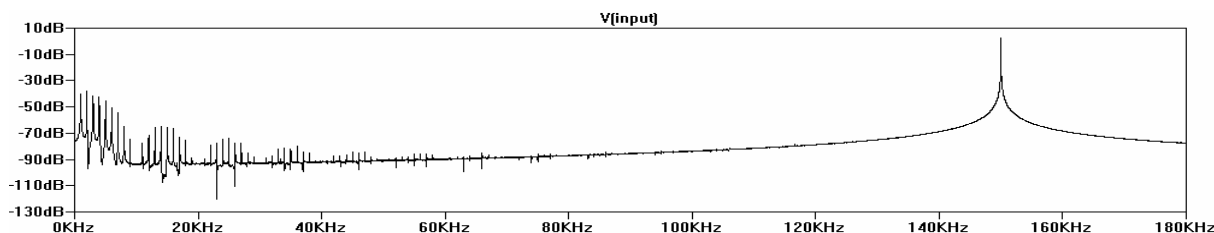


Рис. 4. Спектр мощности восстановленного информационного сигнала на выходе «приёмника»

ЛИТЕРАТУРА

1. Шустер Г. Детерминированный хаос / Г. Шустер. М.: Мир, 1988. 253 с.
2. Дмитриев А.С. Динамический хаос как парадигма современных систем связи / А.С. Дмитриев, А.И. Панас, С.О. Старков // Зарубежная радиоэлектроника. 1997. №10. С.
3. Information transmission by chaotizing / F. Bohme, U. Feldman, W. Schwarz, A. Bauer // Proc. NDES'94. 1994. P.163-168.

Мантуров Алексей Олегович –

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Глуховская Елена Евгеньевна –

аспирант кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Тимошенко Юрий Андреевич –

соискатель кафедры «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 681.5.015

С.И. Суятинов, О.Ю. Торгашова, О.Е. Шворнева, А.В. Пересунькина

АЛГОРИТМ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПОДСИСТЕМ КАРДИОВАСКУЛЯРНОЙ СИСТЕМЫ

Предложен алгоритм идентификации параметров подсистем кардиоваскулярной системы с использованием приближенного аналитического решения, а также на основе метода регуляризации.

Идентификация, метод многих масштабов, сглаживающий функционал

S.I. Suyatinov, O.Yu. Torgashova, O.E. Shvorneva, A.V. Peresun'kina

PARAMETRIC IDENTIFICATION ALGORITHM OF CARDIOVASCULAR SYSTEM COMPONENTS

The parametric identification algorithm of cardiovascular system components with use of the approximate analytical solution and on the basis of the regularization method is proposed.

Identification, multiscale method, smoothing functional

Известно, что взаимосвязи подсистем организма являются основой регуляторных механизмов и адаптационных способностей человека. Регуляторные процессы сопровождаются изменением параметров подсистем, что приводит к соответствующим изменениям характеристик регистрируемых биосигналов. В силу особенностей функционирования и доступности наблюдения особое внимание исследователей привлекает биосистема «сердце-сосуды». Например, в [1] динамика пульсовой активности представлена в универсальной форме по методу Такенса. Такое представление не отражает реальные физиологические параметры системы, хотя и позволяет реконструировать модель по экспериментальным данным. Этот недостаток отсутствует, когда структура модели выбирается заранее, а затем проводится идентификация ее параметров. Последние исследования показали, что динамика кардиоваскулярной системы хорошо описывается уравнениями связанных нелинейных осцилляторов [2], однако вопросы параметрической идентификации не нашли должного отражения.

Предлагается алгоритм идентификации параметров подсистем кардиоваскулярной системы, который включает следующие шаги: 1) задание структуры модели в форме уравнения осциллятора; 2) получение приближенного аналитического решения уравнения и исследование свойств решения; 3) решение за-

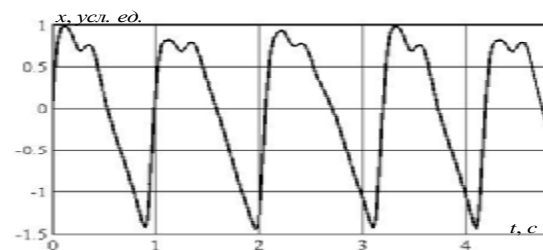


Рис. 1. Сигнал пульсовой волны

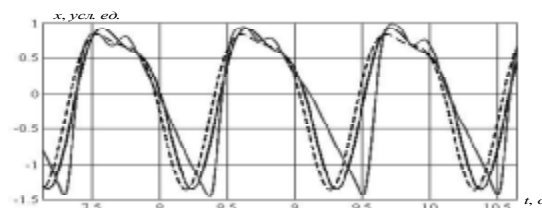


Рис. 2. Графики экспериментально полученного сигнала (серая сплошная линия), сигнала эталонной модели (пунктирная линия) и оценки (черная сплошная линия)

дачи параметрической идентификации как задачи минимизации сглаживающего функционала с учетом априорных сведений о структуре аналитического решения.

Рассмотрим возможность применения алгоритма на примере идентификации параметров уравнения, описывающего колебания стенки сосуда. Экспериментально полученный сигнал представлен на рис. 1.

Уравнение, описывающее динамику стенки сосуда, имеет вид [3]

$$d^2x/dt^2 + [e_1(x^2 - r^2) + e_2((dx/dt)^2 - \Omega_0^2 r^2)] dx/dt + a_1 x + a_3 x^3 = b \cos wt, \quad (1)$$

где x [усл. ед.] – линейное перемещение стенки сосуда ([усл.ед.] – условные единицы, пропорциональные [м]), t [с] – время, r [усл. ед.] – ограничение, накладываемое на перемещение стенки сосуда, $\Omega_0 r$ [усл. ед./с] – ограничение по скорости перемещения, e_1 [1/(усл. ед.)²с] ($e_1 > 0$), e_2 [с/усл.ед.²] ($e_2 > 0$) – постоянные коэффициенты, a_1 [1/с²] ($a_1 > 0$), a_3 [1/(усл.ед.·с)²] – параметры, описывающие жесткость (эластичность) стенки сосуда, b [усл. ед./с²], $w = 2w_0$ [рад/с] – параметры, описывающие соответственно амплитуду и частоту возмущения, имеющего смысл давления под действием прямой и отраженной волн тока крови, w_0 [рад/с] – собственная частота соответствующей линейной задачи.

Для простоты рассмотрим случай, когда $\Omega_0 = w_0$. Получим приближенное решение уравнения (1), используя метод усреднения или метод многих масштабов:

$$\begin{aligned} x_1(t) &= A_1 \cos(2w_0 t) + A_2 \cos(w_0 t + b), \\ x_2(t) &= A_1 \cos(2w_0 t). \end{aligned} \quad (2)$$

Амплитуды составляющих решения (2) определяются выражениями

$$A_1 = -b/(3w_0^2), \quad A_2 = 2r\sqrt{M_1 - M_2 b^2/(18r^2 a_1^2)}, \quad (3)$$

где $M_1 = (e_1 + e_2 w_0^2)/(e_1 + 3e_2 w_0^2)$, $M_2 = (e_1 + 12e_2 w_0^2)/(e_1 + 3e_2 w_0^2)$, $b = const$.

Таким образом, система имеет две периодические траектории: $x_1(t)$ и $x_2(t)$. Исследование устойчивости найденных периодических траекторий с использованием показателей Ляпунова [4] показало, что при положительных параметрах e_1 , e_2 , a_1 , a_3 , b периодическая траектория $x_1(t)$ является устойчивой, а периодическая траектория $x_2(t)$ – неустойчивой. При проведении идентификации будем считать, что система находится на устойчивой траектории.

Уравнение периодической траектории $x_1(t)$, позволяет рассматривать результирующее колебание как сумму $x(t) = A_1 \cos(f_1) + A_2 \cos(f_2) = A \sin f$, $f_1 = 2wt + j_1$, $f_2 = wt + j_2$.

С использованием векторного представления комплексного числа получим выражение для амплитуды результирующего сигнала $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos(wt + j_1 - j_2)$ или

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos wt \cos j - 2A_1 A_2 \sin wt \sin j, \quad j = j_1 - j_2 = -b. \quad (4)$$

Определим A_1 , A_2 . Введем вектор оцениваемых параметров:

$$Y = colon\{A_1^2 + A_2^2, A_1 A_2 \cos j, A_1 A_2 \sin j\}. \quad (5)$$

По методу наименьших квадратов найдем оценку \hat{Y} . Из (5) следуют выражение для разности фаз $j = \arctg(\hat{Y}_3/\hat{Y}_2)$ и уравнения для определения A_1 , A_2 :

$$A_1^4 - \hat{Y}_1 A_1^2 + \hat{Y}_2^2 + \hat{Y}_3^2 = 0, \quad A_2^2 = \hat{Y}_1 - A_1^2. \quad (6)$$

Теперь, зная A_1 , A_2 , из выражений (3) можно определить параметры b и r :

$$b = A_1(-3w_0^2), \quad r = \sqrt{[A_2^2 + M_2 b^2/(18a_1^2)]/(4M_1)}. \quad (7)$$

Для нахождения параметров e_1 , e_2 , a_3 будем использовать метод регулярного оценивания, описанный в [5], основанный на применении регуляризации Тихонова.

Пусть уравнение модели и уравнение выхода объекта описываются выражениями

$$\dot{x}_s = f(x_s, t) + G(x_s, t)w(t), \quad h(t) = z(x_s, t) + h(t), \quad x_s(t_0) = x_{s0}, \quad (8)$$

где $x_s \in R^n$ – обобщенный вектор состояния, включающий внутренние состояния системы, а также параметры, подлежащие идентификации, $w(t) \in R^m$ – вектор возмущений, $h(t) \in R^l$ – вектор помех измерения, $f(x_s, t)$, $G(x_s, t)$, $z(x_s, t)$ – известные функции.

Введем в рассмотрение стабилизирующий функционал, характеризующий отклонения выходных характеристик системы от эталонных значений

$$\Omega(\hat{x}) = \frac{1}{2} \int_{t_0}^T (\hat{x} - \bar{x})^T R_x^{-1} (\hat{x} - \bar{x}) dt, \quad (9)$$

где $\hat{x} \in R^n$ – оценка вектора x_s , $\bar{x} \in R^n$ – вектор эталонной модели, $R_x^{-1} = R_x^{-1}(t) \in R^{n \times n}$ – диагональная матрица масштабирования.

Сглаживающий функционал имеет вид

$$I_a = \frac{1}{2} [(\hat{x} - \bar{x})^T R_0^{-1} (\hat{x} - \bar{x})] + \frac{1}{2} \int_{t_0}^T w^T(t) R_w^{-1} w(t) dt + \frac{1}{2} \int_{t_0}^T [h(t) - z(x_s, t)]^T R_h^{-1} [h(t) - z(x_s, t)] dt + a \Omega(\hat{x}), \quad (10)$$

где $R_0^{-1} = R_0^{-1}(t_0) \in R^{n \times n}$, $R_w^{-1} = R_w^{-1}(t) \in R^{m \times m}$ – весовые матрицы, характеризующие точность определения начального состояния системы и интенсивность возмущающих воздействий соответственно; $a > 0$ – параметр регуляризации.

Задача минимизации (10) сводится к решению уравнений регулярного оценивания [5]

$$\begin{aligned} \dot{\hat{x}} &= f(\hat{x}, t) + P(t) \left\{ \partial z^T(\hat{x}, t) / \partial \hat{x}(t) \cdot R_h^{-1} [h(t) - z(\hat{x}, t)] - a R_x^{-1} (\hat{x} - \bar{x}) \right\} \\ \dot{P}(t) &= \partial f(\hat{x}, t) / \partial \hat{x} \cdot P(t) + P(t) \cdot \partial f^T(\hat{x}, t) / \partial \hat{x} + G(\hat{x}, t) R_w G^T(\hat{x}, t) + \\ &+ P(t) \left\{ \partial / \partial \hat{x} \left[\partial z^T(\hat{x}, t) / \partial \hat{x}(t) \cdot R_h^{-1} [h(t) - z(\hat{x}, t)] + a R_x^{-1} \right] \right\} P(t). \end{aligned} \quad (11)$$

Структура системы полагается известной и соответствует (1). Обобщенный вектор состояния и функции, входящие в (8) и (11), определяются следующим образом:

$$x_s = \text{colon}\{x, \dot{x}, e_1, e_2, a_3\} = \text{colon}\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\},$$

$$f(x_s, t) = \text{colon}\{x_2, -(x_1^2 - r^2)x_2x_3 - x_1a_1 - x_1^3x_5 + b \cos 2w_0t, 0, 0, 0\}, \quad (12)$$

$$G(x_s, t) = \text{colon}\{0_{3 \times 2}, E_3\}, \quad z(x_s, t) = Hx_s = [E_2 \quad 0_{2 \times 3}]x_s.$$

Уравнения (11) были решены в системе Matlab Simulink. По сигналу, представленному на рис. 1, определены $w_0 = 5,889$ [рад], $a_1 = w_0^2$. После примерно 10 итераций, в ходе которых осуществлялись моделирование и последующая коррекция параметров, были получены значения $e_1 = 0,5$ [1/(усл.ед.²·с)], $e_2 = 0,001$ [с/усл.ед.²], $a_3 = 0,0004$ [1/(усл.ед.·с)²]. Параметры $r = 33,239$ [усл.ед.], $b = 0,633$ [усл.ед./с²] определены по формулам (7). Графики экспериментально полученного сигнала, сигнала эталонной модели и оценки представлены на рис. 2.

При оценке функционального состояния человека по параметрам модельного уравнения определяющими будут параметры, найденные с использованием аналитического приближенного решения. Например, в рассматриваемом случае определяющими будут параметры b , r , a_1 , второстепенными будут параметры e_1 , e_2 , a_3 . На основании результатов идентификации может быть проведено уточнение исходной модели.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ и CRDF (REC-006 SR-006-X1/BF7M06 Y5-B-06-03), а также РФФИ (проект №07-07-12066).

ЛИТЕРАТУРА

1. Characterization of biological internal dynamics by the synchronization of coupled chaotic system / Yamaguchi Akihiro, Watanabe Hirotaka, Mikami Sadayoshi, Wada Mitsuo // Robotics and Autonomous Systems. No 2-3. P. 195-206. 1999.

2. Stefanovska A. Modelling couplings among the oscillators of the cardiovascular system / A. Stefanovska, D.G. Luchinsky, P.V.E. McClintock // Physiological measurement. No 22. P. 551-564. 2001.

3. Методика идентификации сложных систем / С.И. Суятинов, Н.С. Самочетова, А.В. Ланцберг, А.В. Коблов // Вестник СГТУ. 2007. №4 (28). С. 31-38.

4. Методы качественной теории в нелинейной динамике. Ч. 1 / Л.П. Шильников, А.Л. Шильников, Д.В. Тураев, Л. Чуа. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. 416 с.

5. Бурлай И.В. Регуляризованный алгоритм идентификации параметров динамических систем / И.В. Бурлай, Н.В. Посупонько, Е.А. Кондранин // Техника машиностроения. 2006. №1 (57). С.23-29.

Суятинов Сергей Игоревич –

доцент кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Торгашова Ольга Юрьевна –

доцент кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Шворнева Ольга Евгеньевна –

магистрант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Пересунькина Анастасия Владимировна –

студентка Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 681.3

М.Ф. Степанов, Т.М. Брагин, А.М. Степанов

**ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

Специфические особенности организации интеллектуальных самоорганизующихся систем автоматического управления обусловили необходимость введения многоуровневой системы распределённых вычислений. Выделяются уровни систем и объектов, компонентов систем управления, отдельных этапов и шагов алгоритмов управления и самоорганизации.

Интеллектуальные самоорганизующиеся системы, распределённые вычисления

M.F. Stepanov, T.M. Bragin, A.M. Stepanov

**FEATURES OF MODELLING INTELLECTUAL SELF-ORGANISING SYSTEMS
OF AUTOMATIC CONTROL WITH USAGE OF RESOURCES OF PARALLEL
CALCULATIONS**

Specific features of the organisation intellectual self-organising automatic control systems have caused necessity of introduction of multilevel system of the distributed calculations. Levels of systems and objects, components of the control systems, separate stages and steps of control algorithms and self-organising are selected

Intellectual selforganising systems, distributed computing, modeling and simulation

Необходимость координированного децентрализованного управления совокупностью объектов произвольной физической природы, возможно, взаимосвязанных и взаимодействующих, расширяет сферы применения интеллектуальных самоорганизующихся систем автоматического управления (ИССАУ) [1]. Сложность системной организации создаваемой при этом иерархической системы децентрализованного управления создаёт дополнительные трудности как на этапе проектирования, так и на этапе исследования, осуществляемого методами математического моделирования.

Данная работа посвящена вопросам совершенствования средств моделирования ИССАУ на основе использования методов распараллеливания вычислений.

С учётом системной организации ИССАУ можно выделить следующие виды возможного параллелизма вычислительного процесса моделирования иерархически взаимосвязанной совокупности ИССАУ, осуществляющих координированное децентрализованное управление совокупностью возможно взаимодействующих объектов:

- параллельное моделирование различных объектов управления;
- параллельная обработка алгоритмов функционирования различных ИССАУ;
- параллельное моделирование функционирования различных компонентов каждой отдельно взятой ИССАУ.

При этом первый и второй виды параллелизма можно реализовать либо посредством размещения вычислительного процесса на различных узлах вычислительной сети, либо с помощью отдельных взаимодействующих потоков команд (нитей) в пределах одного узла.

Третий вид параллелизма также может быть реализован посредством использования потоков команд. Однако здесь могут быть использованы и аппаратные средства, обеспечивающие распараллеливание вычислений. При этом помимо многоядерных процессоров, возможно применение и специальных вычислительных устройств, например, нейроплаты типа МЦ 4.01, на которых, помимо скалярного процессора, имеется и векторный, осуществляющий выполнение операций векторного умножения за 1 такт. Наличие у каждого процессора собственной памяти, общей памяти для всех процессоров, возможностей организации обмена данными между процессорами платы, а также персональным компьютером позволяет отнести такой подход к распараллеливанию вычислений к системам с неоднородным доступом к памяти.

Модификация системы моделирования ИССАУ «МИССАУ» [1], реализующая указанные виды параллелизма, получила название МИСС-Р. Она представляет собой клиент-серверную систему, в которой выделяются:

- клиентское приложение, осуществляющее взаимодействие с пользователем, формирующее постановку задачи моделирования, запуск отдельного потока команд (нити) для осуществления основного цикла моделирования, в ходе которого осуществляется распределение подзадач для серверов моделирования компонентов ИССАУ (объектов управления, среды функционирования, собственно ИССАУ);
- сервер моделирования объектов управления;
- сервер моделирования сред функционирования ИССАУ;
- сервер моделирования ИССАУ, включая такие сложные компоненты, как решающая (планирующая) и исполнительные подсистемы, осуществляющие автоматическое решение [2] задачи синтеза закона управления в изменяющихся условиях функционирования ИССАУ.

Для организации взаимодействия клиентского приложения и серверов, осуществляющих основные вычисления, в процессе моделирования разработан протокол обмена информацией, предусматривающий идентификацию участников и сеанса работы. При этом как в клиентском приложении, так и на серверах основной поток команд обслуживает интерфейс с пользователем (для серверов это соответствует отладочному режиму). Взаимодействие с другими компонентами распределённой системы моделирования организуется в отдельных потоках команд, что приводит к необходимости их синхронизации.

В настройках серверных приложений системы МИСС-Р можно указать необходимость использования в ходе моделирования нейроплаты МЦ 4.01. При этом, если на компьютере указанная нейроплата отсутствует, осуществляется эмуляция её использования.

На рис. 1 приведены экранные формы клиентского приложения и серверов в процессе решения задачи моделирования совокупности из четырёх ИССАУ, управляющих четырьмя объектами. Для серверов включён режим протоколирования обмена данными.

На рис. 2 приведены результаты решения задачи моделирования, в которой одна ИССАУ назначена старшей для остальных ИССАУ. Требования к точности регулирования, предъявляемые к подчинённым ИССАУ, более жёсткие, чем значения, задаваемые их собственными целями управления.

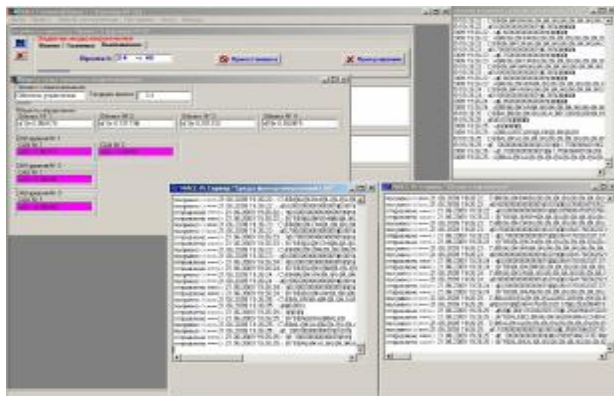


Рис. 1. Экранные формы клиентского приложения и серверов «Объект управления», «Среда функционирования САУ», «Интеллектуальная самоорганизующаяся САУ» в процессе моделирования

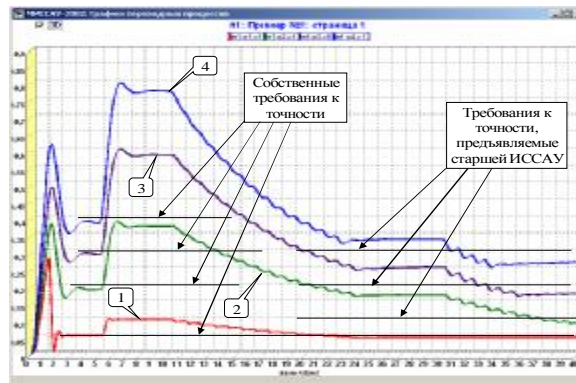


Рис. 2. Переходные процессы в управляемых объектах (цифрами обозначены графики переходных процессов по регулируемым переменным соответствующих объектов управления)

Исследование (моделирование) рассмотренной совокупности из четырех ИССАУ, управляющих закрепленными за ними объектами, осуществляется в следующей последовательности:

1. Автономное моделирование объектов управления без управляющих воздействий на отрезке времени от 0 до 1 с.

2. Моделирование на отрезке времени от 1 до 10 с объектов управления с управляющими воздействиями, вырабатываемыми системами управления по закону управления, предварительно построенному самостоятельно каждой системой управления в соответствии с индивидуальными требованиями целей управления. Самоорганизация не включена. Старшая ИССАУ оценку подчиненных не выполняет.

3. Начиная с 5 с величина внешнего возмущения становится в два раза больше номинального, что приводит к невыполнению требований целей управления всех ИССАУ.

4. На отрезке времени от 10 до 20 с выполняется моделирование с включенной самоорганизацией. Параметры самоорганизации: период 1 с, скорость самоорганизации 0,1.

5. Начиная с 30 модельного времени старшая САУ начинает формировать оценки для подчиненных САУ, которые их учитывают в моменты самоорганизации.

Результаты моделирования (см. рис. 2): 1) управление без самоорганизации обеспечивает установившуюся ошибку, удовлетворяющую требованиям собственных целей управления при действии номинального внешнего воздействия; 2) увеличение внешнего возмущения приводит к невыполнению собственных целей управления в условиях отключенной самоорганизации; 3) управление с самоорганизацией обеспечивает значение установившейся ошибки удовлетворяющей собственным целям управления; 4) посредством выдачи качественной оценки (хорошо/плохо) старшая ИССАУ «навязывает» подчиненным ИССАУ новые требуемые значения установившихся ошибок, которые успешно отрабатываются средствами самоорганизации подчиненных ИССАУ, обеспечивая установившуюся ошибку удовлетворяющей требованиям старшей ИССАУ.

Проведённые исследования показали целесообразность применения параллельных вычислений в задаче моделирования ИССАУ. Дальнейшие исследования направлены на сравнительный анализ применения различных методов распараллеливания в распределённой вычислительной сети, таких как MPI, PVM, OpenMP, BSPlib и др. как в системах с неоднородным доступом к памяти, симметричных мультипроцессорных системах, так и в кластерных системах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов М.Ф. Интеллектуальные самоорганизующиеся системы автоматического управления / М.Ф.Степанов. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2002.

2. Степанов М.Ф. Автоматическое решение формализованных задач теории автоматического управления / М.Ф. Степанов. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2000.

Степанов Михаил Фёдорович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Брагин Тимофей Михайлович –

аспирант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Степанов Андрей Михайлович –

аспирант кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 62.50: 621.789.32

М.В. Мусатов, А.А. Львов

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ И МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ОЦЕНОК

Метод наименьших квадратов в настоящий момент широко применяется при обработке результатов естественнонаучных опытов. Проводится анализ применяемых на практике разновидностей МНК и исследуется новый критерий, названный полным методом наименьших квадратов

Метод наименьших квадратов, гетероскедастичность, автокорреляция

M.V. Musatov, A.A. L'vov

ANALYSIS OF LS MODELS AND METHOD OF OBTAINING ESTIMATES

Least-squares method is widely used in processing of results of natural science experiments. The analysis of LSMs versions applied in practice is given in the article as well as the new criteria, called the full least squares method discussed

Least squares method, autocorrelation, heteroscedasticity

При несоблюдении основных предпосылок метода наименьших квадратов (МНК) приходится корректировать модель. Если дисперсия возмущения зависит от значений факторов, то подобные регрессионные модели называются моделями с гетероскедастичностью возмущений, при которых оценки её параметров традиционным МНК неэффективны. Рассчитанные значения стандартных отклонений ошибок коэффициентов уравнения регрессии могут быть заниженными, а при проверке статистической значимости коэффициентов может быть ошибочно принято решение об их значимом отличии от нуля, тогда как на самом деле это не так.

При наличии автокорреляции возмущений МНК дает несмещенные и состоятельные оценки параметров модели, которые, однако, неэффективны. По сравнению с гетероскедастичностью возмущений автокорреляция приводит, наоборот, к завышению стандартных ошибок коэффициентов уравнения регрессии. На основе таких результатов может быть сделан ошибочный вывод о несущественном влиянии исследуемого фактора на зависимую переменную, в то время как на самом деле влияние фактора на нее значимо.

Ковариации и дисперсии возмущений могут быть произвольными, т.е. задаваться некоторой положительно определенной ковариационной матрицей Ω :

$$m(\epsilon\epsilon^T) = \Omega. \quad (1)$$

Модель множественной регрессии, для которой выполняется условие (1), называется обобщенной линейной моделью множественной регрессии. Для получения несмещенных и эффективных оценок параметров такой модели применяют обобщенный МНК (ОМНК), получаемый на основе минимизации функции:

$$e^T \Omega^{-1} e \rightarrow \min. \quad (2)$$

Вектор оценок b^* параметров обобщенной модели определяется как [1]

$$b^* = (X^T \Omega^{-1} X)^{-1} X^T \Omega^{-1} Y. \quad (3)$$

На практике ковариационная матрица вектора возмущений Ω , как правило, неизвестна, и для реализации ОМНК приходится вводить дополнительные условия на структуру матрицы Ω . Рассмотрим применение ОМНК для корректировки гетероскедастичности возмущений. Пусть строится линейная регрессионная модель. Будем считать, что модель гетероскедастична, т.е. дисперсии возмущений $s^2(e_i)$ ($i=1, 2, \dots, n$) не равны между собой, а сами возмущения некоррелированы и их математические ожидания равны нулю. Это означает, что ковариационная матрица вектора возмущений Ω будет диагональной.

Для оценки параметров такой модели используется взвешенный МНК (ВМНК), являющийся частным случаем обобщенного МНК. Условие взвешенного метода наименьших квадратов имеет вид

$$\sum_{i=1}^n [e_i^2 / s(e_i)] \rightarrow \min. \quad (4)$$

Вектор b^* оценок параметров модели определяется по формуле (4). На практике среднеквадратические отклонения возмущений $s(e_i)$, как правило, неизвестны. Поэтому для применения ВМНК, необходимо сделать предположение о значениях $s(e_i)$. Часто считают

среднеквадратическое отклонение возмущений пропорциональным значению одного из факторов, что делает выборочную совокупность неоднородной.

Если имеется автокорреляция возмущений, то для оценки параметров модели используют другой частный случай МНК. Основным недостатком данной модели является предположение о несимметричности МНК, т.е. предполагается, что ошибки возможны исключительно в матрице значений факторов X . Для симметричной модели (в предположении, что ошибки возможны как в матрице значений факторов X , так и в векторе значений результата Y) применяется общий МНК. И модель можно представить в следующем виде:

$$y_i + \Delta y_i = \sum_{k=1}^N x_k \cdot b_k(\mathbf{x}_i + \Delta \mathbf{x}_i). \quad (5)$$

Решение задачи общего МНК приведет к получению лучших результатов, если предположение о наличии ошибок не только в матрице X , но и в векторе Y окажется верно. Однако в случае наличия гетероскедастичности и автокорреляции возмущений приведет, соответственно, к тому, что оценки параметров модели не будут эффективными и к завышению ошибок коэффициентов уравнения регрессии.

Все достоинства выше перечисленных методов объединяет в себе относительно новая разновидность МНК, а именно полный МНК. Многие модели измерений описаны как нелинейное соотношение между величиной \underline{y} и множеством L других параметров $\underline{x} = [\underline{x}^{(1)} \mathbf{K} \underline{x}^{(L)}]^T$. Часто используемая модель зависит от N параметров x_k , как показано ниже:

$$\underline{y} = \sum_{k=1}^N x_k \cdot b_k(\underline{x}) \quad \underline{x} \in R^{L \times 1}, \quad (6)$$

где $b_k(\cdot)$ – N вещественных функций от L переменных, называемых базисом модели. Задача построения регрессии состоит в определении N параметров x_k по заданному множеству из M измерений y_i и x_i и величин \underline{y} и \underline{x} из (10) (переменные величины обозначены подчеркнутыми, а их оценки, полученные по данным измерения, – неподчеркнутыми). После нахождения параметров модели x_k , необходимо оценить неопределенность или точность их оценивания, так как измеренные данные \underline{y}_i и \underline{x}_i известны с погрешностями.

Принципиальным отличием рассматриваемой задачи от классического МНК [1] является предположение, что ошибки воздействуют на все M измеренных величин \underline{y} и \underline{x} , даже если рассматривать точную модель (10). Поэтому не будут удовлетворяться точно все $M(L+1)$ уравнений

$$y_i \approx \sum_{k=1}^N x_k \cdot b_k(\mathbf{x}_i), \quad i \in 1, \mathbf{K}, M. \quad (7)$$

После введения расстояния d , определяющего рассогласование между данными и моделью, основанной на метрологическом анализе, получена новая математическая формализация – полный МНК (ПМНК).

Модель измерения (10) ведет к решению противоречивого множества уравнений (5), когда величины \underline{y} и \underline{x} в (10) заменяются измеренными значениями y_i и x_i , полученными при повторных наблюдениях. Уравнение (5) может быть переписано как

$$\{I_M \otimes \xi^T\} \cdot b(x) \approx y. \quad (8)$$

Символ \otimes представляет матричное кронекеровское произведение. Уравнение (7) может быть переписано более в компактной матричной форме

$$\Xi \cdot a \approx 0_{M \times 1}, \quad (9)$$

где $\Xi = [I_M \otimes \xi^T - I_M]$ и $a = a(m) = [b \quad y]^T$. Вектор a выражен как функция вектора измеренных данных m размерности $M(L+1)$ $m = [x \quad y]^T$.

Вводя в систему уравнений (5) корректирующие случайные члены Δy_i и Δx_i (возникающие из-за недостоверности измерения) можно свести (5) к следующей непротиворечивой системе уравнений

$$y_i + \Delta y_i = \sum_{k=1}^N x_k \cdot b_k(x_i + \Delta x_i) \quad (10)$$

или это эквивалентно следующей записи, что следует из (7),

$$\Xi \cdot a(m + \Delta m) = 0, \quad \Delta m = [\Delta x \quad \Delta y]^T. \quad (11)$$

Уравнение (8) допускает следующее приближение первого порядка:

$$\Xi \cdot \{a + D \cdot \Delta m\} = 0, \quad D = da/dm. \quad (12)$$

Существует несколько возможностей, чтобы определить несоответствие между моделью и данным вектором измерения m , причем каждая из них обычно сводится к различному решению регрессионной задачи. Степень несоответствия измеряется соответствующим расстоянием d , вводимым в метрическом пространстве данных.

$$\|m\|_{\Sigma(m)} = \sqrt{m^T \cdot \Sigma(m)^{-1} \cdot m}, \quad (13)$$

где $\Sigma(m)$ – дисперсионная матрица вектора измеренных данных m .

Поскольку согласно (8) Δm является случайной поправкой измеренных данных, необходимой для получения непротиворечивой модели, представляется естественным определить следующую количественную характеристику соответствия модели измеренным данным $d = \|\Delta m\|_{\Sigma(m)}$ и вычислить коэффициенты регрессии x модели, минимизирующие расстояние d , с учетом ограничения $\Xi \cdot \{a + D \cdot \Delta m\} = 0_{M \times 1}$, то система уравнений (9) будет совместной. Другими словами, проблема построения регрессии требует решения следующей задачи условной оптимизации:

$$\tilde{x} = \min_x \|\Delta m\|_{\Sigma(m)} \text{ при условии } \Xi \cdot \{a + D \cdot \Delta m\} = 0. \quad (14)$$

Наиболее полным критерием является полный МНК, так как даёт не смещенные состоятельные и эффективные оценки для моделей с наличием гетероскедастичности и автокорреляции возмущений, а также наличием ошибок как в матрице значений факторов X , так и в векторе значений результата Y . Однако стоит заметить, что для использования в моделях, где присутствует гетероскедастичность и автокорреляция возмущений, но нет ошибок в векторе значений результата, больше подходит ОМНК, а при отсутствии гетероскедастичности и автокорреляции возмущений и наличии ошибок в векторе Y и матрице X – ПМНК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Линник, Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений / Ю.В. Линник. М.: ГИФМЛ, 1958. 334 с.

Мусатов Михаил Викторович –
магистрант Саратовского государственного технического университета

Львов Алексей Арленович –
доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая кибернетика и информатика»
Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

С.В. Спиридонов, М.С. Светлов

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ

Рассматриваются вопросы оптимизации значений параметров системы передачи данных в сетях цифрового телерадиовещания стандарта DVB-T по критерию минимума вероятности ошибочного приема. Приводятся результаты исследований для различных вариантов приемопередающего тракта.

Цифровое телевидение, вероятность ошибочного приема, спектральная характеристика

S.V. Spiridonov, M.S. Svetlov

THE ANALYSIS OF INFORMATION RELIABILITY OF DIGITAL TELE-RADIO BROADCASTING SYSTEMS

The problems of searching communication data system's optimal values, which give the minimum bit error rate in digital television conditioned DVB standard are observed. Therefore, for solution this problems we research different transceiver's schemes and get characteristics.

Digital television, bit error rate probability, correlation function

Исследование современных распределенных по значительной территории систем передачи информации, в частности цифровых систем телевизионного вещания, является весьма трудоемким. Это объясняется сложностью реальных устройств, высокой их стоимостью, отсутствием гибкости в изменении параметров систем и т.п. В связи с этим предпочтительным является использование для исследовательских целей программных моделей. Программные модели позволяют моделировать системы практически любой сложности при относительно низкой их стоимости. Простота моделирования любых входных информационных потоков, реализация моделей каналов с заданными статистическими свойствами, возможность изменения параметров моделируемых систем в широком диапазоне их значений, вариация структурных и алгоритмических процедур обработки сигналов, допускаемых стандартом, делают программные модели незаменимыми при исследованиях телерадиовещательных систем цифрового формата. При этом исключительно важной является возможность исследования систем с целью определения оптимальных значений их параметров.

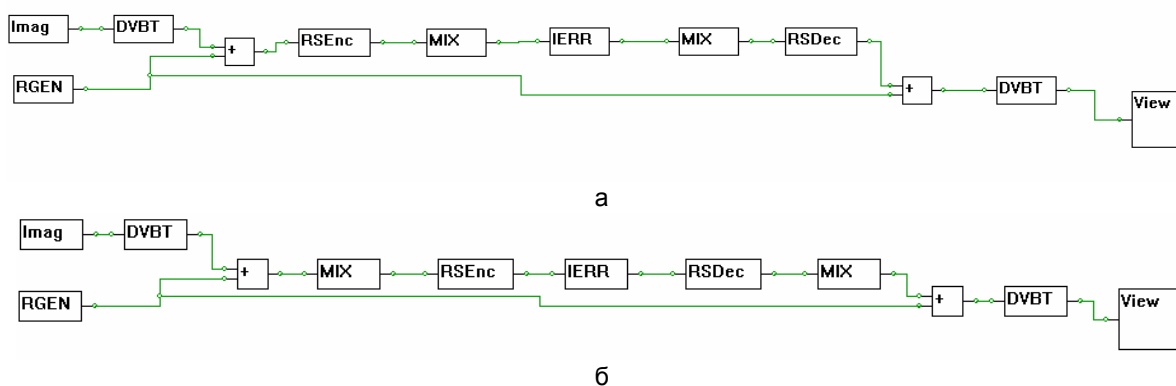
В системах передачи данных, используемых в системах связи, определяющей характеристикой является вероятность ошибочного приема, которая в соответствии с международными стандартами измеряется величиной E , характеризуемой числом n_e неисправленных (оставшихся на выходе последней ступени декодирования) ошибок в информационной последовательности длины N :

$$E = n_e [BER] / N. \quad (1)$$

Выбор значений основных параметров системы преследует цель минимизировать величину E вероятности ошибочного приема. Для исследования влияния рабочих параметров

системы на достоверность передачи (информационную надежность) использован специальный программный аппарат TVModelling v.1.01.

Для исследования в этой среде были реализованы два варианта структур кодирования-декодирования на базе принятых в стандарте DVB-T алгоритмов обработки сигналов. Блок-схемы программных моделей представлены на рисунке.



Варианты блок-схем моделей структур кодирования-декодирования стандарта DVB-T

Основными блоками моделей являются блоки перемежения (MIX), скремблирования и дескремблирования (RGEN, +), кодеров и декодеров Рида-Соломона (RSEnc, RSDec), блоки входной и выходной информационных последовательностей (DVBT), блок модели канала связи (IERR).

Как видно из рисунка, модели отличаются последовательностью соединения блоков перемежения и кодеров-декодеров Рида-Соломона. Исследование влияния очередности обработки сигналов на качество системы представляет особый интерес, так как стандарт DVB-T жестко не регламентирует алгоритм кодирования, а следовательно, и декодирования информации. Таким образом, имея два различных варианта моделирования этих алгоритмов и возможность гибко варьировать параметры моделей, удастся определить характеристики системы, при которых минимизирована величина вероятности ошибочного приема. В табл. 1 приведены некоторые результаты модельного эксперимента.

В табл. 2 приведены выборочные значения математического ожидания и среднеквадратического отклонения, вычисленные по экспериментальным данным табл. 1 соответственно по формулам (2) и (3).

$$M(x) = \sum_{i=1}^n p_i x_i, \quad (2)$$

где x_i – число ошибок на выходе при i -м измерении; $p_i \in [0,1]$ – вероятность появления ошибок на выходе при i -м измерении.

Данные в табл. 2 получены, когда величина $p_i = 1 (i = \overline{1, n})$.

$$s = \sqrt{D} = \sqrt{M(x^2) - [M(x)]^2}. \quad (3)$$

Характеристики для обеих систем близки друг к другу. Это объясняется включением в структуру алгоритма обработки сигнала процедуры рандомизации, реализуемой блоками скремблирования-дескремблирования. Свойства передаваемого сигнала приближаются к свойствам шумового сигнала, что, в свою очередь, приводит к более равномерному распределению энергии в используемой полосе частот. В конечном счете это ведет к возможности обеспечения более высокого уровня помехозащищенности.

Таблица 1

Количество ошибок на выходе приемника в зависимости от числа ошибок в пакете и корректирующей способности кодеров/декодеров Рида-Соломона

№ exper.	Кол-во ошибок в пакете	Корректирующая способность	Кол-во ошибок на выходе	
			а)	б)
1	2	2	0	0
2	2	2	0	0
3	2	2	0	0
4	3	2	5977	6089
5	3	2	6011	6020
6	3	2	6061	6073
7	3	2	5962	5971
8	3	2	6005	6007
9	4	2	7645	7662
10	4	2	7631	7638
11	4	2	7583	7665
12	4	2	7656	7715
13	4	2	7643	7749
14	9	8	12932	13219
15	9	8	13048	13068

Таблица 2

Статистические характеристики (математическое ожидание, СКО) систем, изображенных на рисунке

Кол-во ошибок в пакете	Корректирующая способность	$M(x)$		s	
		а)	б)	а)	б)
2	2	0	0	0	0
3	2	6003,2	6032	34,026	43,405
4	2	7631,6	7685,8	25,562	40,328
9	8	13024,42	13124	67,894	133,77

Несмотря на то, что указанные структуры имеют качественное сходство, тем не менее точная оценка и сравнение количественных показателей информационной надежности позволяют сделать вывод о некоторых преимуществах модели, приведенной на рисунке а).

Светлов Михаил Семенович –

доктор технических наук, доцент кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Спиридонов Сергей Викторович –

аспирант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 51.001.57:681.518

М.С. Светлов, А.Е. Руденко, Р.С. Пеньков

ОБ ОДНОМ ИЗ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ИНТЕРАКТИВНОЙ СЕТИ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ

Рассматриваются некоторые аспекты моделирования сети цифрового телерадиовещания. Вводятся параметры, характеризующие работу сети, предлагаются методы их оценки.

Цифровое телерадиовещание, система уравнений Эрланга

M.S. Svetlov, A.E. Rudenko, R.S. Pen'kov

ABOUT ONE OF WAYS OF THE ESTIMATION OF PARAMETERS INTERACTIVE NETWORKS OF DIGITAL TELE-RADIO BROADCASTING

Some aspects of the net of digital television and radio broadcasting modeling are considered. In particular new factors and criteria are introduced which characterize the net work, and also some methods of its diagnostic.

Digital TV and radio broadcasting, the system of Erlang equation

Переход на цифровое телерадиовещание связан с интенсивным развитием новых методов обработки сигнала, разработкой систем сжатия, методов кодирования цифровых потоков, развитием мультимедийных сервисов, Интернета и пр. Поэтому важной особенностью сетей цифрового телерадиовещания (ЦТРВ) является принципиальная возможность реализации широкого спектра предоставляемых услуг. Организация этих сервисов, которая невозможна при аналоговом вещании, является достаточно сложной задачей, требующей тщательного анализа и проработки. Сеть должна обеспечивать обмен данными как между пользователями сети и головной станцией, так и между различными группами пользователей.

Таким образом, основная задача моделирования сети цифрового телерадиовещания – возможность качественного анализа сети и количественных оценок ее параметров на основе тех или иных критериев. Рассмотрим подробнее вопрос дополнительных услуг. Очевидно, что оказание таких дополнительных услуг будет не бесплатным. Поэтому при реализации услуг требуется оценить, в каких случаях допустим и происходит отказ в выполнении услуги; каким образом определяется время ожидания выполнения услуги в случае невозможности ее немедленного выполнения; как устанавливаются приоритеты запросов тех или иных услуг; и т.п. Кроме того, следует иметь в виду, что в различное время суток количество запросов существенно различается. Поэтому необходимо иметь оценки времени занятости и простоя информационных каналов.

Таким образом, при моделировании сети цифрового телерадиовещания и последующем проведении исследований сети на базе модели необходимо ввести параметры, характеризующие работу сети. Как показал анализ возможных режимов работы сети, в качестве основных ее параметров, дающих оценки статистических характеристик сети, должны быть:

- вероятность отказа $P_{\text{отк}}$ в предоставлении услуги;
- среднее число $N_{\text{зан}}$ занятых информационных каналов;
- среднее число $N_{\text{своб}}$ свободных информационных каналов;

- коэффициент $K_{\text{прост}}$ простоя информационных каналов;
- коэффициент $K_{\text{занят}}$ занятости информационных каналов;
- относительная пропускная способность q информационных каналов (доля предоставленных услуг в общем числе запросов, поступивших в сеть ЦТРВ);
- средняя длина $L_{\text{очер}}$ очереди на выполнение услуги;
- среднее время $T_{\text{очер}}$ пребывания запроса об услуге в очереди.

Для определения указанных параметров сети предлагается использовать в качестве математической модели интерактивной телерадиовещательной сети систему уравнений Эрланга:

$$\begin{aligned} P'_0(t) &= -\lambda P_0(t) + P_1(t); \\ P'_k(t) &= \lambda P_{k-1}(t) - (\lambda + k)P_k(t) + (k+1)P_{k+1}(t) \quad (0 < k < n); \\ P'_n(t) &= \lambda P_{n-1}(t) - nP_n(t), \end{aligned} \quad (1)$$

где $P_k(t)$ – вероятность появления k запросов о предоставлении услуг в интервале времени t , λ – характеристический параметр системы уравнений Эрланга.

Решение этих уравнений позволяет воспользоваться для расчета вышеуказанных параметров формулой Эрланга:

$$P_k = \frac{\lambda^k}{k!} / \sum_{i=0}^n \frac{\lambda^i}{i!}. \quad (2)$$

Нахождение $P_k(t)$ дает возможность оценить работу сети цифрового телерадиовещания. Так, вероятность отказа $P_{\text{отк}}$ в предоставлении услуги определяется ситуацией занятости всех N информационных каналов и всех m мест в очереди и равна P_{N+m} . Среднее число занятых информационных каналов $N_{\text{зан}}$ определяется математическим ожиданием дискретной случайной величины:

$$N_{\text{зан}} = \sum_{k=1}^N kP_k + \sum_{k=N+1}^{N+m} NP_k = \lambda \left(1 - \frac{\lambda^{N+m}}{N!N^m} P_0 \right). \quad (3)$$

Среднее число свободных информационных каналов определяется как

$$N_{\text{своб}} = N - N_{\text{зан}}. \quad (4)$$

Коэффициент простоя информационных каналов:

$$K_{\text{прост}} = N_{\text{своб}}/N. \quad (5)$$

Коэффициент занятости информационных каналов:

$$K_{\text{занят}} = N_{\text{зан}}/N. \quad (6)$$

Относительная пропускная способность определяется величиной:

$$q = 1 - P_{\text{отк}}. \quad (7)$$

Средняя длина очереди на выполнение услуги:

$$L_{\text{очер}} = \sum_{k=N+1}^{N+m} (k - N)P_k. \quad (8)$$

Среднее время пребывания запроса об услуге в очереди:

$$T_{\text{очер}} = L_{\text{очер}} / I. \quad (9)$$

Аналогично могут быть определены и другие характеристики оценки свойств сетей ЦТРВ. Значения коэффициентов вычисляются на этапе анализа технических условий.

Проведенные экспериментальные исследования позволяют сделать вывод, с одной стороны, об адекватности модели реальным сетям цифрового телерадиовещания, с другой стороны, предложенная модель позволяет оценить основные параметры сети и оптимизировать сеть по критериям информационной надежности, с учетом функциональных особенностей сети и объема предоставляемых услуг.

Светлов Михаил Семенович –

доктор технических наук, доцент кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Руденко Алексей Евгеньевич –

магистрант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Пеньков Роман Сергеевич –

магистрант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.385

И.М. Ткаченко, А.А.Захаров

**ЭФФЕКТ СЛУЧАЙНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ В ТЕСТОВЫХ СТРУКТУРАХ
НА ОСНОВЕ ТРЕХПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
А. БИРНБАУМА**

Представлена модернизированная логистическая трехпараметрическая модель А. Бирнбаума с эффектом случайной идентификации. Исследована степень возникновения коэффициента случайной идентификации в различных формах тестовых структур. Представлены методы понижения влияния коэффициента случайной идентификации на точность оценок результатов посредством сведения его к минимуму.

Трехпараметрическая модель А. Бирнбаума, эффект случайной идентификации, тестовые задания на соответствие

I.M. Tkachenko, A.A. Zaharov

**EFFECT OF ACCIDENTALLY IDENTIFICATION IN THE TEST STRUCTURES
ON BASE THE TRIPARAMETRIC LOGISTICS MODEL OF A.BERNBAUM**

Modernized triparametric logistics model A. Birnbauma with effect of the casual identification is presented. The degree of the arising the factor to casual identification in different forms of the test structures is explored. Methods of reduction of the influence of the factor to casual identification on accuracy estimation result by means of information it to minimum are presented.

Triparametric model of A. Birnbaum, effect to casual identification, test tasks

Трехпараметрическая модель А. Бирнбаума [1] используется в тестах закрытой формы для учета фактора угадывания. Термин «угадывание» часто, если не сказать практически всегда в нашей литературе, является следствием плохого перевода с английского языка. На наш взгляд, целесообразнее применять вместо термина «угадывание» другой, более содержательный как в лингвистическом, так и в смысловом плане. Наиболее подходящим для такой замены следует предложить понятие «идентификация». Это тем более уместно, поскольку его можно раскрывать, конкретизировать дополнительными сочетаниями, такими как случайная, осознанная, знаниевая, которые фактически будут отражать уровень подготовленности тестируемого. Однако вернемся к трехпараметрической модели А.Бирнбаума.

Вероятность правильного решения тестируемыми j -го задания теста в случае использования трехпараметрической модели А. Бирнбаума [1] имеет вид

$$P_j\{X_{ij} = 1/b_j\} = c_j + (1 - c_j) \cdot \{1 + \exp[-1,7a_j \cdot (\Theta - b_j)]\}^{-1}, \quad (1)$$

где Θ характеризует степень подготовки тестируемого, b_j характеризует степень трудности j -го задания, параметр c характеризует вероятность правильного ответа тестируемых на j -е задание теста при полном отсутствии знаний ($\Theta \rightarrow -\infty$), a_j характеризует дифференцирующую способность задания и прямо пропорционален тангенсу угла наклона касательной к кривой в точке $\Theta = b_j$.

Рассмотрим 2 характеристические кривые, характеризующие задания теста с разным уровнем трудности, т.е. $b_1 > b_2$ (рисунок).

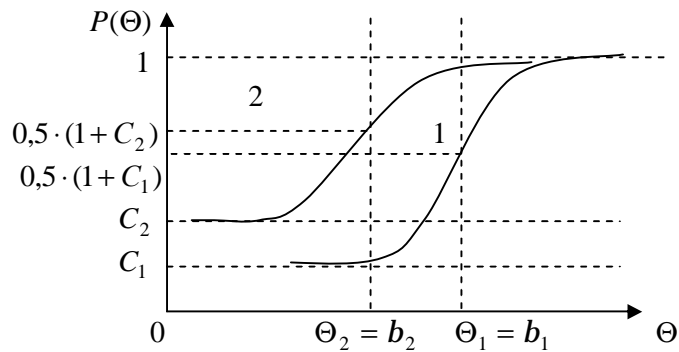


Рис. 1. Характеристические кривые двух заданий теста с различным уровнем трудности (β)

Известно, что задания, обладающие меньшим значением b_j , наиболее подвержены эффекту случайной идентификации, таким образом, C_j возрастает, кривая 2 смещается вверх относительно кривой 1, т.к. $b_1 > b_2$, $C_1 > C_2$. Из рисунка видно, что кривая 1 наиболее крутая относительно кривой 2, что указывает на более высокую дифференцирующую способность задания, т.е. $a_1 > a_2$ при $b_1 > b_2$, $C_1 > C_2$.

Эффект случайной идентификации снижает дифференцирующую способность заданий теста, точность оценок параметров Θ и b , ухудшает сходимость итерационных методов (метод наибольшего правдоподобия), используемых для повышения точности оценок латентных переменных Θ и b .

Погрешность возможного отклонения, связанная с появлением эффекта случайной идентификации, описываемого коэффициентом c_j , во многом определяется целью тестирования, содержанием и формой теста. Задача теста, используемого в качестве оценки уровня знаний, т.е. дифференциации обучающихся, состоит в том, чтобы свести выявленный коэффициент к минимуму ($c_j \rightarrow 0$).

Для заданий закрытого типа (на выбор правильного ответа) коэффициент c_j может быть уменьшен, если при его генерировании будет соблюден ряд правил, составленных для формирования эффективных заданий Полом Клайном [3].

В простейшем случае, когда предлагаются два или несколько вариантов поиска правильного ответа при наличии только одного правильного, величина коэффициента c_j обратно пропорциональна количеству предложенных вариантов ответа, тогда формула коэффициента случайной идентификации выглядит следующим образом:

$$C_j = 1/n, \quad (2)$$

где n – количество предложенных вариантов ответа, т.е. если $n = 2$, то $c_j = 1/2 = 0,5$, также он может быть представлен вероятностью случайной идентификации, а именно $Pc_j = C_j \cdot 100\%$.

Таким образом, увеличивая n мы уменьшаем c_j , а следовательно и Pc_j , однако оптимальное количество предлагаемых вариантов ответа не превышает 5, для закрытой формы тестовых заданий оптимальное значение $c_j = 0,2$, $Pc_j = 20\%$.

В общем случае коэффициент C_j представляет собой функционал, определяемый видом, типом, формой тестовых заданий, которые могут быть выражены через зависимые и независимые переменные:

$$C_j = f(x, y, z, \dots). \quad (3)$$

Каждая переменная относится к конкретному случаю, связанному с рассматриваемой структурой тестового задания.

Как известно, в заданиях открытого типа можно добиться, чтобы параметр C_j стремился к нулю, однако и это не всегда удается. Задания на выбор правильного ответа были рассмотрены выше.

Наиболее сложными для определения C_j являются задания на соответствие, поскольку их структура не является строго заданной и может быть чрезвычайно сложной и разнообразной [2].

1. В случае, когда структура задания включает два множества (a_i, b_j) с одинаковым числом элементов в каждом множестве, следует рассматривать ее как базовую. Причем в такой структуре имеются единственные соответствия между элементами заданных множеств ($i = j$). Для такого задания формула коэффициента C_j выглядит как

$$C_j = 1/(j-1) \text{ или } C_j = 1/(i-1). \quad (4)$$

Если в множество b_j ввести дополнительный элемент, то коэффициент $C_j = 1/i$, т.е. один элемент является дистрактором для всех элементов множества a_i и не востребован для соответствия.

2. При анализе более сложных заданий на соответствие, когда они включают, например, два множества, количество элементов которых отличается друг от друга на 2 и более и возможны не единственные соответствия между элементами таких множеств, найти зависимость C_j от изучаемой композиции непросто. Такие задания практикуются в медицинской диагностике, где симптомы (допустим, что это элементы множества b_j) могут относиться к различным заболеваниям (элементы множества a_i) и только их заданная совокупность должна характеризовать конкретное заболевание. Причем число элементов в множестве b_j может значительно превышать их количество в множестве a_i . Такие тестовые задания фактически вырождаются в полноценный тест, который может быть преобразован в большое количество более простых

тестовых заданий, в том числе и дихотомического типа или заданий на выбор правильного ответа из 3 и более предложенных, или задания на соответствие низких порядков.

Для такой композиции тестового задания $C_j \rightarrow 0$, т.к. даже при $i > 5$ число сочетаний из элементов множества a_i по 3 элемента равно 10.

Проведенный анализ показал, что при использовании заданий на соответствие при наличие числа элементов $i, j \geq 4$ трехпараметрическая модель А.Бирнбаума преобразуется в двухпараметрическую. Такой же вывод можно сделать и для заданий на соответствие с 3 или более множествами.

В заданиях на установление соответствия коэффициент случайной идентификации определяется сложностью логических цепочек, которые наиболее подробно могут быть представлены с помощью логистических моделей как симметричного, так и несимметричного вида. Данный параметр может быть рассчитан для каждого вспомогательного множества относительно главного, при этом он определяется не только количеством признаков, но и количеством элементов, которые необходимо идентифицировать с помощью системы распознавания образов.

Отдельному исследованию следует посвятить изучение зависимости коэффициента C_j от изложенных и других параметров, в частности от наличия нескольких правильных ответов (или признаков, характеризующих описываемый объект), т.е. в общем подходе необходимо рассмотреть, выявить и доказать зависимость C_j от ряда факторов типа

$$C_j = f(X_i), \quad (5)$$

где X_i являются характеристиками объекта, составными элементами истинности, может быть и различного уровня, хотя истина должна быть одна.

Так, формула для определения C_j в случае тестовых заданий на соответствий, выглядит следующим образом:

$$C_j = 1/N \cdot 1/n, \quad (6)$$

где N – количество элементов основного множества, n – количество признаков вспомогательного множества.

Соответственно вероятность случайной идентификации того или иного соответствия определяется формулой:

$$Pc_j = 1/N \cdot 1/n \cdot 100\%. \quad (7)$$

Коэффициент случайной идентификации для сложных тестовых композиций матричного типа, к которым относятся тесты на установление соответствий, определяется количеством вспомогательных множеств:

$$C = C_{\bar{b}} \cdot C_{\bar{e}} \cdot \dots \cdot C_p, \quad (8)$$

$$C = (1/N_{\bar{b}} \cdot 1/n_{\bar{b}}) \cdot (1/N_{\bar{e}} \cdot 1/n_{\bar{e}}) \cdot \dots \cdot (1/N_p \cdot 1/n_p),$$

где $C_{\bar{b}}, C_{\bar{e}}, C_p$ – коэффициенты случайной идентификации вспомогательных множеств B, B, \dots, P соответственно.

Тогда вероятность случайной идентификации для полной структуры определяется формулой

$$Pc = C \cdot 100\% = \{(1/N_{\bar{b}} \cdot 1/n_{\bar{b}}) \cdot (1/N_{\bar{e}} \cdot 1/n_{\bar{e}}) \cdot \dots \cdot (1/N_p \cdot 1/n_p)\} \cdot 100\%. \quad (9)$$

Так, рассчитаем коэффициент случайной идентификации на примере тестового задания на соответствие матричного типа «Вакуумные СВЧ устройства клистронного типа» (таблица).

Тестовое задание «Вакуумные СВЧ устройства клистронного типа»

а) Тип прибора	в) Конструктивные особенности	г) Вид взаимодействия	д) Режим работы
1. Отражательный клистрон	1. Содержит один резонатор	1. Однократная модуляция электронов по скорости и группировка в тормозящем электронном потоке	1. Генератор малой мощности
2. Двухрезонаторный пролетный клистрон	2. Группирователь состоит из одного резонатора	2. Однократная модуляция электронов по скорости и их группировка в пространстве дрейфа	2. Усилитель с низким коэффициентом усиления
3. Многорезонаторный клистрон	3. Группирователь содержит несколько резонаторов, выходная секция выполнена на базе резонатора клистронного типа	3. Многократная модуляция электронов по скорости, каскадная группировка	3. Выходной усилитель мощности резонансного типа
4. Твистрон	4. Группирователь содержит несколько резонаторов, выходная секция выполнена на базе согласованного отрезка замедляющей системы		4. Выходной усилитель мощности с расширенной полосой пропускания
5. Клистрон с распределенным взаимодействием	5. Группирователь содержит несколько резонаторов, выходная секция выполнена на базе резонансного отрезка замедляющей системы		5. Широкополосный выходной усилитель мощности

Определим коэффициент c_j для каждого из приведенных вспомогательных множеств, причем число элементов основного множества $N = 5$, тогда

– для множества В, где $n = 5$: $C_B = (1/5) \cdot (1/5) = 0,04$;

– для множества Г, где $n = 3$: $C_G = (1/5) \cdot (1/3) = 0,06$;

– для множества Д, где $n = 5$: $C_D = (1/5) \cdot (1/5) = 0,04$.

Общий коэффициент случайной идентификации: $C = 0,04 \cdot 0,06 \cdot 0,04 = 0,000096$.

Тогда вероятность случайной идентификации для полной структуры:

$$P_C = 0,000096 \cdot 100\% = 0,0096.$$

Если вернуться к наиболее простому случаю тестовых технологий, когда используется дихотомическая шкала, т.е. система 0 – 1, да – нет и т.д., то уменьшение коэффициента c_j можно осуществить путем объединения нескольких простейших тестовых заданий типа да – нет в структуры, содержащие до 3 – 5 (дальнейшее увеличение не имеет смысла) тестовых заданий. Данное преобразование приведет к уменьшению интегральной вероятности случайной идентификации. Так, для трех объединенных тестовых заданий интегральная вероятность случайной идентификации уменьшается до $(0,5)^3 = 0,0625$, т.е. 6,259 %.

Поскольку тестовое задание дихотомического плана можно рассматривать как элементы, порожденные (генерированы) сложной тестовой структуры, то фактически приведенный подход будет соответствовать использованию сложных тестовых композиций через дихотомические шкалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: учеб. пособие / М.Б. Чельшкова. М.: Логос, 2002. 432 с.
2. Захаров А.А. Измерительные системы в профессиональном образовании на основе тестовых технологий / А.А. Захаров. Саратов: СГТУ, 2003. 200 с.
3. Клайн П. Справочное руководство по конструированию тестов. Введение в психологическое проектирование / Пол Клайн. Киев, 1994. 276 с.

Ткаченко Ирина Михайловна –

аспирант кафедры «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета

Захаров Александр Александрович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 371.263(07)

В.Г. Каширин, А.А. Захаров, Т.Г. Сенокосова, Е.Н. Калашникова

**ФОРМИРОВАНИЕ ДАННЫХ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО
ОПРОСА МЕТОДОМ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

Рассматривается возможность применения математического аппарата линейного программирования для проектирования структуры данных социологического опроса.

Социологический опрос, симплекс-метод, структура данных

V.G. Kashirin, A.A.Zaharov, T.G. Senokosova, E.N. Kalachnikova

**DESIGNING OF STRUCTURE OF DATA FOR THE SOCIOLOGICAL INQUIRY
BY MEANS OF A LINEAR PROGRAMMING PROBLEM**

The possibility of applicability of a mathematical apparatus of a linear programming for shaping of sociological sample is considered, basing on the set conditions and restrictions.

Sociological Inquiry, simplex-method, tructure of data

В современной методологической литературе обычно рассматривают существование трех основных методов сбора первичной социологической информации. К ним относят метод опроса, метод прямого наблюдения и метод анализа документов.

В настоящее время из перечисленных социологических методов наиболее популярен опрос. В основе опросного метода лежит совокупность предлагаемых опрашиваемым вопросов, ответы на которые и образуют первичную информацию. В каждом опросе немаловажную роль играет структурный состав опрашиваемой группы.

Классификация групп, как правило, базируется на предметной области анализа, в которой выделяется основной признак, определяющий устойчивость данного группового образования.

В результате некоторого опроса, направленного, например, на выявление потребительского рынка определенного товара, может быть создана обширная база данных, основанная на опросе, допустим, 1000 человек. Представим, что классификация респондентов в ней выполнена по следующей схеме:

– возраст опрашиваемых: средний возраст (18-50 лет), зрелый возраст (50-60 лет), пожилой возраст (61-74 лет);

– пол (мужской / женский);

– вид опроса (интервьюирование / анкетирование).

Число градаций по первому признаку может быть более детальным и достигать до 7-8, однако это значительно усложнит задачу.

Основываясь на приведенной классификации, всех респондентов можно поделить по группам, обусловленным совпадением значений параметров описания. Таким образом, все 1000 участников опроса могут быть поделены на 12 групп, основываясь на сочетании таких параметров как их возраст, пол, а также по виду пройденного ими опроса. Данные конкретного опроса приведены ниже.

$s_{111} = 59$ – средний возраст, мужчины, анкетирование;

$s_{112} = 75$ – средний возраст, мужчины, интервьюирование;

$s_{121} = 103$ – средний возраст, женщины, анкетирование;

$s_{122} = 66$ – средний возраст, женщины, интервьюирование;

$s_{211} = 53$ – зрелый возраст, мужчины, анкетирование;

$s_{212} = 117$ – зрелый возраст, мужчины, интервьюирование;

$s_{221} = 101$ – зрелый возраст, женщины, анкетирование;

$s_{222} = 73$ – зрелый возраст, женщины, интервьюирование;

$s_{311} = 69$ – пожилой возраст, мужчины, анкетирование;

$s_{312} = 94$ – пожилой возраст, мужчины, интервьюирование;

$s_{321} = 145$ – пожилой возраст, женщины, анкетирование;

$s_{322} = 45$ – пожилой возраст, женщины, интервьюирование.

Для представленной выше классификации по группам относительно каждого из параметров в отдельности и полной совокупности получим следующие соотношения:

– по возрасту опрашиваемых респондентов (средний возраст / зрелый возраст / пожилой возраст – 30.3%/34.4%/35.3%);

– по половому признаку (мужской / женский – 46.7%/53.3%);

– по виду пройденного опроса (анкетирование / интервьюирование – 53%/47%).

Для более точного охвата рынка исследуемого товара необходимо, чтобы данные соответствовали следующей структуре:

– по возрасту опрашиваемых респондентов (средний возраст / зрелый возраст / пожилой возраст – 25%/20%/55%);

– по половому признаку (мужской / женский – 65%/35%);

– по виду пройденного опроса (анкетирование / интервьюирование – 50%/50%).

Необходимо преобразовать условия исходной задачи для применения симплекс-метода. Введем вместо s_{ijk} новые обозначения для создаваемой структуры: $x_{111}; x_{112};$

$x_{121}; x_{122}; x_{211}; x_{212}; x_{221}; x_{222}; x_{311}; x_{312}; x_{321}; x_{322}.$

По методологии, разработанной и описанной в [1-3] сформулируем и решим поставленную задачу.

Целевая функция F (общее число данных опросов в искомой структуре) примет вид:

$$F = x_{111} + x_{112} + x_{121} + x_{122} + x_{211} + x_{212} + x_{221} + x_{222} + x_{311} + x_{312} + x_{321} + x_{322} \rightarrow \max \quad (1)$$

Зададим первичные ограничения:

$$\begin{array}{cccccccccccc} \mathbf{6444444444444447444444444444448} \\ x_{111} & x_{112} & x_{121} & x_{122} & x_{211} & x_{212} & x_{221} & x_{222} & x_{311} & x_{312} & x_{321} & x_{322} \\ \leq & \leq & \leq & \leq & \leq & \leq & \leq & \leq & \leq & \leq & \leq & \leq \\ 59 & 75 & 103 & 66 & 53 & 117 & 101 & 73 & 69 & 94 & 145 & 45 \end{array} \quad (2)$$

Для вторичных условий получим следующие уравнения:

По возрасту опрашиваемых

средний возраст / зрелый возраст / пожилой возраст – 25%/20%/55%:

$$\frac{x_{111} + x_{112} + x_{121} + x_{122}}{25} = \frac{x_{211} + x_{212} + x_{221} + x_{222}}{20} = \frac{x_{311} + x_{312} + x_{321} + x_{322}}{55}; \quad (3)$$

пол (мужской / женский) – 65%/35%:

$$\frac{x_{111} + x_{112} + x_{211} + x_{212} + x_{311} + x_{312}}{65} = \frac{x_{121} + x_{122} + x_{221} + x_{222} + x_{321} + x_{322}}{35}; \quad (4)$$

вид опроса (анкетирование / интервьюирование) – 50%/50%:

$$\frac{x_{111} + x_{121} + x_{211} + x_{221} + x_{311} + x_{321}}{50} = \frac{x_{112} + x_{122} + x_{212} + x_{222} + x_{312} + x_{322}}{50}. \quad (5)$$

Для преобразования системы неравенств в систему уравнений введем дополнительные неотрицательные переменные $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}$ (остаточные переменные). В результате получим условие задачи в канонической форме:

$$\begin{array}{cccccccccccc} \mathbf{6444444444444447444444444444448} \\ x_{111} & x_{112} & x_{121} & x_{122} & x_{211} & x_{212} & x_{221} & x_{222} & x_{311} & x_{312} & x_{321} & x_{322} \\ + & + & + & + & + & + & + & + & + & + & + & + \\ x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & x_6 & x_7 & x_8 & x_9 & x_{10} & x_{11} & x_{12} \\ = & = & = & = & = & = & = & = & = & = & = & = \\ 59 & 75 & 103 & 66 & 53 & 117 & 101 & 73 & 69 & 94 & 145 & 45 \end{array} \quad (6)$$

$$\begin{cases} 20x_{111} + 20x_{112} + 20x_{121} + 20x_{122} - 25x_{211} - 25x_{212} - 25x_{221} - 25x_{222} = 0 \\ 55x_{211} + 55x_{212} + 55x_{221} + 55x_{222} - 20x_{311} - 20x_{312} - 20x_{321} - 20x_{322} = 0 \\ 35x_{111} + 35x_{112} - 65x_{121} - 65x_{122} + 35x_{211} + 35x_{212} - \\ - 65x_{221} - 65x_{222} + 35x_{311} + 35x_{312} - 65x_{321} - 65x_{322} = 0 \\ 50x_{111} - 50x_{112} + 50x_{121} - 50x_{122} + 50x_{211} - 50x_{212} + \\ + 50x_{221} - 50x_{222} + 50x_{311} - 50x_{312} + 50x_{321} - 50x_{322} = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Для построения искусственного базиса введем четыре базисных переменных Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 :

$$Z_1 = 20x_{111} + 20x_{112} + 20x_{121} + 20x_{122} - 25x_{211} - 25x_{212} - 25x_{221} - 25x_{222} \quad (8)$$

$$Z_2 = 55x_{211} + 55x_{212} + 55x_{221} + 55x_{222} - 20x_{311} - 20x_{312} - 20x_{321} - 20x_{322} \quad (9)$$

$$Z_3 = 35x_{111} + 35x_{112} - 65x_{121} - 65x_{122} + 35x_{211} + 35x_{212} - 65x_{221} - 65x_{222} + 35x_{311} + 35x_{312} - 65x_{321} - 65x_{322} \quad (10)$$

$$Z_4 = 50x_{111} - 50x_{112} + 50x_{121} - 50x_{122} + 50x_{211} - 50x_{212} + 50x_{221} - 50x_{222} + 50x_{311} - 50x_{312} + 50x_{321} - 50x_{322} \quad (11)$$

$$W = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \rightarrow \max \quad (12)$$

$$W = 105x_{111} + 5x_{112} + 5x_{121} - 95x_{122} + 115x_{211} + 15x_{212} + 15x_{221} - 85x_{222} + 65x_{311} - 35x_{312} - 35x_{321} - 135x_{322} \quad (13)$$

На основании полученной целевой функции F , искусственной базисной функции W и системы условий задачи в канонической форме решается задача линейной оптимизации симплекс-методом. Для этого по алгоритму симплекс-метода составляются и пересчитываются симплекс-таблицы.

Таблица 1

Первоначальная симплекс-таблица, сформированная на основе заданных ограничений

Базис	БП	x_{111}	x_{112}	x_{121}	x_{122}	x_{211}	x_{212}	x_{221}	x_{222}	x_{311}	x_{312}	x_{321}	x_{322}	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}
x_1	59	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_2	75	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_3	103	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
x_4	66	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
x_5	53	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
x_6	117	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
x_7	101	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
x_8	73	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
x_9	69	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
x_{10}	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
x_{11}	145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
x_{12}	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Z_1	0	20	20	20	20	-25	-25	-25	-25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z_2	0	0	0	0	0	55	55	55	55	-20	-20	-20	-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z_3	0	35	35	-65	-65	35	35	-65	-65	35	35	-65	-65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Z_4	0	50	-50	50	-50	50	-50	50	-50	50	-50	50	-50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	105	5	5	-95	115	15	15	-85	65	-35	-35	-135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

В результате 17 итераций пересчета из симплекс-таблицы получим первую возможную структуру данных по опросам:

$$\begin{aligned}
 &x_{111} = 52; x_{112} = 75; x_{121} = 0; x_{122} = 33; \\
 &x_{211} = 53; x_{212} = 74; x_{221} = 2; x_{222} = 0; \\
 &x_{311} = 69; x_{312} = 94; x_{321} = 145; x_{322} = 45.
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

Эта структура – не единственная возможная на основе принятых ограничений. Если продолжить итерации пересчета симплекс таблиц, то получатся и другие. Для ограничения числа возможных решений могут приняты дополнительные условия-ограничения, задающие более узкоспециализированные рамки рассчитываемой структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каширин В.Г. Создание программной оболочки для расчета плана выборки объектов с множественной организацией систем параметров при помощи симплекс-метода / В.Г. Каширин, А.А. Захаров, Е.Г. Каширин // Радиотехника и связь: материалы Междунар. науч.-техн. конф. / СГТУ. Саратов, 2006. С.116-120.

Каширин Валерий Геннадьевич –

аспирант кафедры «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета

Захаров Александр Александрович –

доктор технических наук, заведующий кафедрой «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета

Сенокосова Татьяна Гурьевна –

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление в строительстве» Саратовского государственного технического университета

Калашникова Елена Николаевна –

электроник I категории кафедры «Электронные приборы и устройства» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 681.3

Б.М. Бржозовский, М.Ю. Захарченко, Ю.Ф. Захарченко

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ПРОЦЕССОВ
ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЗВУКОВЫХ ВОЛН ЧЕРЕЗ СТРУЮ ЖИДКОСТИ
В АКУСТИЧЕСКОМ ВИБРАЦИОННОМ ДАТЧИКЕ
ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ
СТАНОЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ**

Математическое моделирование резонансных процессов при прохождении звуковых волн через струю жидкости в акустическом вибродатчике с помощью матрицы передачи цепочки цилиндрических звуковых волноводов с «мягкой» и «жесткой» стенками.

Резонансные процессы, акустический вибрационный датчик

B.M. Brzozovskiy, M.Yu. Zakharchenko, Yu.F. Zakharchenko

**MATHEMATICAL MODELING OF RESONANT PROCESSES WITH THE PASSAGE
OF SOUND WAVES THROUGH LIQUID JET IN ACOUSTICS VIBRATION SENSORS
FOR THE AUTOMATED CONTROL SYSTEMS MACHINE-TOOLS**

Mathematically modeled resonance processes during the passage of sound waves through a stream of liquid in the acoustic vibration sensor using a matrix transfer chain of cylindrical acoustic waveguides with soft and rigid side wall.

Resonant processes, acoustics vibration sensors

1. Модель потока жидкости в виде акустического резонатора. Для решения задачи по прохождению звуковых волн через струю жидкости используем модель акустического резонатора в виде нерегулярного цилиндрического волновода с изменяющимися граничными условиями на боковой поверхности и замкнутого на торцах плоскими поверхностями (рис. 1).

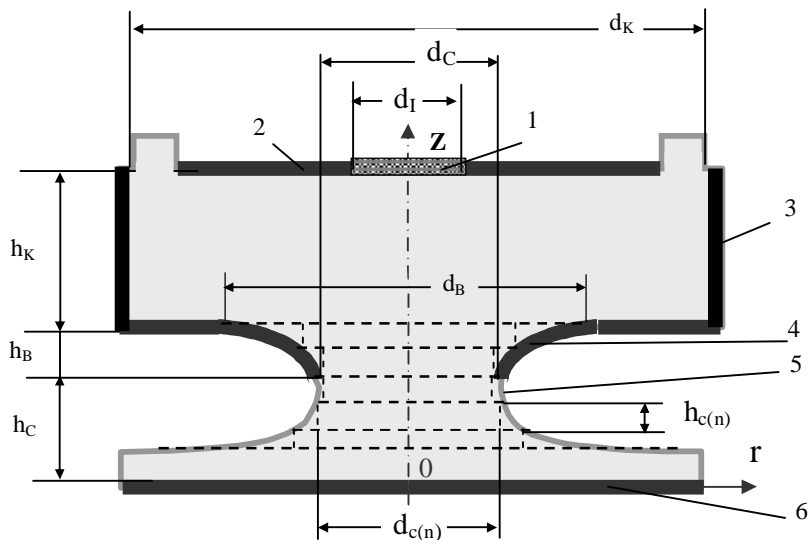


Рис. 1. Модель акустического резонатора с потоком идеальной жидкости, где: 1 – «жесткая» излучающая поверхность, 2 – «жесткая» торцовая поверхность и 3 – «жесткая» или «мягкая» поверхность подводющего канала; 4 – «жесткая» или «мягкая» поверхность сопла; 5 – «мягкая» поверхность струи; 6 – «жесткая» поверхность, на которую падает струя жидкости. Линиями (- - -) обозначены границы акустических ячеек

2. Матрицы передачи излучающей и отражающей акустических ячеек. Рассмотрим ячейку диаметром d и длиной h , для которой на «мягкой» боковой стенке для потенциала скорости выполняется условие $\Phi(r, z) = 0$ ($r = d_1/2, 0 < z < h_1$). Тогда в пределах ячейки $\Phi(r, z)$ задается выражением

$$\tilde{\Phi} = \sum_{m=1}^{\infty} J_0(2\chi_m \cdot \frac{r}{d}) \cdot (\tilde{\Phi}_m^+ \cdot \exp(-\beta_m \cdot z) + \tilde{\Phi}_m^- \cdot \exp(\beta_m \cdot z)), \quad (1)$$

$$\beta_m = k \cdot \sqrt{(2\chi_m/k \cdot d)^2 - 1}, \quad k = 2\pi c_{ж}/\Lambda \quad (2)$$

где c_m – корни уравнения $J_0(c_m) = 0$, Λ – длина волны звуковой волны, распространяющейся в жидкости со скоростью $c_{ж}$.

Для ячейки с излучающей торцовой поверхностью полагаем $d_1 = d_k$ и $h = h_k$. Для этой ячейки используем граничное условие для «жесткой» поверхности вида

$$-\partial \tilde{\Phi}_1 / \partial z \Big|_{z=0} = \begin{cases} 0, & \text{при } d_1/2 < r < d_k/2 \\ J_0, & \text{при } 0 < r < d_1/2 \end{cases}, \quad (3)$$

Подставим производную (1) в (3), а затем умножим на $r J_0(2c_k r/d_k)$ и проинтегрируем по r в пределах $[0, d_k]$. Используя свойство ортогональности функций $J_0(x)$, имеем

$$-\tilde{\Phi}_m^+ + \tilde{\Phi}_m^- = J_0 \cdot 2 \cdot \left(\frac{d_1}{d_k} \right) \cdot \frac{J_1(\chi_m \cdot \frac{d_1}{d_k})}{\beta_m \cdot J_1^2(\chi_m)} \quad (4)$$

Для ячейки с отражающей торцовой поверхностью полагаем $d_1 = d_{c(N)}$, $h = h_{c(N)}$. Для этой ячейки используем граничное условие для частично «жесткой» поверхности вида

$$-\partial \tilde{\Phi} / \partial z \Big|_{z=0} = T \cdot \tilde{\Phi} \Big|_{z=0}, \quad \text{при } 0 < r < d_{c(N)}/2, \quad (5)$$

где $T = (r_{ж} \cdot c_{ж}) / (r_{OT} \cdot c_{OT})$, $r_{ж}$ – плотность и $c_{ж}$ – скорость звука в жидкости, r_{OT} – плотность и c_{OT} – скорость звука в материале отражающей поверхности б.

Подставляя (1) в производную от (1) в (5), получим

$$-\tilde{\Phi}_m^+ + \tilde{\Phi}_m^- = T \cdot (\tilde{\Phi}_m^+ + \tilde{\Phi}_m^-) / \beta_m. \quad (6)$$

Таким образом, для излучающей и отражающей акустических ячеек получены соотношения, связывающие коэффициенты $\tilde{\Phi}_m^+$, $\tilde{\Phi}_m^-$. Используя полученные соотношения в качестве граничных условий для матриц передачи цепочек акустических ячеек (см. [1, часть 2]), можно провести расчет амплитудно-частотной характеристики акустического резонатора с неоднородным волноводом.

3. Результаты расчета. Развиваемая методика расчета была применена для исследования условий возбуждения поперечных и продольных резонансных колебаний в акустическом резонаторе с нерегулярным цилиндрическим волноводом. Для модели резонатора на рис. 1 приведены на рис.2 и рис. 3 результаты расчета амплитудно-частотных характеристик возбуждаемых колебаний в виде зависимости отношения $P_{I(cP)} / P_{I0}$ от Λ / d_c . Здесь $P_{I(cP)}$ – среднее колебательное давление жидкости на излучающую поверхность 1; P_{I0} – давление на жидкость, создаваемое колеблющейся поверхностью 1.

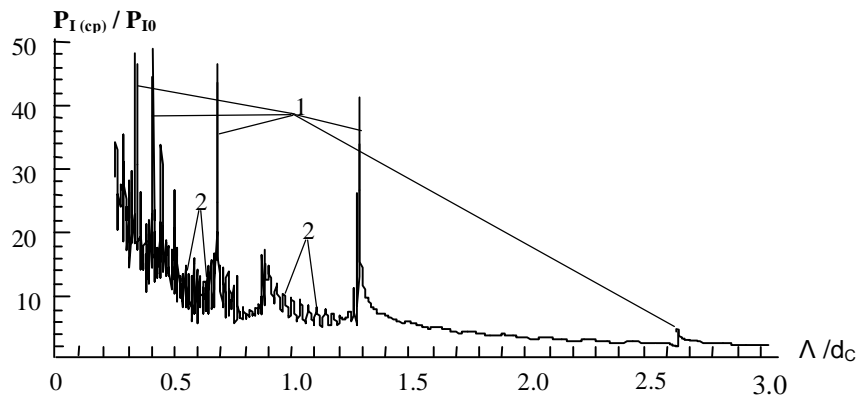


Рис. 2. Зависимость $P_{I(cP)} / P_{I0}$ от Λ / d_c для $d_B / d_C = 2$, $h_B / d_C = 1$, $h_C / d_C = 1.5$, $d_I / d_C = 1$, $d_K / d_C = 3$, $h_K / d_C = 1$.

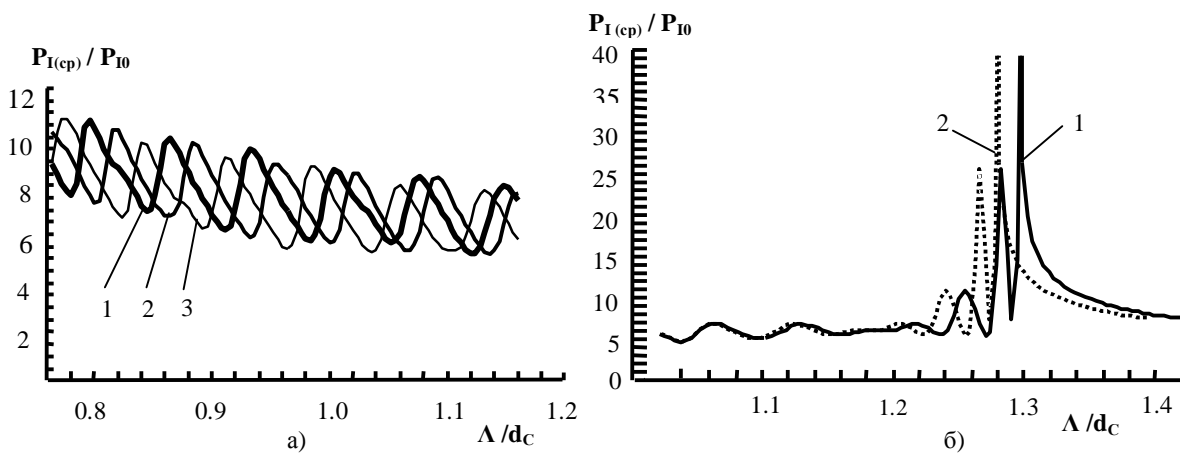


Рис. 3. Зависимость $P_{I(cP)} / P_{I0}$ от Λ / d_c для случая а): $h_C / d_C = 1.5$ (1), $h_C / d_C = 1.6$ (2), $h_C / d_C = 1.4$ (3), и для случая б): $d_{C1} / d_{C0} = 1$ (1) и $d_{C2} / d_{C0} = 0,9$ (2). Остальные размеры, как на рис. 1

Рис. 2 демонстрирует спектр поперечных (1) и продольных (2) резонансов в диапазоне $0,25 < \Lambda / d_c < 3$. Приведенные на рис. 3,а зависимости $P_{I(ср)} / P_{I0}$ от Λ / d_c демонстрируют влияние длины струи h_c / d_c на сдвиг продольных резонансов по длине волны Λ / d_c . Рисунок 3 б демонстрирует существенный сдвиг продольных и поперечных резонансов по длине волны Λ при изменении диаметра выходного отверстия сопла d_c . Следовательно, путем изменения d_c можно осуществлять подстройку максимума продольных резонансов на заданную длину волны Λ внешнего звукового сигнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бржозовский Б.М. Методика решения нестационарной гидродинамической задачи по прохождению звуковой волны через струю жидкости / Б.М. Бржозовский, М. Ю. Захарченко, Ю.Ф. Захарченко // Вестник СГТУ. 2009. № 3 (41). С. 45-49.

Бржозовский Борис Максович –

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и компьютерное моделирование технологического оборудования в машино- и приборостроении» Саратовского государственного технического университета

Захарченко Михаил Юрьевич –

аспирант кафедры «Конструирование и компьютерное моделирование технологического оборудования в машино- и приборостроении» Саратовского государственного технического университета

Захарченко Юрий Фёдорович –

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института радиотехники и электроники РАН

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 004.518 (681.518); 539.216

А.С. Варежников, В.Ю. Мусатов, В.В. Сысоев

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ОТКЛИКА ОДНОКРИСТАЛЬНОЙ МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГАЗОВ

Рассматривается методика улучшения качества распознавания образов самоорганизующимися нейронными сетями на примере обработки экспериментальных данных о запахе мясного фарша, полученных с однокристалльной мультисенсорной системы типа «электронный нос». Показано, что применение предлагаемой методики для моделирования карты Кохонена позволило повысить до 90% вероятность правильного распознавания и классификации экспериментальных запахов.

Распознавание образов, самоорганизующиеся нейронные сети, «электронный нос»

A.S. Varegnikov, V.Yu. Musatov, V.V. Sysoev

FEATURES OF SELF-ORGANIZING NEURAL NETWORKS APPLICATION FOR THE ANALYSIS OF THE RESPONSE OF SINGLE-CRYSTAL MULTISENSOR SYSTEM FOR GAS IDENTIFICATION

The pattern recognition technique based on self-organizing neural networks is considered to be applied to «e-nose» single-crystal multisensor system exposed to odors emitting by meat of different quality. The methodic to advance the level of the data recognition is suggested. It is shown that application of the technique based on Kohonen map modeling allows us to increase the correct recognition and classification of the different groups of experimental data up to 90 %.

Pattern recognition, self-organizing neural networks, «e-nose»

В настоящее время активно развиваются технические средства для анализа газового состава, сравнимые по эффективности с биологическим аналогом, получившие название в литературе как приборы вида «электронный нос» [1]. Чаще всего они формируются на основе набора множества датчиков газа (мультисенсорная система), генерирующих первичный сигнал, и техник распознавания образов, обрабатывающих совокупный сигнал. В качестве техники распознавания образов для «электронного носа» перспективным является применение методов моделирования нейронных сетей (НС) [2], среди которых особый интерес вызывают самообучающиеся алгоритмы, пока не нашедшие широкого применения в «электронных носсах». Предлагаемая работа посвящена особенностям использования распознавания запахов системой «электронный нос» на примере КАМИНА (создана в Исследовательском Центре Карлсруэ, Германия) [3] с помощью самоорганизующихся НС, реализованных средствами Matlab [4].

Важный класс образуют сети с самоорганизацией, основу обучения которых составляет конкуренция между нейронами [2]. Как правило, это однослойные сети, в которых каждый нейрон соединен со всеми компонентами N -мерного входного вектора x . Веса синаптических связей нейронов образуют вектор $w = [w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{iN}]$. После нормализации входных векторов при активации сети вектором x в конкурентной борьбе побеждает тот нейрон, веса которого в наименьшей степени отличаются от соответствующих компонентов этого вектора. Для w -го нейрона-победителя выполняется отношение:

$$d(x, w_w) = \min_{1 \leq i \leq n} d(x, w_i), \quad (1)$$

где $d(x, w_w)$ обозначает расстояние (в смысле выбранной метрики) между векторами x и w , а n – количество нейронов. Нейрон-победитель и все нейроны, лежащие в пределах его окрестности, подвергаются адаптации, в ходе которой их векторы весов изменяются в направлении вектора x по правилу Кохонена [5]:

$$w_i(k+1) = w_i(k) + h_i(k)[x - w_i(k)], \quad (2)$$

для $i \in S_w(k)$, где $h_i(k)$ обозначен коэффициент обучения i -го нейрона из окрестности $S_w(k)$ в k -й момент времени. Значение уменьшается с увеличением расстояния между i -м нейроном и победителем. Веса нейронов, находящихся за пределами $S_w(k)$, не изменяются.

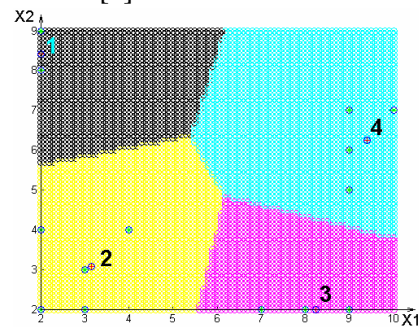


Рис. 1. Мозаика Вороного для 4 нейронов

После предъявления двух различных векторов x , например x_1 и x_2 , активизируются два нейрона сети, веса которых наиболее близки к координатам соответствующих векторов x_1 и x_2 . Эти веса, обозначенные в векторной форме w_1 и w_2 , могут отображаться в пространстве как две точки. Сближение векторов x_1 и x_2 вызывает соответствующее изменение в расположении векторов w_1 и w_2 . В пределе равенство $w_1 = w_2$ выполняется тогда и только тогда, когда x_1 и x_2 совпадают или практически неотличимы друг от друга. Сеть, в которой эти условия выполняются, называется топографической картой, или картой Кохонена [5].

Процесс самоорганизации предполагает определение победителя каждого этапа, т.е. нейрона, вектор весов которого в наименьшей степени отличается от поданного на вход сети вектора x . Поставим в соответствие нейрону или объекту с признаками X_1 и X_2 (весовыми коэффициентами нейронов карты Кохонена), точку этого пространства. В процессе обучения нейронной сети на данных для различных классов объектов нейроны стремятся занять положение в центре их скопления, «усваивая» в весах характерные признаки объектов и выступая в качестве эталона класса. Классификация по признакам осуществляется по принципу «конкуренции» между нейронами. Для этого рассчитывается расстояние (в пространстве признаков) от нейронов до классифицируемого образа, и его относят к классу с наименьшим до него расстоянием.

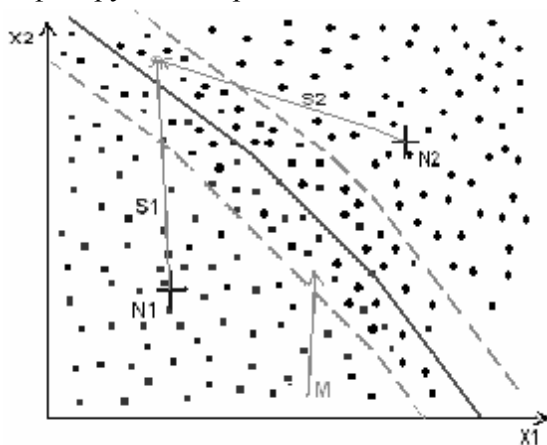


Рис. 2. Пример зоны возможной ошибки

При использовании евклидовой меры (определения расстояния от нейрона до образа) [2], разбиение пространства на зоны доминирования нейронов равносильно мозаике Вороного [2], в которой пространство вокруг центральных точек (нейронов) образует окрестность доминирования (рис. 1). На рис. 1 видно, что зоны влияния конкурирующих нейронов прилегают друг к другу. Попадание образа на границу раздела классов может означать то, что он не содержит в достаточной мере признаков того или другого класса. Такая ситуация приводит к ошибкам распознавания. Для решения этой проблемы предлагается исключить область, прилегающую к границе «раздела влияния» нейронов из процесса распознавания. Назовём эту область зоной

возможной ошибки (ЗВО). Определение того, что точка находится в этой зоне влияния нейрона, осуществляется условием, следующим из геометрических построений (рис. 2):

$$\| |S1| - |S2| \| < DZ * (|S1| + |S2|), \quad (3)$$

где $S1, S2$ расстояние между точкой (образом) и ближайшими к ней конкурирующими нейронами $N1$ и $N2$ соответственно, M – граница ЗВО, размер которой определяет параметр $DZ \in \{0..1\}$. При $DZ \rightarrow 0$ размер ЗВО также стремится к нулю и метод оказывает малое влияние на процесс распознавания. При $DZ = 0$ это влияние отсутствует полностью. В случае, когда $DZ \rightarrow 1$, зоны влияния нейронов стягиваются в точки и классификации подвергаются лишь образы с признаками, соответствующими нейронам-эталонам класса. Варьируя параметр DZ , можно управлять качеством распознавания. Одна из особенностей карты Кохонена [5] состоит в том, что в процессе классификации невозможно определить правильность распознавания. Сеть выдает результат в виде номера нейрона победителя, т.е. класса, к которому отнесён распознаваемый образ. Неравенство (3) наделяет самоорганизующуюся сеть возможностью выдавать дополнительную информацию, которая позволяет пользователю предпринять меры по восстановлению необходимой достоверности классификации.

Предлагаемая методика улучшения качества распознавания образов с помощью ЗВО опробована для обработки данных экспериментального исследования качества мяса по его запаху, полученных с однокристалльной мультисенсорной системы типа «электронный нос» КАМИНА. Идентифицировались три состояния свежести: свежее, несвежее и испорченное. Для обучения нейронной сети подготовлена выборка, состоящая из 150 откликов «электронного носа» для каждой степени свежести. Моделируемая карта Кохонена состояла из трёх нейронов. Обучение проводилось в течение 100 эпох по алгоритму Кохонена [5] с использованием механизма «честной конкуренции» [2]. Тестирование происходило на другой выборке, состоящей из такого же количества откликов. По усредненным значениям ошибок распознавания для значений параметра DZ в диапазоне от 0 до 1 был построен график (рис.3), из которого видно, что уверенное распознавание 90 % откликов достигается при значении параметра $DZ = 0,2$. Таким образом, применение методики ЗВО для моделирования самоорганизующейся нейронной сети позволило повысить с 67 до 90% вероятность правильного распознавания запахов мясного фарша, полученных с мультисенсорного прибора «электронный нос» КАМИНА.

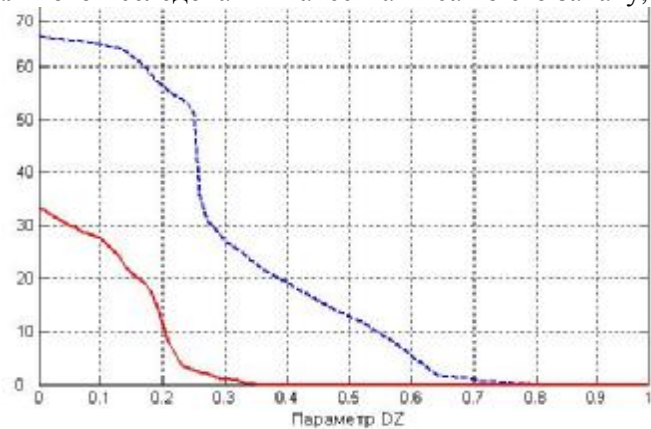


Рис.3 Результаты применения методики ЗВО для распознавания запахов
 - - - - - Количество распознанных образов, %
 — Количество ошибочно распознанных образов, %

ЛИТЕРАТУРА

1. Persaud K. Analysis of discrimination mechanisms in the mammalian olfactory system using a model nose / K. Persaud, G. Dodd // Nature. 1982. V. 299. P. 352-355.
2. Оссовский С. Нейронные сети для обработки информации / пер. с польск. И.Д.Рудинского. М.: Финансы и статистика, 2004. 453 с.
3. The temperature gradient effect on gas discrimination power of metal-oxide thin-film sensor microarray / V.V.Sysoev, I.Kiselev, M.Frietsch, J.Goschnick // Sensors. 2004. Т.4. С. 37-46.
4. Медведев В. С. Нейронные сети. MATLAB 6 / под общ. ред. к.т.н. В. Г. Потемкина. М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. 496 с.
5. Kohonen T. The self-organizing map / T. Kohonen // Proc. of IEEE. 1990. Vol. 78. P. 1464-1479.

Варежников Алексей Сергеевич – студент Саратовского государственного технического университета

Мусатов Вячеслав Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Сысоев Виктор Владимирович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Общая физика» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

**А.А. Большаков, Н.Е. Казимилова, А.М. Златорев, И.Н. Золотко,
И.Н. Иноходова, Л.А. Горбунова**

**ВЫЯВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ НАИБОЛЬШЕЕ
ВЛИЯНИЕ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ ИНФИЛЬТРАТИВНЫМ
ТУБЕРКУЛЕЗОМ ЛЕГКИХ МЕТОДАМИ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Проводится определение и анализ наличия, направления, силы связи и степени влияния независимых признаков на результаты лечения у больных инфильтративным туберкулезом с помощью корреляционного анализа (построение корреляционной матрицы) и регрессионного анализа с пошаговым включением и исключением переменных в уравнение регрессии.

Инфильтративный туберкулез легких, результат лечения, корреляционный анализ, регрессионный анализ, корреляционная матрица, пошаговое включение и исключение

**A.A. Bolshakov, N.E. Kazimirova, A.M. Zlatorev, I.N. Zolotko
I.N. Inohodova, L.A. Gorbunova**

**REVEALING AND THE ANALYSIS OF FACTORS MAKING THE GREATEST IMPACT
ON RESULTS OF TREATMENT SICK INFILTRATIVE TUBERCULOSIS OF LUNGS
METHODS OF THE STATISTICAL ANALYSIS**

On results of treatment at patients infiltrative tuberculosis by means of the correlation analysis (construction of a correlation matrix) and regression analysis with step-by-step inclusion and an exception of variables definition and the analysis of presence, a direction, force of communication and degree of influence of independent signs is spent to the regress equation.

Infiltrative tuberculosis of lungs, result of treatment, the correlation analysis, regression analysis, a correlation matrix, step-by-step inclusion and an exception

Актуальность исследования. Анализ применения компьютерных систем в медицинских учреждениях показывает, что информационные технологии используются в основном для создания и форматирования текстовых документов или в диагностических и лечебных приборах, что является экономически не обоснованным и не затрагивает все функциональные возможности вычислительной техники. В то же время создание информационной системы, способной прогнозировать конечный результат применения стандартных схем лечения уже на начальном этапе обследования пациента, позволит проводить адекватную коррекцию лечебно-реабилитационных мероприятий. Такой индивидуальный подход к лечению больного будет способствовать благоприятному течению патологического процесса и повышению эффективности лечения, что открывает для пользователей новые возможности компьютерных технологий в медицине и подчеркивает актуальность поставленной задачи.

Цель исследования: выявление групп риска больных по неблагоприятному течению туберкулеза легких на основании определения характера взаимодействия и степени влияния

социально-демографических и клинико-лабораторных параметров больных инфильтративным туберкулезом легких на результаты лечения.

Материалы и методы: обследовано 118 пациентов, больных инфильтративным туберкулезом легких, по 22 признакам, статистическая обработка данных проводилась с использованием ППП Statistica 7.0.

Каждый пациент обследован по 22 признакам, которые закодированы соответствующим образом: результат лечения (качественный, порядковый): 1 – ухудшение, 2 – без перемен, 3 – улучшение, 4 – значительное улучшение (x_1); пол (качественный, номинальный, бинарный): 1 – мужской, 2 – женский (x_2); возраст (кол-во лет) (количественный, непрерывный, интервальный) (x_3); трудовая занятость (качественный, порядковый): 0 – не занят, 1 – занят (x_4); образование (качественный, порядковый): 1 – среднее, 2 – высшее (x_5); давность заболевания (мес.) (количественный, непрерывный, интервальный) (x_6); объем поражения (качественный, порядковый): 1 – до доли, 2 – легкое, 3 – оба легких (x_7); выраженность остаточных изменений (качественный, порядковый): 1 – не выражены, 2 – выражены (x_8); переносимость препаратов (качественный, порядковый): 1 – низкая, 2 – высокая (x_9); выраженность интоксикационных жалоб (качественный, порядковый): 1 – выражены, 0 – не выражены (x_{10}); выраженность грудных жалоб (качественный, порядковый): 1 – выражены, 0 – не выражены (x_{11}); эритроциты $\cdot 10^{12}/л$ (количественный, непрерывный, интервальный) (x_{12}); лейкоциты $\cdot 10^9/л$ (количественный, непрерывный, интервальный) (x_{13}); семейное положение (качественный, порядковый): 1 – холост/не замужем, 2 – женат/замужем (x_{14}); СОЭ, мм/ч (количественный, непрерывный, интервальный) (x_{15}); наличие детей (количественный, непрерывный, интервальный) (x_{16}); регион проживания (качественный, порядковый): 1 – южный, 2 – центральный, 3 – дальний (x_{17}); фаза распада при выявлении (качественный, порядковый): 0-нет, 1-есть (x_{18}); адаптивный показатель по крови (качественный, порядковый): 1 – стресс, 2 – тренировка, 3–СА, 4–ПА (x_{19}); Количество сопутствующих заболеваний (количественный, дискретный) (x_{20}); длительность лечения (количественный, непрерывный, интервальный) (x_{21}); выраженность нарушения режима (качественный, порядковый): 1 – выражен, 0 – не выражен (x_{22}).

Таблица 1

Корреляционная матрица

	Gamma Correlations MD pairwise deleted Marked correlations are significant at p < .05000				
	Рез-тат л-ч	Адап. показ. по крови	Фаза распада при выявл.	Регион проживания	Дети
Рез-тат л-ч	1,000000	-0,142957	0,267356	0,059349	0,021162
Адап. показ. по крови	-0,142957	1,000000	-0,071672	0,149843	0,116336
Фаза распада при выявл.	0,267356	-0,071672	1,000000	-0,304752	-0,309873
Регион проживания	0,059349	0,149843	-0,304752	1,000000	0,064332
Дети	0,021162	0,116336	-0,309873	0,064332	1,000000
Семейное положение	-0,097794	0,072405	-0,394615	0,130098	0,986887
Образование	-0,222222	-0,185441	0,584000	-0,119403	-0,382395
Труд. занят.	-0,004733	0,044950	-0,414671	-0,142285	0,293119
Пол	-0,106809	0,060902	-0,456044	0,263249	0,361198
Возраст, лет	-0,056674	-0,016736	-0,204496	0,040738	0,467162
Давность забол. (мес.)	0,351589	0,023112	0,053083	0,040792	-0,178465
Объем пораже.	-0,151163	-0,181590	0,517761	-0,332231	0,444499
Выраж. ост. изм.	-0,958333	0,371134	0,700000	-0,414634	-1,000000
Неперен. препар.	-0,004721	-0,033479	0,101124	-0,039103	0,104889
Выраж. жалоб интокс.	0,647580	-0,281407	0,423488	-0,212871	-0,263968
Выраж. жалоб груд.	0,505005	-0,439572	0,309571	-0,079412	-0,371811
Эритроц.	-0,112768	-0,082860	0,211630	-0,137110	-0,140075
Лейкоц.	-0,066831	-0,094646	0,153703	-0,113347	-0,261899
СОЭ	0,044842	-0,016228	-0,110329	0,210427	0,044411
Кол. сопут. забол.	0,075323	-0,082222	-0,117155	0,054029	-0,001157
Длит. леч. дн.	0,415709	0,010526	0,212955	0,246322	-0,102051
Выражен. наруш. режима	-0,351399	0,210072	0,365395	0,007813	-0,676664

Таблица 2

Коэффициенты корреляции

Признак	Коэффициент корреляции
Фаза распада при выявлении	0,28
Давность заболевания	0,26
Выраженность остаточных изменений	-0,95
Выраженность интоксикационных жалоб	0,64
Выраженность грудных жалоб	0,50
Длительность лечения	0,41
Выраженность нарушения режима	-0,35

Для установления наличия, направления и силы линейной статистической связи между результатом лечения пациента и остальными признаками в выборке используем корреляционный анализ. Исследуемая выборка является однородной и количество наблюдений в ней в 5 раз превышает количество признаков (118 и 22 соответственно), следовательно, она отвечает всем рекомендациям для проведения статистического анализа.

Так как исследуем взаимосвязь качественного признака с другими количественными и качественными признаками и в нашей матрице исходных данных имеется много совпадающих значений, применяется метод непараметрического корреляционного анализа – гамма-корреляция. В табл. 1 приведена часть корреляционной матрицы, полученной при анализе таблицы исходных данных больных инфильтративным туберкулезом.

Из корреляционной матрицы для $p < 0,05$ видно, что следующие признаки имеют значимую степень корреляции с результатом лечения (табл. 2).

Из полученных данных (табл.2) видно, что такие признаки, как длительность лечения (x_{21}) и выраженность нарушения режима (x_{22}), имеют значимую степень корреляции с результатом лечения, но оценка этих признаков не может быть выполнена на начальном этапе обследования пациентов. В связи с этим на основе корреляционной матрицы (табл. 1), определим те признаки, которые не только непосредственно взаимосвязаны с данными параметрами и коррелируют с результатом лечения, но и с медицинской точки зрения могут найти обоснованное объяснение своего влияния на конечный результат лечения.

Из корреляционной матрицы для $p < 0,05$ видно, что следующие признаки имеют значимую степень корреляции с длительностью лечения (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициенты корреляции клинических признаков с длительностью лечения

Признак	Коэффициент корреляции
Фаза распада при выявлении	0,21
Регион проживания	0,24
Семейное положение	-0,24

Из корреляционной матрицы для $p < 0,05$ видно, что следующие признаки имеют значимую степень корреляции с нарушением режима (табл. 4).

Выявленные особенности взаимосвязи отдельных социально-демографических и медицинских признаков позволяют не исключать их при проведении последующих этапов математического анализа.

Построенная корреляционная матрица (табл. 1) показывает корреляционную зависимость свободных признаков, на

Таблица 4

Коэффициенты корреляции клинических признаков с нарушением режима

Признак	Коэффициент корреляции
Фаза распада при выявлении	0,36
Дети	-0,67
Семейное положение	-0,59
Образование	-0,44
Трудовая занятость	-0,70
Пол	-0,54
Возраст	-0,21
Давность заболевания	0,30
Объем поражения	0,50
Выраженность остаточных изменений	0,30
Непереносимость препаратов	-0,54
Количество лейкоцитов	0,25

основании которой можно построить статистическую модель, что в дальнейшем позволит выявить дополнительные признаки, в значительной мере влияющие на результат лечения.

Для выявления степени влияния независимых признаков на зависимый (результат лечения) используем регрессионный анализ с пошаговым включением и исключением переменных в уравнение регрессии.

Общий вид уравнения множественной линейной регрессии имеет вид

$$y = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_mx_m(2),$$

где y – зависимая переменная, $x_1..x_m$ – независимые факторы, $a_0..a_m$ – искомые коэффициенты.

При пошаговом включении независимая переменная включается в уравнение в случае, если она существенно увеличивает значение множественного коэффициента корреляции, т.е. значение t-критерия оценок коэффициентов выше критического уровня. В первую очередь в уравнение множественной линейной регрессии включаем длительность лечения (x_{21}), т.е. ту переменную, которая наиболее сильно влияет на результат лечения (коэффициент множественной корреляции 0,406, коэффициент множественной детерминации = 0,164, изменение коэффициента множественной детерминации = 0,164), далее в уравнение включаем переменную (давность заболевания (x_6)), которая вместе с первой формирует максимальное изменение значения множественного коэффициента корреляции, и т.д. После включения всех необходимых переменных отбираем независимые признаки, для которых $p < 0,05$.

В табл. 5 представлены результаты регрессионного анализа с пошаговым включением переменных в уравнение регрессии. где, Step +in/-out – шаг включения/исключения, Multiple R – коэффициент множественной корреляции, Multiple R-square – коэффициент множественной детерминации, R-square change – изменение коэффициента множественной детерминации, F- to entr/rem – критерий F , p-level – уровень значимости, Variables included – количество включенных переменных.

Таблица 5

Результаты регрессионного анализа с пошаговым включением переменных

Переменная	Summary of Stepwise Regression; DV: Рез-тат леч.						
	Step +in/-out	Multiple R	Multiple R-square	R-square change	F - to entr/rem	p-level	Variables included
Давность забол.(мес.)	1	0,295530	0,087338	0,087338	8,708324	0,004028	1
Выраж. жалоб груд.	2	0,371694	0,138156	0,050818	5,306794	0,023546	2
Лейкц.	3	0,430137	0,185018	0,046862	5,117563	0,026119	3
Объем пораж.	4	0,469622	0,220545	0,035527	4,010993	0,048282	4
Выраж. жалоб интокс.	5	0,495225	0,245248	0,024702	2,847432	0,095102	5
Выраж.ост.изм.	6	0,529637	0,280515	0,035267	4,215506	0,043095	6
СОЭ	7	0,550226	0,302749	0,022234	2,710434	0,103387	7
Фаза распада при выявл.	8	0,558021	0,311387	0,008639	1,053793	0,307582	8

Из полученных результатов (табл. 5) видно, что при условии $p < 0,05$ наибольшую степень влияния на результат лечения оказывают такие факторы как давность заболевания (x_6), выраженность грудных жалоб (x_{11}), количество лейкоцитов в крови (x_{13}), объем поражения легочной ткани (x_7), выраженность остаточных изменений в легких и плевре (x_8). Следовательно, уравнение множественной линейной регрессии примет вид

$$y = a_0 + a_6x_6 + a_{11}x_{11} + a_{13}x_{13} + a_7x_7 + a_8x_8.$$

При регрессионном анализе с пошаговым исключением после построения уравнения регрессии и оценки значимости всех множественных коэффициентов регрессии из уравнения исключаем ту переменную (количество лейкоцитов), значение t-критерия которой ниже критического

уровня, т.е. наименьшим образом влияет на коэффициент множественной корреляции ($R = 0,705$; $R^2 = 0,497$; изменение $R^2 = -0,0002$, $p = 0,867$). Аналогично исключаются всех остальных переменных, с последующим отбором тех, для которых значение $p < 0,05$. Из полученных результатов видно, что при условии $p < 0,05$ наибольшую степень влияния на результат лечения оказывают такие факторы как скорость оседания эритроцитов (СОЭ) (x_{15}), выраженность грудных жалоб (x_{11}), выраженность остаточных изменений (x_8) и давность заболевания (x_6). Следовательно, уравнение множественной линейной регрессии примет вид

$$y = a_0 + a_{15}x_{15} + a_{11}x_{11} + a_8x_8 + a_6x_6.$$

Таким образом, по итогам проведенного исследования поставленная цель достигнута, т.е. определены группы признаков, наиболее взаимосвязанных с результатом лечения больных инфильтративным туберкулезом. Среди социально-демографических показателей выделены такие признаки, как пол, трудовая занятость, семейное положение, количество детей, уровень образования, регион проживания и возраст больного. Из клинико-лабораторных параметров отмечены выраженность остаточных изменений, интоксикационных и грудных жалоб, наличие фазы распада при выявлении, давность заболевания, объем поражения, непереносимость препаратов, количество лейкоцитов и скорость оседания эритроцитов. Использование математических методов статистического анализа позволило выявить ряд наиболее информативных медицинских факторов, определение которых на первоначальном этапе обследования больных туберкулезом легких позволит выделить пациентов с высокой вероятностью неблагоприятного течения реабилитационного процесса для коррекции лечебных мероприятий.

Большаков Александр Афанасьевич –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системы искусственного интеллекта», декан факультета электронной техники и приборостроения Саратовского государственного технического университета

Казмирова Наталья Евгеньевна –

доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой «Фтизиопульмонология» Саратовского государственного медицинского университета

Златорев Артем Михайлович –

аспирант кафедры «Фтизиопульмонология» Саратовского государственного медицинского университета

Золотко Илья Николаевич –

аспирант кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Иноходова Ирина Николаевна –

аспирант кафедры «Фтизиопульмонология» Саратовского государственного медицинского университета

Горбунова Людмила Анатольевна –

аспирант кафедры «Фтизиопульмонологии» Саратовского государственного медицинского университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 513.5

А.А. Большаков, В.В. Лобанов**ПОСТРОЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИХ НАДЕЖНОСТИ**

Рассмотрены вопросы, связанные с особенностями построения гибридных информационных систем. Проведен обзор методов и подходов к оценке надежности таких систем. Дано обоснование дальнейшим исследованиям в области надежности комплексных информационных систем.

Гибридные информационные системы, оценка надежности программного обеспечения

A.A. Bolshakov, V.V. Lobanov**THE HYBRID INFORMATION SYSTEMS MAKING AND THE ESTIMATION
METHODS ITS RELIABILITY**

The Questions connected with particularity of the building of the hybrid information systems are carried out. The Review of the methods and approach to estimations of reliability of such systems is carried out. The motivation to futures research in the field of complex information system reliability is given.

Hybrid information systems, estimation to software reliability

Введение. Задача автоматизации производственных процессов в последние десятилетия становится все более актуальной в связи с увеличением объема информационных потоков и существенно возросшей информатизацией общественной и производственной деятельности. Своевременное предоставление достоверной и полной информации, а также ее анализа и обработки играет ключевую роль в процессах управления техническими и организационно-техническими системами, влияет на эффективность принятия ответственных решений. Несмотря на значительные успехи в решении задач автоматизации на базе комплексного и системного подхода, остается ряд нерешенных вопросов, связанных с обеспечением заданной надежности программного обеспечения (ПО), которые требуют глубокой проработки.

Описание построения гибридных информационных систем. Для формирования системы комплексного контроллинга производственных процессов в качестве основного инструментального в основном используются ERP системы – решения на базе SAP, которые успешно адаптируются под отраслевую специфику. В свою очередь, некоторые отраслевые задачи являются достаточно сложными с точки зрения алгоритмической реализации. Существующие программные средства, предназначенные для их решения, как правило, являются узкоспециализированным инструментарием, сформированным и отлаженным за многие годы. Поэтому в ситуации глобального реинжиниринга не представляется возможным в короткие сроки перенос функционала специализированных программных средств на новую технологическую платформу. Однако такие локальные системы зачастую формируют очень важные данные, которые используются и являются отправной точкой для процессов более высокого уровня.

В этом случае применима гибридная модель автоматизации, когда процессы верхнего уровня автоматизируются средствами ERP и реализуются интерфейсы для обмена информационными потоками между разноуровневыми системами [1].



Рис.1. Схема интеграции локальных систем с SAP

При наличии одновременно двух компонент: ERP и специализированных отраслевых систем необходима реализация подсистем интеграции и интерфейсов (рис. 1). Существуют следующие механизмы интеграции с SAP:

- промышленный инструментарий SAP (SAP Exchange Infrastructure, SAP Master Data Management);
- средства внутреннего языка ABAP;
- использование внешних системных интеграторов (Domino Enterprise Connection Services).

Часто разработанные ранее средства автоматизации производственных процессов являются закрытыми системами и не могут обеспечить поддержку указанных схем реализации. Однако большинство из них обладают механизмами обмена данными через типовые контейнеры данных: текстовые, XML, MS Excel файлы и т.д. Поэтому процесс передачи данных в продукт SAP, полученных в локальной системе состоит из нескольких этапов:

- выгрузка данных из локальной системы;
- конвертация файла выгрузки в загрузочный файл;
- использование специализированного интерфейса загрузки и механизмов обработки данных;
- выверка загруженных данных;
- исправление загруженных данных.

Процесс внедрения и отладки крупных информационных систем характеризуется определенным временным интервалом, в пределах которого не исключается возможность изменения внешней инфраструктуры. Такие события приводят к формированию новых требований к составу и количеству информационных показателей процессов, что влечет за собой и переформирование потоков данных, в т.ч. и через информационные контейнеры подсистем интеграции, что требует их быстрой адаптации к новой инфраструктуре, т.е. решения задач с часто изменяющимися или нечеткими спецификациями [3]. Учитывая это обстоятельство, выработаны следующие подходы для решения данной проблемы:

- разработка «программ-однодневок» подход является эффективным, если задача носит разовый характер, а объем обрабатываемых данных слишком велик для ручной обработки;
- применение специализированных открытых программных средств «Конструктор документов оперативного учета» [2], когда система с минимальными временными и ресурсными затратами может быть адаптирована к изменившимся спецификациям;
- использование механизмов типовых средств обработки данных, например MS Excel.

Особенности существующих методов расчета надежности программного обеспечения. Реализация описанных ранее приемов позволяет строить комплексные гибридные сис-

темы автоматизации. Однако вопрос оценки надежности подобных систем является предметом повышенного интереса.

В [4] дается классификация моделей надежности ПО. Наиболее известных моделей надежности ПО в настоящее время существует более десятка. К ним относятся вероятностные модели, которые, в свою очередь опираются на определенные предположения о распределении вероятности отказов программного обеспечения или используют альтернативные вероятностные оценки. Например:

1. Модель роста надежности, разработанная Джелински, Морандой и Шуманом, которая опирается на теорию надежности аппаратуры. Суть заключается в обнаружении явления роста надежности, по мере того как ошибки обнаруживаются и исправляются (рис. 2). Время между последовательными ошибками становится больше.

2. Статистическая модель Миллса основана на принципе «засорения» программы внесенными ошибками и последующим выявлением собственных.

3. Модели на основе Марковских систем массового обслуживания [5].

4. Модели сложности, суть которых во взаимосвязи сложности и надежности программного обеспечения.

5. Модели Джелинского-Моранды и Шика-Уолвертона, которые применимы при моделировании надежности ПО небольшого объема.

6. Модифицированная модель Шика-Уолвертона – для больших проектов и т.д.

Все вышеперечисленные модели в той или иной степени декларируют вывод: надежность программного обеспечения со временем его эксплуатации достигает заданного параметра – фиксируется или увеличивается, а количество ошибок и отказов со временем уменьшается, элементы информационных систем не стареют из-за износа или усталости. Эти утверждения верны при ряде жестких ограничений, которые в действительности не всегда выполнимы. В трудах Полонникова Р.И также отмечено, что на данный момент невозможно выбрать наилучшую модель среди существующих.

Исходя из практического многолетнего опыта разработки и эксплуатации крупных информационных систем, построенных на основе дополнения функциональности, можно утверждать: отказоустойчивость комплексной информационной системы уменьшается при увеличении числа сопрягаемых систем, увеличение числа разработчиков программы не всегда приводит к увеличению ее надежности, отказоустойчивость информационных систем, работающих с банками и базами данных, уменьшается с течением времени, по мере увеличения количества данных. Зачастую такие отказы напрямую связаны с техническими особенностями среды, в которой эксплуатируются программные комплексы: максимальный размер адресуемой памяти, принципы записи и хранения файлов на жестких носителях и т.д.

Выводы. В заключение необходимо отметить, что описанные подходы построения комплексных систем автоматизации при осуществлении относительно плавного интеграционного перехода на более высокий уровень автоматизации позволяют осуществить этот процесс практически безболезненным для предприятия и сохранить основные производственные показатели. Однако оценка степени надежности и отказоустойчивости подобных комплексных систем мало изучена и всегда вызывает повышенный интерес со стороны заказчика проекта и разработчика решений. Существующие на данный момент времени методы оценки надежности программного обеспечения не позволяют получить достоверную оценку. Поэтому существуют предпосылки дальнейшего изучения подобных систем, разработки механизмов сбора, анализа и формализации данных и знаний, полученных в ходе их промышленной

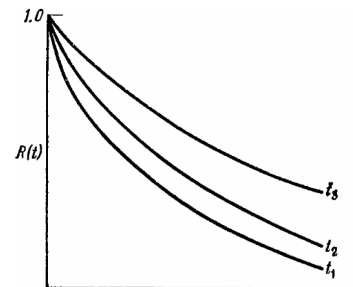


Рис. 2. Рост надежности ПО. $R(t)$ – функция надежности, т.е. вероятность того, что ни одна ошибка не проявится на интервале времени $[0, t]$

эксплуатации, что, в свою очередь, позволит выработать эффективные методы обеспечения заданной степени надежности комплексной информационной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков А. А. Практика интеграции имеющихся систем автоматизации при внедрении решений на базе SAP/ А.А. Большаков, В.В. Лобанов // Международный конгресс по интеллектуальным системам и информационным технологиям '09: сб. трудов Междунар. науч. конф.: ЮФУ, 2009. Т. 2. С. 160-165.

2. Конструктор документов оперативного учета / А.А. Большаков, В.Г. Долманов, В.В. Лобанов: Свидетельство Роспатента об офиц. регистр. программы для ЭВМ. № 2005610113. 2005.

3. Кинцель Д. А. Управление разработкой программных продуктов с часто изменяемыми или нечеткими спецификациями / Д.А. Кинцель, В.В. Лобанов // Математические методы в технике и технологиях: сб. трудов XVIII Междунар. науч. конф. / Казань: КГТУ, 2005. Т. 8. С. 160-161.

4. Полонников Р.И. Методы оценки надежности программного обеспечения / Р.И. Полонников, А.В. Никандров. СПб: Политехника, 1992. 80 с.

5. Ханджян А.О. Модель и моделирование надежности программного обеспечения как системы массового обслуживания / А.О. Ханджян // Техника и технология. 2005. №2(8). С.76-85.

Большаков Александр Афанасьевич –

доктор технических наук, профессор «Системы искусственного интеллекта», декан факультета электронной техники и приборостроения Саратовского государственного технического университета

Лобанов Владимир Васильевич –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 615.477:796.012

В.П. Глазков, Л.П. Непран, А.А. Кулик, Н.И. Фролов

СИСТЕМА ДЛЯ РАЗГРУЗКИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

Приводится описание системы, позволяющей разгрузить позвоночник и нижние конечности человека. Проведен анализ отечественных и зарубежных конструкций аппаратов для разгрузки нижних конечностей человека. Рассмотрена конструкционная и управляющая часть системы, динамика движения тазобедренного и коленного сустава человека при подъеме по лестнице.

Протезирование, биомеханика

V.P. Glazkov, L.P. Nepran, A.A. Kulik, N.I. Frolov

THE BOTTON BINITNESSES OF THE PERSON UNLOADING SYSTEM

System allowing is resulted brought to unload the backbone and the bottom finitenesses of the person is described. The analysis of domestic and foreign system for unloading the bottom finitenesses of the person is lead. The constructional and operating part of system is considered; dynamics of movement femoral and a knee joint of the person has been considered at rise on a ladder.

Prosthesis, biomechanics

В числе инвалидов в нашей стране немало людей с поражением опорно-двигательного аппарата. Как правило, средства, предназначенные для облегчения условий передвижения инвалидов, весьма примитивны и не в состоянии обеспечить выполнение требуемых функций. В связи с этим требуется решить следующую задачу: создать отечественные конструкции устройств реабилитации инвалидов, не уступающие зарубежным аналогам и одновременно доступные для жителей России.

Между тем анализ показывает, что во многих зарубежных странах (США, Японии и ряде европейских стран) весьма активно ведутся работы по созданию современных многоцелевых аппаратов, позволяющих не только облегчить жизнь инвалидов, но и сделать их полноценными членами общества как физически, так и психологически.



Рис. 1. Области применения разгружающих систем:
а – в медицине; б – в производстве

Так, японской компанией «Хонда» было разработано устройство (рис. 1) массой 6,5 кг, снабженное 2 электромоторами и литий-ионным аккумулятором. Оно сконструировано таким образом, что его кинематика повторяет естественные движения голени и бедра, не нарушая центра тяжести пешехода, и фактически является электромеханическим усилителем мышц. Заряд аккумулятора рассчитан на время порядка двух часов. Управление системы связано с датчиками, расположенными на ботинках владельца системы.

Разгружающие устройства используются не только в области медицины (рис. 1 а), но и в различных сферах деятельности человека, которые связаны с высокими нагрузками на мышцы ног человека. В частности, устройство может быть полезным там, где человеку приходится выполнять многочисленные приседания (рис. 1 б).

Учеными СГТУ совместно с хирургами из клиники «Семейный доктор» ведутся работы по созданию оригинальных отечественных конструкций устройств для разгрузки нижних конечностей человека, которые могут использоваться для различных целей: реабилитации больных с повреждениями опорно-двигательного аппарата, разработки контрактур (ограничения движения) сустава, работы за сборочным конвейером и т.д. Исследования проводятся как для бесприводных аппаратов, так и оснащенных электроприводом. Одна из представленных конструкций представлена на рис. 2.

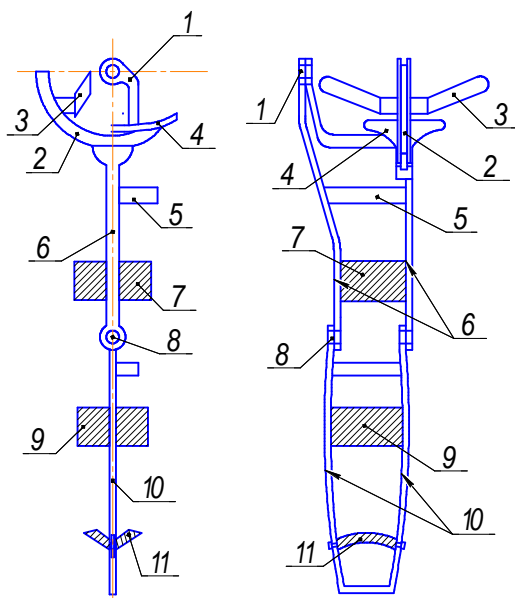


Рис. 2. Эскиз аппарата (1 – тазобедренный шарнир, 2 – радиусная направляющая, 3 – передний упор, 4 – седло, 5 – перемычка, 6 – верхняя стойка, 7 – фиксирующая манжета бедра, 8 – коленный шарнир, 9 – фиксирующая манжета голени, 10 – нижняя стойка, 11 – манжета для вытяжения)

Аппарат предназначен для постоянного ношения при заболеваниях суставов нижней конечности, а также при переломах бедра и голени. При этом он не только снимает нагрузку веса человека, но и дополнительно создает вытяжение при ходьбе и покое. Этим обеспечивается расширение суставной щели, уменьшение давления на суставной хрящ и прилежащую кость, что способствует улучшению кровообращения сустава и восстановление хряща.

Кроме того, при переломах костей устраняется захождение отломков, что позволяет в ряде случаев сращивать переломы без оперативного вмешательства, а также использовать его в ранние сроки после операции. При наличии сопутствующих заболеваний или повреждении позвоночника аппарат дополняется соответствующим разъемом для соединения с корсетом таким образом, чтобы обеспечить разгрузку позвоночника в любом положении [1].

Оснащение устройства системой малогабаритных приводов является весьма сложной самостоятельной задачей. В связи с этим на предварительном этапе было рассмотрено устройство управления системой разгрузки скелета человека

в виде следящего привода. Было рассмотрено движение человека при подъеме по лестнице, т.к. именно при этом перемещении человек прикладывает максимальное усилие. Расчеты производились для человека массой 100 кг, соответственно исходя из соотношения общей массы человека и массы различных частей его тела [2]. Установлено, что для полной разгрузки человека при ходьбе потребуются двигатели достаточно большой мощности. Даже при использовании современных аккумуляторов это неизбежно потребует их частой перезарядки. Поэтому дальнейшие исследования направлены на построение моделей походки человека и создание устройств для рекуперации механической энергии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазков В.П. Изобретение, способное изменить мир / В.П. Глазков // Инновации и публикации. 2009. №11. С.56-57
2. Бегунов П.И. Моделирование в биомеханике / П.И. Бегунов, П.Н. Афонин. М.: Высшая школа, 2004. 390 с.
3. Клиническая биомеханика / под ред. В.И. Филатова. Л.: Медицина, 1980. С. 50-52.
4. Юревич Е.И. Основы робототехники / Е.И. Юревич. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 416 с.

Глазков Виктор Петрович –

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Непран Леонид Петрович –

хирург клиники «Семейный доктор», г. Саратов

Кулик Алексей Анатольевич –

студент кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Фролов Никита Игоревич –

аспирант кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 621.865 (075.8)

В.П. Глазков, И.В. Егоров, С.А. Миссюра, С.В. Пчелинцева, Н.И. Фролов

**НЕЙРОСЕТЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ МАНИПУЛЯТОРОМ С ГИБКИМИ
ЗВЕНЬЯМИ НА ОСНОВЕ СИГНАЛОВ С ТЕНЗОДАТЧИКОВ**

Рассматривается применение нейронных сетей прямого распространения и тензодатчиков для компенсации статической ошибки позиционирования и сокращения времени переходного процесса при управлении манипулятором с гибким звеном.

Робот, манипулятор, гибкое звено, нейронная сеть, управление

V.P. Glazkov, I.V. Egorov, S.A. Missyura, S.V. Pchelintseva, N.I. Frolov

**NEURAL CONTROL OF FLEXIBLE ROBOT ARM
BASED ON LOAD CELLS SIGNALS**

An applying of feed-forward networks and load cells for compensation of static errors and shortening of transient of robot arm with flexible link is considered in this research.

Robot, manipulator, flexible link, neural network, load cell, control

Манипуляторы современных роботов способны переносить груз, масса которого, как правило, не превышает нескольких процентов от массы самого манипулятора. Поэтому повышение удельной грузоподъемности является одним из основных направлений совершенствования роботов. Уменьшение размеров поперечных сечений звеньев вместе со снижением их массы неизбежно приводит к снижению жесткости, а следовательно, к увеличению оши-

бок позиционирования манипулятора из-за упругой деформации звеньев. Поэтому представляет интерес поиск методов управления манипулятором, позволяющих устранить влияние деформации звеньев на положение рабочего инструмента (схвата) манипулятора.

Вопросы управления манипулятором с гибкими звеньями рассмотрены в [1], [2]. В них предложен подход к построению динамической модели упругого манипулятора и показана необходимость учета внутреннего демпфирования в гибкой части звена. Метод построения модели, рассмотренный в [2], предполагает описание свойств упругого звена в аналитической форме, что не всегда возможно для реального манипулятора, обладающего сложной геометрией. В данной работе рассматривается метод управления манипулятором с упруго-податливыми звеньями на основе нейронных сетей прямого распространения. Предлагаемый метод является менее строгим, чем описанный в [2], однако он применим для манипулятора, описание геометрии которого в аналитической форме затруднительно.

Принципы управления манипулятором с гибкими звеньями рассмотрим на примере звена манипулятора с одним вращательным сочленением. Одна степень подвижности в сочленении предполагает управление одной декартовой координатой рабочего инструмента (x или y). Звено представляет собой гибкую балку переменной толщины, один конец которой закреплен на валу мотор-редуктора, на другом конце находится рабочий инструмент с переносимым грузом (рис. 1). Деформация звена под воздействием статических и динамических нагрузок (v) является причиной возникновения ошибки позиционирования манипулятора, величина которой может достигать нескольких процентов от длины звена. Кроме того, изменение угла поворота в сочленении вызывает колебания звена, затухающие в течение продолжительного времени. Таким образом, система управления должна, с одной стороны, обеспечивать заданную статическую точность позиционирования рабочего инструмента, с другой – уменьшать время переходного процесса, подавляя колебания звена.

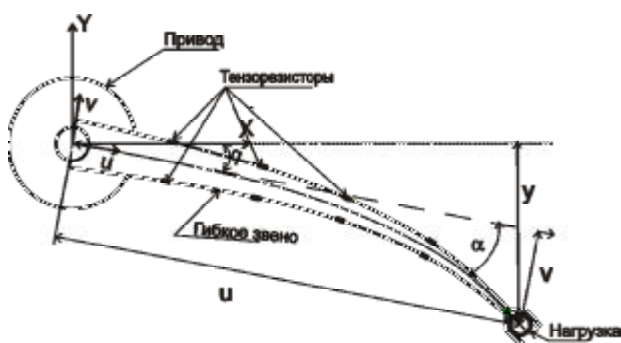


Рис. 1. Схема гибкого звена манипулятора

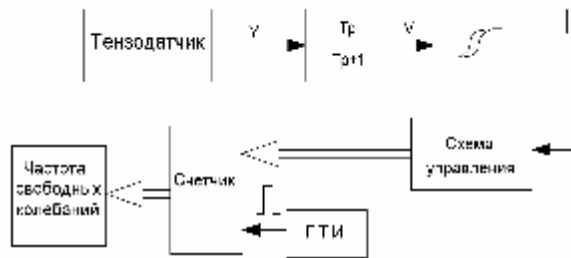


Рис. 2. Структурная схема системы измерения числа свободных колебаний гибкого звена

Формирование управляющего воздействия с коррекцией ошибок позиционирования требует знания действительного с учетом деформации звена положения рабочего инструмента, которое может быть определено различными способами. Например, при помощи нескольких тензодатчиков, расположенных вдоль оси звена на некотором расстоянии друг от друга. Напряжение, снимаемое с датчика, пропорционально растяжению и сжатию верхней и нижней сторон звена вследствие изгиба последнего. Изгиб звена приводит к повороту его сечений друг относительно друга. Полагая растяжение и сжатие звена пренебрежимо малым по сравнению с его толщиной, запишем выражение для взаимного угла поворота сечений, соответствующих краям i -го тензодатчика da_i ,

$$da_i = 2kU_i / s_i, \quad i = \overline{1, n},$$

где k – коэффициент, учитывающий конструктивные параметры тензодатчика (базовый размер тензодатчика, номинальные величины резисторов, составляющих измерительный мост, коэффициент чувствительности, напряжение питания), U_i – выходное напряжение i -го датчика, s_i – средняя толщина звена в месте его установки. Для определения угла поворота произвольного сечения звена, находящегося на расстоянии l от его начала, аппроксимируем da_i степенным полиномом, порядок которого зависит от числа тензодатчиков

$$da(l) = \sum_{i=n}^0 a_i l^i, \quad (1)$$

где $da(l)$ – угол поворота двух сечений звена, разделенных малым расстоянием dl и находящихся на расстоянии l от его начала, a_i – коэффициенты полинома, вычисляемые решением уравнения вида

$$(da_1 da_2 \mathbf{L} da_j)^T = (L_1 L_2 \mathbf{L} L_j)^T (a_n a_{n-1} \mathbf{L} a_0)^T, L_j = (l_j^n l_j^{n-1} \mathbf{L} l_j 1), j = \overline{1, n},$$

где da_j – угол поворота сечений звена для j -го тензодатчика, l_j – нормированное расстояние от начала звена до середины j -го тензодатчика.

Угол поворота сечения, находящегося на расстоянии l от начала звена, определяется по формуле

$$a(l) = \int_0^l da(l) dl. \quad (2)$$

Отклонения точки звена вследствие его деформации по координатам u и v (рис. 1) в его локальной системе координат запишутся в виде

$$u = \int_0^l \cos a(l) dl; \quad v = \int_0^l \sin a(l) dl. \quad (3)$$

Для интегрирования подынтегральных выражений в (2) функции \sin и \cos целесообразно разложить в степенной ряд. Приемлемая точность вычислений синусов и косинусов в диапазоне углов от $-2p/3$ до $+2p/3$ обеспечивается первыми тремя членами ряда.

Выражения для u и v в окончательном виде опускаем вследствие их громоздкости, отметим лишь, что u и v будут вычисляться как функции коэффициентов полинома (1), аппроксимирующего изгиб звена. При этом подразумевается, что нормированное значение l для конца звена равно 1.

С учетом угла поворота в сочленении q на основании (3) получим выражения для определения действительного положения рабочего инструмента:

$$x = l_{\max} (u \cos q - v \sin q); \quad y = l_{\max} (u \sin q + v \cos q), \quad (4)$$

где l_{\max} – ненормированная длина звена от оси поворота в сочленении до центра рабочего инструмента.

Непосредственное использование выражения (4) для замыкания обратной связи по положению рабочего инструмента нецелесообразно, так как при изменении угла поворота в сочленении по звену распространяется упругая волна, скорость которой, зависящая от массы переносимого груза и формы деформированного звена, определяет запаздывание, с которым конец звена реагирует на управляющее воздействие в сочленении. На величину запаздывания влияют масса нагрузки и угол поворота в сочленении, что осложняет синтез регулятора.

Для построения устойчивой системы и уменьшения времени переходного процесса предлагается: 1) замыкать обратную связь в системе управления по углу поворота в сочленении, что позволяет построить систему управления на основе ПИД-регулятора; 2) ввести в

систему управления положительную обратную связь по производной сигнала с тензодатчиков, что позволяет существенно снизить амплитуду свободных колебаний гибкого звена.

Замыкание обратной связи по углу поворота в сочленении позволяет рассматривать гибкую часть манипулятора не как часть системы управления и привода, а только как нагрузку последнего. В этом случае колебания звена, возникающие при переходных процессах, могут рассматриваться как внешние возмущения, воздействующие на привод. Для обеспечения заданной точности позиционирования необходимо задавать такое значение угла поворота в сочленении, которое с учетом деформации звена обеспечит заданное положение рабочего инструмента. Вычисление требуемого угла поворота в сочленении в общем случае требует построения подробной математической модели гибкой части манипулятора и трудоемких расчетов для интегрирования систем дифференциальных уравнений в частных производных. Для снижения вычислительной сложности задачи предложено вычислять программное значение присоединенной координаты на основе нейронной сети прямого распространения. На ее входы подаются величина массы груза и желаемое значение декартовой координаты. С выхода нейронной сети снимается требуемое значение угла поворота.

Непосредственное измерение массы груза при колебаниях звена представляется весьма сложной задачей, поэтому предложено оценивать массу груза по частоте свободных колебаний звена, которая зависит от массы груза и текущего положения манипулятора. Структура системы, измеряющей частоту свободных колебаний, представлена на рис. 2.

Частота колебаний измеряется подсчетом числа импульсов тактового генератора в промежутке времени между прохождениями производной от показаний тензодатчиков через нуль. Измерение частоты непосредственно с тензодатчика затруднительно вследствие сложности определения начала и конца периода колебаний. Процесс измерения периода колебаний начинается с подачи управляющего воздействия, возбуждающего колебания гибкого звена. По завершении этого воздействия звено продолжает совершать свободные колебания. Сигнал с тензодатчика, проходя через дифференцирующее звено с запаздыванием (на основе RC - цепи) попадает на вход триггера Шмитта, который формирует прямоугольный импульс, соответствующий промежутку времени между последовательными пересечениями производной от сигнала тензодатчика нулевого значения. По переднему фронту сигнала с триггера Шмитта схема управления формирует сигнал сброса счетчика и разрешения счета, по заднему фронту – сигнал завершения определения периода колебаний. Необходимость введения в схему триггера Шмитта вызвана неизбежным увеличением амплитуды шумов в процессе дифференцирования.

Структура нейронной сети, вычисляющей программное значение угла поворота на основе желаемого значения декартовой координаты схвата, текущего угла поворота и частоты свободных колебаний звена, показана на рис. 3.

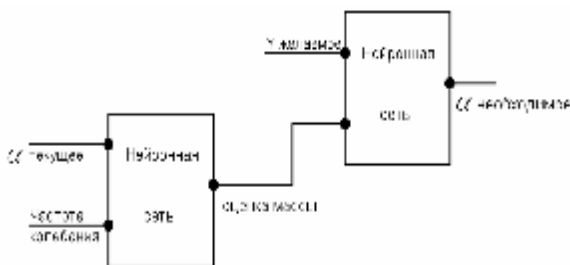


Рис. 3. Структура нейронной сети



Рис. 4. Структура системы управления

Для ускорения обучения и повышения точности решения нейронная сеть разбита на 2 подсети, обучаемые раздельно.

С учетом вышеизложенного структура системы управления имеет вид (рис. 4).

В качестве базы для синтеза регулятора был взят ПИД регулятор, но из его состава исключена интегральная компенсация статической ошибки, а также обратная связь по угловой скорости в сочленении. Интегральная компенсация не требуется, так как нейронная сеть, компенсирующая прогиб звена под нагрузкой, компенсирует и недостаток крутящего момента двигателя при малых значениях рассогласования. Введение скоростной обратной связи по углу поворота при наличии гибкого звена увеличивает амплитуду колебаний при переходном процессе вследствие ограниченной жесткости механической характеристики двигателя.

Изложенные принципы управления и функционирование синтезированной системы управления опробованы на макете гибкого звена манипулятора, представляющего собой сдвоенный для повышения жесткости в одном направлении стеклотекстолитовый стержень переменного сечения, закрепленный на выходном валу мотор-редуктора перпендикулярно оси вращения. На конце стержня закрепляется нагрузка, масса которой изменялась от 20 до 200 г, при массе звена 160 г. Тензорезисторы, наклеенные на стержень, включены по мостовой схеме, сигнал с диагонали моста поступает на вход операционного усилителя. Дифференцирующие звенья образованы RC-цепями, триггеры шмитта построены на основе операционных усилителей. В качестве устройства управления применен микроконтроллер PIC16F877, аналоговые сигналы оцифровываются его встроенными 10 разрядными А-Ц преобразователями. Сопряжение с управляющим компьютером осуществляется через LPT- порт. Вычислительная среда с нейронными сетями реализована в системе MatLab. Управление LPT – портом осуществляется при помощи библиотеки `inport32`.

На рис. 5 изображены графики движения рабочего инструмента при установлении заданной координаты y (желаемое положение 0 м) в декартовой системе координат.

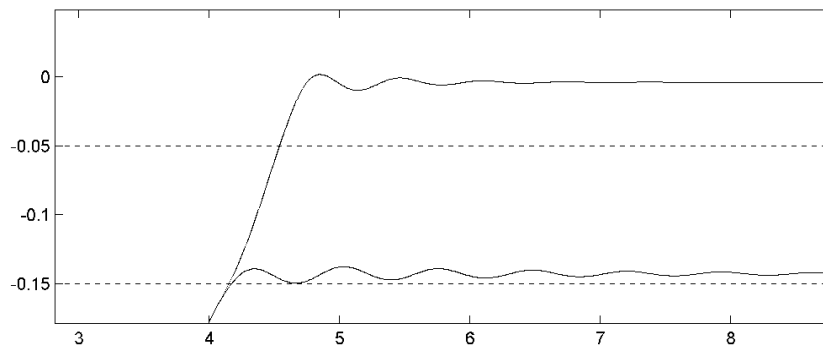


Рис. 5. Движение конечной точки гибкого звена с коррекцией положения на основе нейронной сети и подавлением колебаний (верхний график) и без коррекции и подавления колебаний

Сравнение верхнего и нижнего графиков на рис. 5 позволяет сделать вывод о значительном снижении статической ошибки позиционирования схвата и существенном сокращении времени переходного процесса в системе с нейросетевой коррекцией изгиба гибкого звена по сравнению с управлением звеном только на основе сигнала обратной связи по углу поворота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лавровский Э.К. Управление упругим звеном манипулятора при помощи обратной связи по положению и скорости груза / Э.К. Лавровский, А.М. Формальский // Прикладная математика и механика. 1993. Т. 57. Вып. 8.
2. Андрейченко К.П. Динамическое моделирование манипулятора с гибкой рукой / К.П. Андрейченко, Д.К. Андрейченко // Проблемы машиностроения и надежность машин. 1996. №3.

Глазков Виктор Петрович –

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Егоров Игорь Владимирович –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Миссюра Сергей Анатольевич –

магистрант кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Пчелинцева Светлана Вячеславовна –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Фролов Никита Игоревич –

аспирант кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК519.27; 29.7.017.1

А.А. Большаков, С.В. Петров

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БОЛЬШИХ СИСТЕМ

Предложен подход для прогнозирования поведения больших систем, который позволяет оценить характеристики надежности в виде интенсивности отказов.

Прогнозирование, надежность, большие системы, интенсивность отказов

A.A. Bolshakov, S.V. Petrov

MODEL OF FORECASTING OF FUNCTIONING OF THE BIG SYSTEMS

The approach for forecasting of behaviour of the big systems which allows to estimate characteristics of reliability in the form of failure rate is offered.

Forecasting, reliability, the big systems, failure rate

Одной из наиболее актуальных проблем создания современных, больших систем является наличие в составе подсистемы прогноза функционирования или прогноза поведения системы во времени, представляющей оператору текущую оценку работоспособности системы.

Продолжается рост требований по увеличению технического ресурса и времени жизненного цикла к современным системам автоматического управления динамическими объектами. Динамическими объектами будем считать объекты, управление которыми человеком без применения систем автоматического управления трудоемко или даже затруднительно, например, летательные аппараты или скоростные суда. При такой значимости системы в процессе управления возрастает роль упреждающей информации оператору о ее состоянии или прогнозе. Целесообразно включение в состав системы подсистемы прогноза функционирования или поведения системы во времени, представляющей оператору вероятностную оценку текущей работоспособности системы.

Подсистема прогноза должна быть формализована в форме динамической модели, учитывающей: надежность функционирования отдельных, не декомпозируемых, составляющих элементов (диоды, триоды, микросхемы, сопротивления, двигатели и т.д.) определяемую техническими условиями производителей; надежность функционирования создаваемых из составляющих элементов узлов, конструктивно функциональных модулей (КФМ), блоков и систем, т.е. итоговую надежность функционирования созданной архитектуры; влияние внешней среды сравнением прогнозируемых данных функционирования и эксплуатации.

Из сложившегося расхождения применяемых в настоящее время оценок надежности функционирования и практических результатов в данной статье формируется подход к выбору оценок надежности для прогноза функционирования изделий, приближенных к результатам эксплуатации.

Для экспоненциального закона $y = e^{-x}$ интенсивность отказов в безразмерной форме $h(t) = 1$, а в размерной форме ($x = It$) равна $h(t) = I$ т.е. постоянной величине во времени.

Для поиска математической модели, которая имеет лучшее совпадение интенсивности отказов с данными эксплуатации, введем в рассмотрение ϵ близость функций $y_i(x)$ и $y_j(x)$ на отрезке $[0, x_{\max}]$ в виде ограниченности модуля разности функций $\text{mod}[y_i(x) - y_j(x)] \leq \epsilon$: $\epsilon \geq 0$. Рассмотрим множество Y функций $y_i(x) \in Y$, имеющих одну общую точку. Такое множество функций назовем «пучком» (рис. 2). Если общая точка «пучка» совпадает с левой границей отрезка $[0, x_{\max}]$, то правую границу отрезка x_{\max} можно определить для любой пары функций $y_i(x)$ и $y_j(x)$ из условия их ϵ близости.

Исследуем подробнее «пучок» функций в виде рядов с дробно-факториальными коэффициентами

$$y_i = \sum_0^i (-x)^n n!^{-1}, \quad (1)$$

$$y_1 = 1 - x, \quad (1a)$$

$$y_2 = 1 - x + x^2 / 2, \quad (1b)$$

$$y_3 = 1 - x + x^2 / 2 - x^3 / 6, \quad (1c)$$

$$y_4 = 1 - x + x^2 / 2 - x^3 / 6 + x^4 / 24, \quad (1d)$$

$$y_5 = 1 - x + x^2 / 2 - x^3 / 6 + x^4 / 24 + x^5 / 120. \quad (1e)$$

Если функция $y_\infty = e^{-x} = \sum_0^\infty (-x)^n n!^{-1}$ представляет предел сходящегося бесконечного ряда [3], то возникает интерес, в первую очередь для инженерных задач, исследования свойств конечных рядов, ограниченных конечным членом первых членов ряда (1).

Область прибытия функции $y_\infty \in [0, 1]$ соответствует области отправления $x \in [0, \infty]$. В связи с трудностями практического применения в инженерной практике величины $x = \infty$ уменьшим область прибытия функции y до величины $y \in [e, e > 0, 1]$, что соответственно су-



Рис. 1

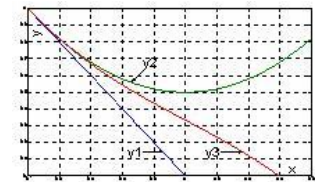


Рис. 2

зит область отправления x до значения $x \in [0, x_{\max}]$. Например, при $y \in [0, 0,5, 1]$ область отправления x уменьшается до $x \in [0, 4]$, т.е. полоса шириной $y_1 \in [0, e]$ и протяженностью $x \in [4, \infty]$ представляет небольшой практический интерес при значительной технической трудоемкости. Отметим, что рассмотрение $y = e^{-x}$ производится в безразмерной форме. Для перехода к размерной форме необходимо ввести структуру переменной $x = It$, где I – постоянная величина, а t – новая переменная, например время. Если новая переменная t является размерной величиной, то величина I имеет обратную размерность. Производная от функции y по новой переменной t (2) равна производной по безразмерной величине, умноженной на коэффициент структуры переменной $\frac{dy}{dt} = \frac{dy}{dx} \frac{dx}{dt} = \frac{dy}{dx} I$, или соответственно

$$y_t = y_x x_t = y_x I, \tag{2}$$

т.е. свойства производной по безразмерной величине y_x являются определяющими.

Величину подкасательной T функции y определим очевидным выражением $y = -Ty_x$. Величина, обратная подкасательной (3) в теории надежности [2], [1] используется в роли интенсивности отказов

$$h(t) = T^{-1} = -y_x y^{-1}. \tag{3}$$

Рассмотрим полином с номером $2k + 1$, полагая что $0^0 = 1$, $0! = 1$ и k – произвольное, целое, положительное число

$$y_{2k+1} = \sum_0^{2k+1} (-x)^n (n!)^{-1}, \tag{4}$$

для которого производная имеет вид полинома с номером $2k$ умноженного на -1 :

$$dy_{2k+1} / dx = -\sum_0^{2k} (-x)^n (n!)^{-1} = -y_{2k}. \tag{5}$$

Представим полином (4) в зависимом от y_{2k} виде

$$y_{2k+1} = y_{2k} - x^{2k+1} (2k + 1)!^{-1}. \tag{6}$$

С учетом полученных зависимостей интенсивность отказов имеет вид дроби

$$h(t) = y_{2k} y_{2k+1}^{-1}, \tag{7}$$

у которой знаменатель с ростом x уменьшается относительно числителя, т.е. интенсивность отказов начинается с единицы и с ростом x увеличивается. Если величина x , в свою очередь, имеет структуру типа $x = It$, то правую часть уравнения (7) придется умножить на постоянную величину I . Таким образом, у математической модели интенсивность отказов в конечной части ЖЦ соответствует данным эксплуатации. Рост интенсивности отказов связан с нашим допущением переменной величины, подкасательной к функции y .

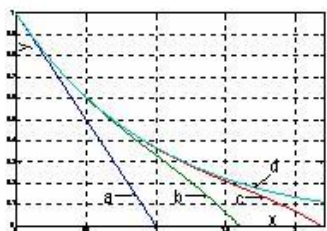


Рис. 3

Эта модель с единой позиции интерпретирует и снижение интенсивности в начале ЖЦ, что предоставляет возможность утверждать, что созданная модель полнее отображает динамику надежности систем и может быть использована при прогнозировании. Рассмотрим несколько таких конечных рядов $y_1 y_3 y_5$ (рис. 3).

Можно показать, что в окончательном виде будем иметь

$$y_k = \sum_0^n (-1)^k x^k k!^{-1}, \tag{8}$$

что представляет собой в общем виде «пучок» функций (1).

Анализ полученного решения показывает, что при $n = \infty$ оно превращается в экспоненту $y_\infty = e^{-x}$, неоднородное дифференциальное уравнение становится однородным, что означает отсутствие воздействия или изолированность системы от внешней среды.

Таким образом:

1. Получено счетное множество моделей, структура которых позволяет учитывать различную степень воздействия на систему внешней среды.
2. При изолированной системе $y'+y=0$ ее поведение определяется как $y_{\infty} = e^{-x}$.
3. При линейном воздействии внешней среды как наиболее сильном $y'+y=-x$, а $y_1=1-x$.
4. Практическое применение могут иметь нечетные значения n .
5. Применение полученных результатов в качестве функции распределения надежности позволяет создать модели прогноза функционирования систем и свести в определенную модель влияние внешней среды и назначенное время жизненного цикла изделия.
6. Определяющим в надежности является нахождение воздействия внешней среды в виде модели распределения вероятности.
7. Полученные модели показывают хорошее совпадение с экспериментом в области как малых, так и больших времен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики / Ю.М. Коршунов. М.: Энергоатомиздат, 1987.
2. Сандлер Дж. Техника надежности систем / Дж. Сандлер. М.: Наука, 1966.
3. Смирнов В.И. Курс высшей математики / В.И. Смирнов. Т.1. М.: ГИФМЛ, 1958.

Большаков Александр Афанасьевич –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системы искусственного интеллекта», декан факультета электронной техники и приборостроения Саратовского государственного технического университета.

Петров Сергей Владимирович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 65.01:519.86

А.А. Большаков, К.Н. Золотько, С.В. Петров, М.Ф. Степанов

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ

Описана классификация показателей вуза и ключевые показатели, на основе которых осуществляется стратегическое планирование вуза. Предложены процедура определения критериев и метод измерения результативности. Разработаны алгоритмы определения корректирующих и/или предупреждающих действий.

Управление, качество, образование, результативность.

A.A. Bolshakov, K.N. Zolotko, S.V. Petrov, M.F. Stepanov

ESTIMATION OF INDICATORS OF PRODUCTIVITY OF THE CONTROL SYSTEM OF QUALITY OF FORMATION

Classification of indicators of high school and key indicators on which basis strategic planning of high school is carried out is described. Procedure of definition of criteria and a method of measurement of productivity are offered. Algorithms of definition of correcting and-or warning actions are developed.

Management, quality, formation, productivity

Анализ структуры вуза позволяет выделить наиболее часто используемые показатели оценки качества вуза в ряд групп, основными из которых являются: процесс управления образованием в вузе; деятельность преподавателей; функционирование кафедр и факультетов; компетенции студентов (аудиты). При этом ряд показателей факультетов, кафедр и преподавателей является составляющей частью для определения аккредитационных показателей. Однако необходимо дополнять показатели государственной аккредитации набором показателей, разработанных для всех уровней процессов вуза, в типовой модели системы менеджмента качества образования.

Показатели сбалансированной системы показателей (ССП) обычно предлагаются экспертной группой, созданной для разработки системы управления качеством образования вуза. Эта группа показателей вычисляется на основе процессов стратегического и оперативного планирования качества образования в вузе. Результативность процессов оценивается как разность между запланированным и текущим значением показателей заданных процессов. Для процесса обучения необходимо, кроме аккредитационных показателей, ввести расширенный перечень для оценки качества профессорско-преподавательского состава (ППС), который будет характеризовать не только квалификацию преподавателей, но и активность деятельности в нескольких аспектах. Аккредитационные показатели дополняются показателями основных и обеспечивающих процессов системы управления качеством. При этом целесообразно рассматривать следующие группы показателей: ППС: стратегического планирования; процессов СМК.

В соответствии с классической концепцией ССП оценка организации осуществляется на основе четырех составляющих: финансы, клиенты, процессы и персонал. Разработанный шаблон ССП, адаптированный для вузов, включает пять составляющих, представляющих собой аспекты деятельности вуза.

Предлагаемый метод определения значений степени реализации составляющих ССП заключается в следующем. Состояние сбалансированной системы показателей описывается вектором $\bar{x} = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ – значения степени реализации составляющих ССП, измеряемые по относительной шкале от 0 до 1. При расчете значений степени реализации составляющих $\bar{x} = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ сделано предположение о том, что каждая составляющая имеет множество целей от c_1 до c_m , где m – количество целей в составляющей x_l , а l – номер составляющей ССП.

Достижение каждой из целей c_{ij} , где j – номер цели, ССП определяется состоянием показателей Φ_{ij} , которые поддерживают заданную цель, а также степенью выполнения целей нижнего уровня. В общем виде взаимосвязь между показателями, целями и составляющими ССП можно описать следующим образом: $\Phi_{ij} \rightarrow c_{ij} \rightarrow x_l$.

Для каждой цели задаются три возможных состояния: S_1 – не достигнута; S_2 – достигнута частично; S_3 – достигнута. Таким образом, состояние цели будет определяться из значения степени её реализации c_{il} , следующим образом:

$$c_{jl} = v_{jl} \sum_{i=1}^n p_{ij}, \quad (1)$$

где p_{ij} – значение итогового показателя, которое определяется из значений показателей Φ_{ij} , поддерживающих j -ю цель, v_{jl} – коэффициент, отражающий степень влияния нижерасположенных целей на искомую и определяемый исходя из состояния рассматриваемой, n – количество показателей, поддерживающих цель, i – номер показателя.

В работе определено, что состояние S_3 для цели устанавливается в случае, если $c_{il} \geq 0,9$; состояние S_2 – если $0,5 \leq c_{il} < 0,9$; S_1 – если $c_{il} < 0,5$.

Каждая цель ССП характеризуется несколькими показателями. Показатели одной цели могут иметь различную значимость при определении степени достижения цели. Для того, чтобы учесть различие в степени влияния показателя на цель, экспертно определен вес каждого из показателей k_{ij} . С его учетом итоговый показатель рассчитывался по формуле: $p_{ij} = k_{ij} \cdot \Phi_{ij} / \Pi_{ij}$, где p_{ij} – взвешенное значение показателя; Φ_{ij} – текущее значение показателя; Π_{ij} – плановое значение показателя.

Значения, определяющие состояние показателей, определялись экспертно и могут изменяться. Для расчета значения коэффициента влияния нижележащих целей v_{il} необходимо определить количество целей, имеющих состояние S_1 и S_2 . Пусть N_1 – число целей имеющих состояние S_1 , а N_2 – количество целей, имеющих состояние S_2 , тогда значение коэффициента v_{il} : $v_{il} = 1 - (0,01N_1 + 0,02N_2)$. Коэффициенты 0,01 и 0,02 определены экспертно и могут быть изменены.

Итоговое значение степени реализации составляющей вычислено как сумма значений степеней реализации целей:

$$x_l = \sum_{j=1}^m c_{jl}, \quad (2)$$

где m – количество целей в составляющей x_l .

В качестве элемента поддержки принятия решения использовался метод определения процесса с минимальной результативностью функционирования, влияющего на составляющую ССП и предложения по корректирующим действиям с целью улучшения показателей данного процесса.

Стандарты серии ISO 9001:2008 предъявляют требования наличия критериев и методов определения результативности при управлении процессами СМК. Далее предлагается процедура, которая позволяет определить критерии процессов, а также предложен метод вычисления результативности СМК с учетом особенностей ОУ.

1. Регистрация фактических значений критериев, по которым происходит вычисление результативности.

Определение суммы фактических значений по каждому критерию в рамках заданного процесса:

$$\Phi = \sum_{i=1}^N K_{\phi_i}, \quad (3)$$

где K_{ϕ_i} – фактическое значение критерия, N – количество критериев по i -му показателю.

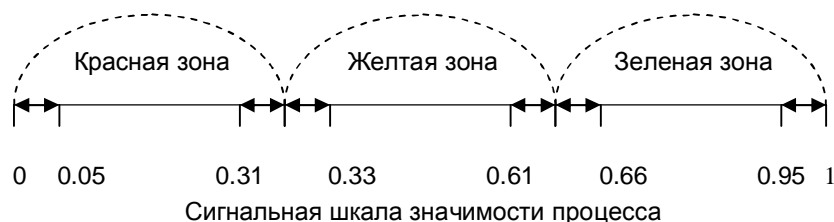
Определение суммы плановых значений по каждому критерию в рамках заданного процесса:

$$П = \sum_{i=1}^N K_{Пi}, \quad (4)$$

где $K_{Пi}$ – плановое значение критерия, N – количество критериев по i -му показателю.

4. Вычисление результативности процесса ($P_{П}$) как отношение между фактическим и плановым значением по каждому критерию $P_{П} = \Phi / П$.

Оценка результативности по шкале значимости процесса (рис. 4) с учетом следующих условий: $P_{П} = 0$ – процесс не функционирует и требует разработки; «красная зона» ($0 < P_{П} < 0,33$) – процесс требует разработки его владельцем корректирующих действий; «желтая зона» ($0,33 \leq P_{П} < 0,66$) – процесс требует разработки его владельцем предупреждающих действий; «зеленая зона» ($0,66 \leq P_{П} < 1$) – процесс функционирует результативно, однако требует разработки его владельцем незначительных предупреждающих действий; $P_{П} = 1$ – процесс функционирует результативно и не требует разработки каких-либо действий.



Особое значение на сигнальной шкале значимости процессов имеют сигнальные (критические) интервалы: $0 \dots 0,05$ – процесс функционирует нерезультативно и требует вмешательства высшего руководства; $0,27 \dots 0,38$ – процесс находится в критической зоне перехода от необходимости разработки корректирующих действий к разработке предупреждающих действий; $0,61 \dots 0,71$ – процесс находится в критической зоне перехода от осуществления предупреждающих действий к результативному функционированию; $0,95 \dots 1$ – процесс функционирует результативно, и если значения результативности в течение квартала попадают в этот интервал, то процесс требует улучшения.

Разработка корректирующих и/или предупреждающих действий выполняется по результатам проведенной оценки с учетом вычисленных отношений между фактическим и плановым значением по каждому критерию в соответствии со следующими условиями: $0 \leq K_{\phi_i} / K_{Пi} < P_{П}$, необходимо уделить внимание критерию при разработке корректирующих действий по управлению процессом; $P_{П} \leq K_{\phi_i} / K_{Пi} < 1$, необходимо уделить внимание критерию при разработке предупреждающих действий по управлению процессом; $K_{\phi_i} / K_{Пi} = 1$, нет необходимости уделять внимание этому критерию.

Таким образом, рассмотрена классификация показателей вуза, выявлены ключевые показатели, на основе которых осуществляется стратегическое планирование вуза, а также определяются рейтинги ППС, кафедр, факультетов, расчет показателей министерства образования. Предложены процедура определения критериев и метод измерения результативности, позволяющие для каждого выделенного и идентифицированного процесса определить критерии и методики обеспечения результативности процессов СМК. Кроме того, предложены алгоритмы определения необходимости разработки соответствующих корректирующих и/или предупреждающих действий.

Большаков Александр Афанасьевич –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системы искусственного интеллекта», декан факультета электронной техники и приборостроения Саратовского государственного технического университета

Золотко Кирилл Николаевич –

аспирант кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Петров Сергей Владимирович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Степанов Михаил Федорович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая кибернетика и информатика» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 65.01:519.86

А.А. Большаков, В.П. Глазков, К.Н. Золотко, М.Ф. Степанов

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА

Предложена информационная система, которая реализует функции по работе со списком организационных и процессных объектов, мониторинга их показателей, расчета основных рейтинговых значений, авторизации пользователей и их должных инструкций в соответствии с выбранной системой менеджмента качества образования.

Мониторинг, результативность, вуз, информационная система

A.A. Bolshakov, V.P. Glazkov, K.N. Zolotko, M.F. Stepanov

INFORMATION SYSTEM OF MONITORING OF PRODUCTIVITY OF ACTIVITY OF HIGH SCHOOL

The information system which realises functions on work with the list of organizational and process objects, monitoring of their indicators, calculation of the basic rating values is offered, to authorisation of users and their due instructions according to the chosen system of a quality management of formation.

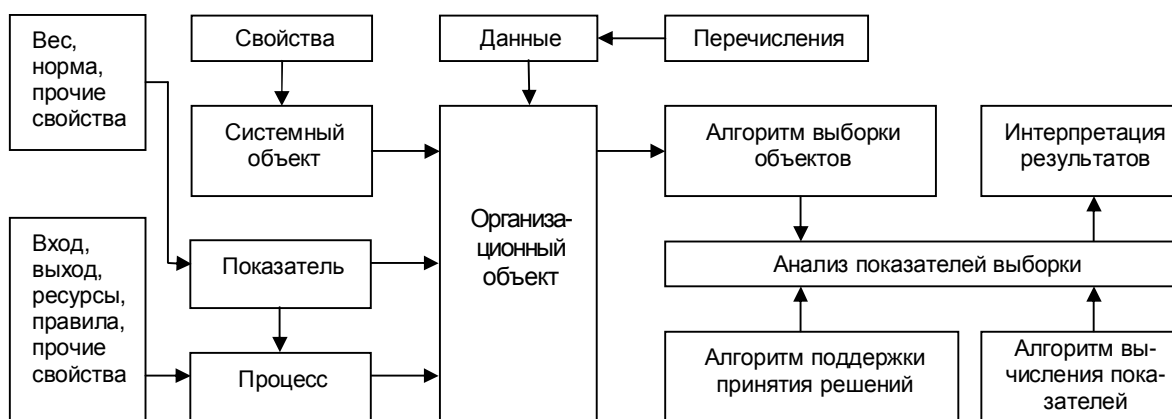
Monitoring, productivity, high school, information system

Большинство информационных систем мониторинга не позволяют детально настраивать организационную и процессную структуру организации в соответствии с ее деятельностью, а лишь предоставляют возможности вводить только объекты, и свойства объектов, которые жестко «заложены» в алгоритмы программного средства. Более того, при анализе показателей деятельности отсутствует поддержка принятия решений, при этом рекомендаций дальнейших действий по управлению качеством не производится. Поэтому требуется разработать информационную систему, которая позволит не только настраивать модель организационной и процессной среды образовательного учреждения, но и предлагать решения по управлению качеством заданной бизнес-единицы (сотрудник, процесс, подразделение и т.п.).

Назначение функции разрабатываемой информационной системы: создание и поддержка справочно-информационной базы данных, достаточной для предоставления необходимой информации по управлению результативностью образовательного учреждения; автоматизация процесса вычисления интегральных значений с возможностью уточнения соответствующих формул; анализ состояния и динамики различных аспектов деятельности образовательного учреждения (ОУ) и его подразделений по ключевым показателям с возможностью интеграции и дифференциации значений показателей в пределах структурных подразделений; формирование произвольных запросов и отчетов на базе общей базы данных.

Для того, чтобы система позволяла ввести объекты со свойствами, которые необходимы при анализе качества всей системы в целом, предлагается предоставить пользователям самостоятельно конструировать организационную структуру с заданным набором свойств и характеристик. При этом информационная система будет содержать так называемые системные объекты для наполнения их необходимыми характеристиками и организационные объекты для наполнения их содержательной частью.

На основе вышеописанных требований, предлагается архитектура информационной системы мониторинга качества образования со встроенной подсистемой поддержки принятия решений (см. рис.).



Архитектура системы мониторинга

Для семантического представления предметной области в систему введены следующие блоки: Список системных объектов. Системный объект – описание объекта организации определенными свойствами. Свойства могут содержать: строки, числа, даты, перечисления, таблицы (вуз, структурное подразделение, сотрудник, преподаватель). Список перечислений. Перечисление – элементы, принадлежащие какой-либо группе (должность: ассистент, доцент, профессор). Ученое звание: кандидат, доктор. Список организационных объектов. Организационный объект – системный объект с заполненными данными (преподаватель: Иванов И.И., ассистент каф. СИИ). Организационные объекты могут объединяться в иерархи-

ские группы. Список процессов. Процесс – системный объект с predetermined свойствами: Вход, Выход, Ресурсы, Правила. Процессы назначаются только организационным объектам. Процессы могут объединяться в иерархические группы. Список показателей. Показатель – системный объект с predetermined свойствами: Вес, Норма. Показатели могут группироваться по смыслу в иерархический список и назначаются любым организационным объектам и процессам. Дополнительная информация по показателю: назначение и характеристики, алгоритм вычислений, шкала оценок, единица измерения, регламент измерения, разрезы для анализа, значения (целевой и сигнальный уровень), ответственный за измерение. Блок фильтрации. Блок фильтрации – алгоритмы выборки организационных объектов по указанным свойствам для анализа значений их показателей.

Алгоритмы основываются на правилах продукции с учетом, что объекты выбираются по правилу логического «ИЛИ», а свойства объектов – по правилу логического «И». Это обеспечивает отбор объектов только с заданными свойствами.

Для построения информационной системы выполнена формализация ССП, описаны правила анализа, измерения и улучшения значений ключевых показателей соответствующих целей. В качестве метода формализации использованы семантические сети. При этом используется стратегическая карта управления организацией, на которой представлены взаимосвязи стратегических целей. Из множества информационных объектов стратегического управления выделяются следующие основные: аспекты деятельности, цель, показатель, значение показателя, мероприятия; ответственный за измерение, исполнители, источник данных, методика измерения, сотрудники вуза, отчеты.

В качестве отношения выберем следующие типы: «целое-часть» (part-of) и включения, принадлежности (is-a). Остальные отношения представляют собой события между объектами, описанные соответствующими глаголами.

Математическая модель предложенной семантической сети описывается выражением

$$S = (O, R_1, R_2, \dots, R_k), \quad (1)$$

где O – множество объектов конкретной предметной области; R_i – множество отношений между объектами; i – тип отношений.

Каждый объект системы представлен в виде множества свойств

$$O_i = (R_{i1}, R_{i2}, \dots, R_{ik}), \quad (2)$$

где O_i – i -й объект предметной области; R_{ij} – множество свойств объекта.

Каждой цели стратегической карты соответствует семантическая подсеть. Объединение семантических сетей производится согласно установленным причинно-следственным связям между показателями в разработанной стратегической карте. Отметим, что использование интеллектуального метода, основанного на ССП, позволяет провести анализ показателей результативности любого объекта, созданного в рассматриваемой системе.

Разработанная система соответствует дополнительным требованиям: конфигурируемость, масштабируемость, безопасность и надежность.

Для реализации сформулированных требований принцип организации информационной системы основывается на трехзвенной архитектуре клиент-серверного приложения. В этой архитектуре введено разграничение по функционально выполняемым операциям по обработке запросов к базе данных и к сетевому серверу, что обеспечивает требуемое быстродействие и корректную организацию запросов к базе знаний.

Web-клиент (браузер) представляет первый уровень. По требованиям безопасности первый уровень не имеет прямых связей с базой данных. Исходя из требований масштабируемости терминал клиента не нагружен основной бизнес-логикой и в соответствии с требованиями надежности не хранит состояние приложения. На первый уровень переведена про-

стейшая бизнес-логика: интерфейс авторизации, проверка вводимых значений, несложные операции с загруженными данными. В автоматизированной информационной системе клиентский уровень реализован с помощью языков HTML и JavaScript. Web-сервер располагается на втором уровне, на котором сосредоточена большая часть бизнес-логики. Вне его располагаются фрагменты, экспортируемые на терминалы, а также погруженные в третий уровень хранимые процедуры и триггеры. Второй уровень строится как программный интерфейс, связывающий клиентские компоненты с прикладной логикой БД.

Для реализации второго уровня использовалась концепция объектно-ориентированного программирования. При этом введены следующие понятия: сервер БД – функциональный блок, выполняющий некоторую совокупность действий по выполнению запроса на обработку данных; система web-сервера – служба, передающая управление серверу БД по выполнению запроса, получение и первоначальная обработка запроса пользователя и отправка пользователю ответа; ответ сервера БД представлен классом с определенным набором полей, которые заполняются в процессе работы сервера БД; ответ web-сервера – HTML страница-шаблон, содержащий основные элементы интерфейса системы, который заполняется значениями полей ответа сервера БД и отправляется на терминал клиента.

Сервер базы данных обеспечивает хранение данных и представляется третьим уровнем, который является базой данных вместе с хранимыми процедурами, триггерами и схемой, описывающей приложение в терминах реляционной модели.

Для реализации интерфейса информационной системы использовалось программное средство IntraWeb, входящее в состав среды разработки Borland Delphi 7.0. Для организации базы данных в качестве сервера выбрана СУБД Flash Filer 2.13. Особенность этого выбора обусловлена наличием визуальной среды разработки, что предоставляет возможность создавать интерфейсы взаимодействия с пользователем в максимально короткие сроки и обеспечивает легкость в отладке и модификации информационной системы. Макетный вариант информационной системы содержит функции по работе со списком организационных и процессных объектов, мониторинга их показателей, расчету основных рейтинговых значений, авторизации пользователей и их должных инструкций в соответствии с описанием системы менеджмента качества образования.

Большаков Александр Афанасьевич –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системы искусственного интеллекта», декан факультета электронной техники и приборостроения Саратовского государственного технического университета

Глазков Виктор Петрович –

доктор технических наук, зав. кафедрой «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Золотко Кирилл Николаевич –

аспирант кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Степанов Михаил Федорович –

доктор технических наук, профессор кафедры «Техническая кибернетика и информатика», Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

М.А. Большаков

БИЗНЕС-МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ МНОГОПРОФИЛЬНОЙ КОМПАНИИ

Рассмотрены содержание и структура бизнес-модели показателей многопрофильной компании. На основе модели логистических заказов операционного уровня описаны методы расчета значений финансовых и нефинансовых показателей, необходимых для решения задач на различных уровнях управления корпоративной логистикой.

Логистика, многопрофильная компания, система показателей

M.A. Bolshakov

BUSINESS MODEL OF INDICATORS SYSTEM FOR LOGISTICS MANAGEMENT OF THE VERSATILE COMPANY

The maintenance and structure of business model of indicators of the versatile company are considered. On the basis of model of logistic orders on operational level methods of calculation financial and not financial indicators are described, that's necessary for the decision at various levels of management of corporate logistics.

Logistic, versatile company, indicators system

В публикациях, раскрывающих содержание современных концепций и моделей управления логистическими системами, состав необходимых для реализации той или иной концепции системы показателей освещается достаточно подробно [0,0]. В то же время методическим аспектам задачи построения многомерных моделей и методик расчета показателей, необходимых для комплексного управления логистическими процессами многопрофильных компаний, уделено недостаточное внимание.

Многоаспектность деятельности многопрофильной компании обуславливает необходимость разработки и применения многомерной бизнес-модели системы показателей. В формализованном виде это означает, что бизнес-модель BM должна представлять собой отношение, заданное на декартовом произведении множеств показателей и структурных классификаций объектов учета и управления:

$$BM \subset D \times M, \quad (1)$$

где $D = \{D_i \mid i = \overline{1, N_D}, N_D = \text{card}(D)\}$ — множество из N_D элементов, каждый из которых описывает объекты учета и управления логистической системы по i -му аспекту структурной классификации, $M = \{M_j \mid j = \overline{1, N_M}, N_M = \text{card}(M)\}$ — множество из N_M элементов M_j , представляющих собой необходимые для оценивания показатели. В модели измерениями (dimension) являются время t и иерархически упорядоченные объекты учета и управления D : бизнес-направления, центры финансовой ответственности (ЦФО), корпоративный классификатор продуктов, контрагенты компании т.п. В качестве элементов множества мер (measure) M используются необходимые показатели, значения которых планируются и измеряются на уровне элементов множества объектов учета и управления.

Использование понятия бизнес-модели применительно к системе показателей призвано подчеркнуть, что рассматриваемые в настоящей работе информационно-логические модели и методы расчета значений показателей исходят из общего процессного и организационного описания (бизнес-моделирования) многопрофильной компании и не ограничивают выбор конкретных концепций и моделей для управления логистическими системами.

Практическая реализация многомерной модели *BM* невозможна без использования современных информационных технологий оперативной аналитической обработки (on-line analytical processing – OLAP) многомерных данных [0]. Для использования OLAP-технологии в системе показателей предлагается использовать соответствующую модель логистических заказов операционного уровня, обеспечивающую расчет значений показателей на самом нижнем уровне иерархии измерений бизнес-модели *BM*.

Для детализации показателей следует использовать транзакционные данные операционного (оперативного) уровня, которые содержат недостающую в первичных документах информацию по базам распределения финансовых и нефинансовых показателей [0]. Информационно-логическая модель заказа описывает состав самого заказа, взаимосвязи с объектами, отражающими состояние процессов выполнения и оплаты заказа, а также информационные связи с элементами измерениями *D* многомерной бизнес-модели *BM*.

В любой момент жизненного цикла заказа в оперативном учете доступны для использования связанные с ним значения показателей денежного потока (данные о суммах оплаты), продаж в стоимостном и натуральном выражении (стоимость и количество отгруженного), вида задолженности (кредиторская, дебиторская) и ее величины (разность между суммой оплаты и отгрузкой). Наряду с традиционным для позаказного учета расчетом себестоимости эта особенность обуславливает применение модели заказа в качестве базового объекта для расчета логистических показателей результативности и эффективности процесса продаж: доход, маржинальная прибыль, задолженность и т.п. Иными словами, заказ выступает фактором разнесения в многомерной бизнес-модели показателей процесса продаж по элементам множества измерений, имеющих с ним прямую связь (например, «Контрагенты», «Финансовая структура» и т.п.).

Для расчета значений показателей для измерений, непосредственно связанных только с позициями заказа, предложена процедура разнесения сумм оплаты по позициям заказа при поэтапном выполнении и/или оплате заказа, позволяющая получить на каждый момент времени t по каждой позиции заказа значения суммы полученных денег, стоимости отгруженного и зарезервированного товара.

Поясним на примере модели заказа на продажу, как рассчитываются значения основных финансовых показателей по номенклатурным позициям. Если $Сумма_{Оплачено}(t) > Сумма_{Отгружено}(t)$, то на момент времени t существует кредиторская задолженность по реализации товара (credit arrears of sale) *CAS* :

$$CAS(t) = Сумма_{Оплачено}(t) - Сумма_{Отгружено}(t). \quad (2)$$

В противном случае – дебиторская задолженность по реализации товара (debit arrears of sale) *DAS* :

$$DAS(t) = Сумма_{Отгружено}(t) - Сумма_{Оплачено}(t). \quad (3)$$

Аналогично выполняется расчет задолженностей по заказам на покупку. Возможность вычислять задолженности по позициям заказов позволяет получить детализированные оценки значения связанного по номенклатурной позиции капитала $I(t)$:

$$I(t) = WC(t) + DA(t) - CAP(t), \quad (4)$$

где $WC(t)$ – стоимость складских запасов (warehouse cost) на момент времени t ; $DA(t)$ – дебиторская задолженность (debit arrears), рассчитывается как сумма дебиторских задолженностей по продажам $DAS(t)$ и дебиторских задолженностей по покупкам $DAP(t)$ ТМЦ; $CAP(t)$ – кредиторская задолженность по покупкам (credit arrears of purchase) ТМЦ.

Таким образом, выполнение процедуры разнесения оплат по позициям с учетом статуса их отгрузки позволяет определить финансовые показатели оплат (cash flow – денежный поток), задолженностей контрагентов, маржинальной прибыли и рентабельности связанного капитала в проекции номенклатурных позиций классификатора, снимая тем самым ограничения, характерные для данных бухгалтерского учета.

Статус заказа позволяет использовать в бизнес-модели *ВМ* нетрадиционные для бухгалтерского учета показатели, но очень актуальные в управлении логистическими процессами значения детализированных в проекции классификатора ТМЦ показателей времени и стоимости: зарезервированного под будущие отгрузки складского запаса (причем с возможностью детализации показателей по степени предоплаты зарезервированного товара на складе); по этапам выполнения поставки (подготовка поставщиком к отгрузке, в пути на склад, прием поставки на складе).

Выполнение заказа на продажу состоит из выполнения связанных с ним причинными и временными отношениями процессов оплаты и отгрузки. В свою очередь, состояние этих процессов описывается заказами на оплату и отгрузку. Если на складе отсутствует товар для отгрузки, то заказ на продажу «генерирует» соответствующую заявку в отдел снабжения на покупку недостающего товара. Заявки на покупку, в свою очередь, обобщаются в заказы на снабжение, направляемые для выполнения вендорам. Заказ на продажу и на снабжение в необходимых случаях требуют формирования и выполнения заказов на перевозку для доставки товаров, соответственно, заказчику и от поставщика. Такая взаимосвязь заказов выступает основой для отслеживания и расчета агрегированных по уровням объектов учета и управления значений логистических показателей в направлении как вертикальной интеграции от операционного к стратегическому уровню управления, так и горизонтальной интеграции основных и обеспечивающих процессов логистической системы многопрофильной компании.

Для адекватного отражения сложной иерархической организационно-процессной структуры и многообразия одновременно ведущихся видов деятельности многопрофильной компании бизнес-модель системы показателей должна иметь многомерный характер. Чтобы реализовать измерение финансовых и нефинансовых показателей результативности и эффективности по видам деятельности и иерархически упорядоченным объектам учета и управления, предлагается использовать сетевую модель взаимосвязанных логистических заказов на операционном уровне.

Описанные в рамках рассмотренной модели заказов методы позволяют получать оценку значений показателей с детализацией вплоть до уровня номенклатурных позиций. Это, в свою очередь, обеспечивает возможность использования современной технологии OLAP для практической реализации многомерной системы показателей и принятия решений по управлению интегрированной логистикой в многопрофильной компании на тактическом и стратегическом уровнях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чейз Р.Б. Производственный и операционный менеджмент: пер. с англ. / Р.Б. Чейз, Н.Дж. Эквилайн, Р.Ф. Якобс. 8-е изд. М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. 704 с.
2. Бауэрсокс Д.Д. Логистика: интегрированная цепь поставок: пер. с англ. / Дональд Дж. Бауэрсокс, Дейвид Дж. Клосс. 2-е изд. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2008. 640 с.
3. Паклин Н.Б. Бизнес-аналитика. От данных к знаниям / Н.Б. Паклин, В.И. Орешков. СПб.: Питер, 2009. 624 с.

Большаков Михаил Анатольевич –

аспирант кафедры коммерции и логистики Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

Н.Е. Мясникова, Г.М. Проскуряков

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Описаны конструкция и работа стабиллометрической платформы на двухосном упругом подвесе. Получены уравнения движения системы «платформа-пациент», проведена их линеаризация и анализ. Построена структурная схема каналов измерения и найдены выражения для передаточных функций корректирующих звеньев.

Стабиллометрия, биомеханика, общий центр масс

N.E. Myasnikova, G.M. Proskuryakov

MATHEMATICAL MODEL OF THE STABILOMETRIC PLATFORM

Construction and principle of work of the stabilometric platform, the equations of movement of system «platform-patient» are received and their linearization and analysis are spent are described. The diagramme of channels of measurement is constructed and the expressions for transfer functions of correcting links were found.

Stabilometry, biomechanics, centre of pressure

Повышение эффективности реабилитации пациентов, страдающих патологией опорно-двигательного аппарата и нервной системы, связано с необходимостью клинического анализа движения пациента [1]. Одним из тестов для определения состояния двигательной сферы является стабиллометрия – анализ основной стойки или исследование положения и движений общего центра тяжести тела при стоянии пациента на специальной платформе, которая является методом особого направления медицины – постурологии [2]. Ее разделяют на статическую и динамическую. Статическая представлена тестами на равновесие, которые проводят с открытыми и закрытыми глазами пациента, а также с использованием средств, уменьшающих устойчивость или изменяющими чувствительность стоп. Динамическая исследует основную стойку в изменяющихся внешних условиях (движение платформы или окружающего пациента пространства) [3]. Несмотря на то, что с точки зрения механики человек представляет собой многомассовую многозвенную систему [4], при проведении стабиллометрических исследований он находится в статическом состоянии, поэтому его механическая модель может быть представлена трехзвенным перевернутым маятником с упругими связями в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах [5] или в виде простой двухсегментной модели «стопа-тело» с соединением в голеностопном суставе [6], жесткость которого равна в среднем 180 Н·м/рад [7]. Исследуется динамика стабиллометрической платформы с двухступенным упругим подвесом, конструкция и принцип действия которой изложены в [8]. Для ее описания и вывода уравнений движения введены следующие системы координат (рис. 1): $Oxhz$ – связанная с корпусом платформы; $Ox'h'z'$ – связанная с валом привода; $Ox'Y'Z'$ и $OXYZ$ – связанные с платформой после поворотов на углы a и b соответственно; $Ox_nY_nZ_n$ – связанная с пациентом.

Выведенные на основе уравнений Лагранжа 2-го рода уравнения движения системы «платформа-пациент» после упрощения при условии малости углов поворотов, угловых скоростей и ускорений, а также при отсутствии вращения имеют вид:

$$\begin{aligned}
 J_{nly} \dot{\alpha} + J_{ny} (\dot{\alpha} + \Delta \dot{\alpha}) &= P(Ra + R\Delta j) - M_{zh} - M_{ya} + C\Delta j, \\
 J_{nlz} \dot{\beta} + J_{nz} (\dot{\beta} + \Delta \dot{\beta}) &= PR\Delta b - M_{z\gamma} - M_{yb} + C\Delta b, \\
 J_{ny} (\dot{\alpha} + \Delta \dot{\alpha}) &= PR\Delta j - C\Delta j, \\
 J_{nz} (\dot{\beta} + \Delta \dot{\beta}) &= PR\Delta b - C\Delta b.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Здесь J_{np} – суммарный приведенный момент инерции относительно оси Ox базовой системы координат; $J_{nlx}, J_{nly}, J_{nlz}, W_x, W_y, W_z, J_{nx}, J_{ny}, J_{nz}, W_{nx}, W_{ny}, W_{nz}$ – моменты инерции и угловые скорости вращательного движения платформы и пациента относительно осей OX, OY, OZ и OX_n, OY_n, OZ_n ; $M_{ya} = C_y a$; $M_{yb} = C_y b$; $M_{zh} = W(s)a$; $M_{z\gamma} = W(s)b$, C_y – жесткость упругого подвеса платформы, $W(s)$ – передаточные функции обратной связи управления платформой.

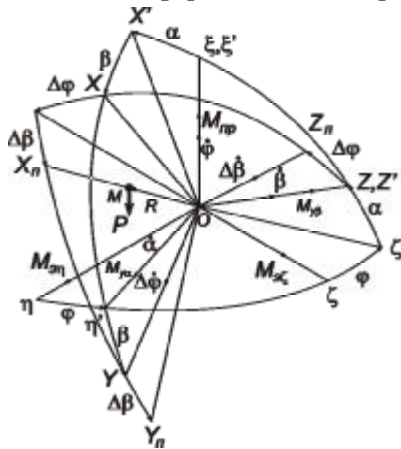


Рис. 1. Повороты в системе «платформа-пациент»

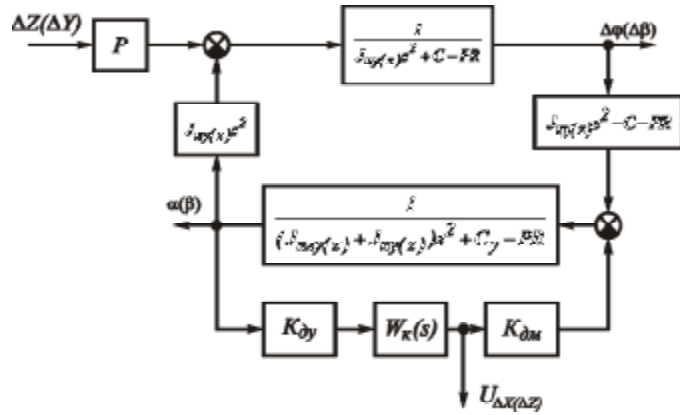


Рис. 2. Общий вид структурной схемы каналов измерения

Приводя систему (1) к операторному виду и вводя кинематические возмущения ΔZ и ΔY из-за случайного изменения положения центра масс человека, временные интервалы между которыми лежат в диапазоне от 0,1 до 10 с, а величины ступенчатых приращений подчиняются общему закону $\Delta A = \Delta A_{max} \cdot \Delta T / \Delta T_{max}$ [9], получаем систему вида

$$\begin{aligned}
 J_{ny} s^2 a + (J_{ny} s^2 + C - PR)\Delta j &= PR\Delta Z / R, \\
 ((J_{nlx} + J_{ny})s^2 + W(s) + C_y - PR)a + (J_{ny} s^2 - C - PR)\Delta j &= 0, \\
 J_{nz} s^2 b + (J_{nz} s^2 + C - PR)\Delta b &= PR\Delta Y / R, \\
 ((J_{nlz} + J_{nz})s^2 + W(s) + C_y - PR)b + (J_{nz} s^2 - C - PR)\Delta b &= 0.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Система (2) разделяется на две системы, описывающие движения платформы с пациентом по двум угловым каналам. По каждой из них, учитывая, что в обратной связи находятся последовательно соединенные датчик угла отклонения платформы, корректирующее звено и датчик момента, можно построить структурную схему, каждая из которых может быть представлена в виде, показанном на рис. 2.

Информация о величине отклонения центра масс пациента оценивается по величине сигнала, подаваемого на датчик момента. Передаточная функция замкнутой системы по одному измерительному каналу в данном случае имеет вид

$$W_{зам\Delta Z}(s) = \frac{P(J_{ny} s^2 - C - PR)K_{dy}W_k(s)}{((J_{nlx} + J_{ny})s^2 + C_y - PR + K_{dm}K_{dy}W_k(s))(J_{ny} s^2 + C - PR) + J_{ny} s^2 (J_{ny} s^2 - C - PR)}.
 \tag{3}$$

В идеальном случае передаточная функция замкнутой системы измерительного канала должна представлять апериодическое звено первого порядка, постоянная времени которого обеспечивает продолжительность переходного процесса меньшую, чем временные интервалы между вариациями положения центра масс пациента. Задавая передаточную функцию замкнутой системы измерительного канала в виде $W_z(s) = K_c / (T_c \cdot s + 1)$, получим выражение для передаточной функции корректирующего звена:

$$W_{\kappa \Delta z}(s) = \frac{K_c ((J_{ny} + J_{ny})s^2 + C_y - PR)(J_{ny}s^2 + C - PR) + (J_{ny}s^2 - C - PR)J_{ny}s^2}{P \cdot K_{\partial y} ((J_{ny}s^2 - C - PR)(T_c \cdot s + 1) - K_c \cdot K_{\partial m} (J_{ny}s^2 + C - PR))}. \quad (4)$$

Выражения для передаточных функций замкнутой системы и корректирующего звена по второму каналу имеют вид, аналогичный (3, 4). Используя их, можно построить корректирующие звенья для различных желаемых передаточных функций по другим законам всей измерительной системы. При этом необходимо знание массово-инерционных параметров пациента, которые следует задавать, либо, исходя из среднестатистических данных, используя информацию о массе и росте пациента, либо определять их индивидуально перед проведением стабилметрических исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клинический анализ движений – организационные, общие и методические аспекты / С.П.Миронов, А.И. Романов, В.К. Решетняк, Д.В. Скворцов // Кремлёвская медицина. Клин. вестник. 1999. №4. С.49-55.
2. Скворцов Д.В. О «незримом» формировании новой медицинской специальности / Д.В.Скворцов // Медицинская помощь. 2004. № 1. С.21-24.
3. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений. Стабилометрия / Д.В. Скворцов. М.:АОЗТ Антидор, 2000. 192 с.
4. Кузнецов В.В. Колебания биомеханических звеньев человека / В.В. Кузнецов, Е.И. Павлова // Принципиальные вопросы биомеханического анализа спортивных двигательных действий. М.: МОГИФК, 1987. С.74-78.
5. Винарская Е.Н. Методы компьютерной стабилграфии и нелинейной динамики в задачах оценки функционального состояния человека / Е.Н. Винарская, Р.А. Кууз, Г.И. Фирсов // Успехи современного естествознания. 2005. №3. С.60.
6. Александров А.В. Стратегия поддержания равновесия при внезапном возмущении опоры под вертикально стоящим человеком /А.В. Александров, А.А. Фролов, Ф. Хорак и др. //Тез. докл. VI Всерос. конф. по биомеханике. Нижний Новгород: ИПФ РАН, 2002. С.63-64.
7. Биленко А.Г. Биомеханика вертикальной устойчивости и оценка ее в спорте: автореф. дис.... канд. техн. наук / А.Г. Биленко. Майкоп, 2008. 20 с.
8. Свидетельство на полезную модель №86862, МПК А61В5/11. Стабилограф / Мясникова Н.Е., Проскуряков Г.М., 2009.
9. Скворцов Д.В. Биомеханические методы реабилитации патологии походки и баланса тела: автореф. дис....канд. техн. наук / Д.В. Скворцов. М., 2008. 27 с.

Мясникова Наталья Евгеньевна –

студентка кафедры «Приборостроения» Саратовского государственного технического университета

Проскуряков Герман Михайлович –

кандидат технических наук, доцент кафедры «Приборостроения» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 004.94

И.В. Вешнева, Л.А. Мельников**КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ**

Представлена концепция разработки модели экспертной системы мониторинга качества образования, основанная на принципах лингвистического моделирования. Настройка параметров и нечетких правил позволяет использовать ее как основу интеллектуальной системы, позволяющей принимать управленческие решения при реорганизации образовательной деятельности при переходе к компетентностному подходу ФГОС ВПО третьего поколения в аспекте Болонского процесса.

Лингвистическое моделирование, качество образования, экспертная модель, нечеткие множества

I.V. Veshneva, L.A. Melnikov**THE CONCEPTION OF DEVELOPMENT OF EXPERT SYSTEM FOR QUALITY
OF EDUCATION MONITORING ON THE BASIS OF THE FUZZY SETS THEORY**

The conception of development of expert system for quality of education monitoring is presented based of linguistic modeling. Adjustment parameters and fuzzy rules allow to use it as the foundation of the intellectual system, which allows to make management decisions during re-organization of educational activity in the transition to competence approach of third generation FGOS VPO in the spirit of Bologna process.

Linguistic modeling, education quality, expert model, fuzzy sets

В настоящее время активизируется процесс модернизации образования, в котором особенно остро стоит задача разработки характеристик, описывающих истинное состояние как всей системы образования в целом, так и ее отдельных структурных единиц. Здесь мы можем выделить ряд исторически сложившихся проблем. Во-первых, при построении систем менеджмента качества вузов недостаточное внимание уделяется многомерности самого понятия качества. Во-вторых, показатели оценки качества по различным аспектам структурированы по различным разделам и не связываются в систему, позволяющую реализовать миссию вуза на уровне операционного контроля. В-третьих, нет единого математического подхода для построения системы мониторинга качества высшего образования. В-четвертых, в предлагаемых моделях мониторинга не предполагается возможность проектирования интеллектуальных обучаемых систем мониторинга. И, наконец, в-пятых, системы нацелены на оценку результативности подвергаемых мониторингу процессов, а не на эффективность. В то же время следует обратить внимание на заложенную в определении эффективности по ГОСТ Р ИСО зависимость от времени, поскольку эффективность определяется как соотношение достигнутого результата и использованных ресурсов. В данной формулировке завуалировано понимание необходимости описания ключевых факторов успеха деятельности и правил выбора стратегических социальных решений в форме дифференциальных уравнений, как и всех законов природы.

В работе представлена концепция разработки модели экспертной системы мониторинга качества образования, которая может быть положена в основу интеллектуальной сис-

темы, позволяющей принимать управленческие решения при реорганизации образовательной деятельности при переходе к компетентностному подходу ФГОС ВПО третьего поколения в аспекте Болонского процесса.

Качество образования, качество вуза – понятия многомерные и многоаспектные. Очевидно, что высшее образование не может позволить себе роскошь использования суженных определений качества. Понятие многомерного качества распространяется выше традиционной идеи качества, которая выражается в степени соответствия стандарту содержания учебных программ или уровне экзаменационных оценок студентов вуза. Раскрывая многомерность качества образования, рассмотрим качество в двух традиционных направлениях: на внутренние процессы жизненного цикла продукции и на предоставление потребителям гарантий качества продукции.

В направлении внутренних процессов минимальным соответствием стандарту предлагается оценивать компетентность профессорско-преподавательского состава (ППС), однако это трудноизмеряемая характеристика. Уровень подготовки студентов и выпускников представляется следующим этапом оценки качества внутренних образовательных процессов, естественным образом представляясь производной компетентности ППС. Удовлетворение результатами выполненного труда, гордость сотрудников своей работой и вузом в целом становится следующим во времени ключевым показателем. Вершину данного направления образует активное развитие фундаментальных научных исследований, фактически образуя обратную связь в данном направлении.

Ориентация вуза на предоставление гарантий внешним потребителям обеспечивается минимальным требованием стандарта и представляет собой систему аттестации вузов как контроля качества, основанную на соответствии требованиям государственных и региональных стандартов. Однако на этом уровне не учтено соответствие вуза ожиданиям потребителей, которое определяется рейтингом вуза. Третьим уровнем качества, вытекающим из предыдущих, становится соответствие затрачиваемых потребителями на получение продукции вуза ресурсов достигаемому результату. Вершиной данного направления предстает возможность формировать у своих потребителей будущие скрытые потребности, возможно, высокого качества жизни и морали во всем обществе, являющемся потребителем продукции вузов. Концепция многомерного качества предполагает использование огромного количества показателей качества. В предложенной структуре все возможные показатели тесно взаимосвязаны друг с другом и классифицированы по восьми секторам. Практическая реализация идей управления многомерным качеством возможна только при использовании комплексной автоматизации сбора данных по всем показателям качества и внесении их в систему управления.

Однако применение данной концепции приводит к разрозненности показателей. Сегодня в различных вузах происходит активное построение экспертных моделей мониторинга качества образования в вузе, предполагающее постоянное слежение за состоянием образования в целом и отдельных его компонентов. В большинстве случаев построение системы мониторинга качества образования опирается на промежуточные результаты деятельности. Встает очевидный вопрос: как можно сопоставить, например, количество прочитанных лекций или лекций с использованием мультимедиа с формированием и воспроизводством умений и навыков, необходимых для подготовки кадров? Когда количество проведенных открытых лабораторно-практических и семинарских занятий переходит в развитие социализации членов общества? В какой мере проведенные занятия по оказанию дополнительных образовательных услуг способствуют развитию материальной и духовной жизни общества? Эти и многие другие проблемы заставляют задуматься о сложности введения количественных характеристик качества образования.

Решение этих проблем затруднено на основе традиционно сложившихся подходов. Преодоление ограничений этих подходов возможно на основе создания новых интеллектуальных технологий и выхода за рамки классических математических моделей, оперирующих

конкретным числом параметров, по которым ведется оценка эффективности. Расширение возможностей изменяемости параметров, образующих управляемую систему, может быть получено в результате применения математического аппарата теории нечетких множеств [1]. Выстраиваемая экспертная система мониторинга многомерного качества образования станет основой интеллектуальной обучаемой системы.

Рассмотрим примерную модель построения экспертной модели для оценки деятельности вуза. В основу системы мониторинга, способной обучаться и подстраиваться под динамично изменяющиеся условия внешней социально-экономической среды, следует положить сбалансированную систему показателей (ССП). Она позволяет, не теряя леса за деревьями, увязать текущие операционные задачи мониторинга в общую ССП, развернутую от декларации миссии вуза, через выбор стратегии к определению ключевых факторов успеха, оцениваемых по показателям для оценки степени достижения стратегических целей, на основе значений которых и принимается управленческое решение. ССП переводит миссию и общую стратегию организации в систему четко поставленных задач и показателей, определяющих степень достижения данных установок в рамках четырех основных проекций: финансы, рынок, управление, ресурсы.

Для вуза эти четыре проекции имеют свою специфическую интерпретацию. Аспект финансовой деятельности назовем фокусом на внутреннюю деятельность, поскольку результаты внутренней деятельности организации в прошлом оказываются информативными в финансовых показателях деятельности. Аспект рынка можно заменить ориентацией на взаимоотношения. В интересах общества обеспечить достаточное количество людей с необходимыми компетенциями, добиться конкурентоспособности своей страны, надлежащего функционирования рынка труда и других подобных преимуществ. Аспект управления назовем фокусом на виды деятельности, учитывая сложность и перекрестность процессов образования. Аспект ресурсов соответствует программам обучения, развития и роста. В каждом из четырех аспектов проводится разворачивание внутренней и внешней составляющих по принципу иерархичности баз знаний по всем четырем уровням многомерного качества, описанного выше. При большом числе входных переменных построение системы высказываний о неизвестной зависимости <входы-выход> становится затруднительным. В связи с этим целесообразно провести классификацию входных переменных и по ней построить дерево вывода, определяющее систему вложенных друг в друга высказываний – знаний меньшей размерности [2]. В результате получается необходимость формирования 24 функций, у которых лингвистические значения переменных оцениваются по принципу термометра – им задается функция принадлежности, которая определяет отношение некоторого элемента к нечеткому множеству [1].

При построении модели оценки эффективности, опираясь на практику построения стратегических карт системы сбалансированных показателей, мы будем использовать лингвистические входные и выходные переменные, которые оцениваются качественными терминами (названиями). Например, один из частных показателей «Удовлетворенность ППС» (назовем ее y_7) зависит от нескольких функций: возможность карьерного роста (y_{71}), удовлетворенность корпоративной культурой (y_{72}), заинтересованность в качестве результатов работы (y_{73}) и др. Значения переменных определяются пятью возможными значениями (низкий, ниже среднего, средний, выше среднего, высокий), для которых формируются соответствующие лингвистические термины. Например, низкое значение переменной «удовлетворенность ППС корпоративной культурой» определяется лингвистическим термом типа «да их никто и не спрашивал». После определения лингвистических переменных и их значений потребуется построить систему отношений, преобразующую входы в выходы. Это должна быть система знаний на основе правил «если ... – то ...», отражающих знания эксперта.

Особенность подобных высказываний состоит в том, что их адекватность не изменяется при незначительных колебаниях условий эксперимента. В результате структурной идентификации мы построим чистую экспертную систему, базирующуюся на знаниях эксперта и выбранных нечетких правилах. В данном случае настройке подлежат формы функций принадлежности нечетких термов, с помощью которых оцениваются входы и выходы объекта.

Чем выше профессиональный уровень эксперта, тем выше адекватность нечеткой модели, построенной на этапе грубой настройки. Эта модель названа чистой экспертной системой, поскольку для ее построения используется только экспертная информация. Однако никто не может гарантировать совпадение результатов нечеткого логического вывода (теория) и экспериментальных данных. Поэтому необходим второй этап, на котором осуществляется тонкая настройка нечеткой модели путем ее обучения по экспериментальным данным.

Суть этапа тонкой настройки состоит в подборе таких весов нечетких правил «если ... – то ...» и таких параметров функций принадлежности, которые минимизируют различие между желаемым (экспериментальным) и модельным (теоретическим) поведением объекта. На этапе тонкой настройки формулируется как задача нелинейной оптимизации, которая может решаться различными методами, среди которых наиболее универсальным является наискорейший спуск. Однако, при большом количестве входных переменных и нечетких термов в базе знаний, применение метода наискорейшего спуска требует поиска минимума из разных начальных точек, что существенно увеличивает затраты машинного времени. Поэтому нами предлагается тонкая настройка нечеткой базы знаний с применением генетических алгоритмов оптимизации. Эти алгоритмы являются аналогом случайного поиска, который ведется одновременно из разных начальных точек, что сокращает время поиска оптимальных параметров нечеткой модели.

Для построения модели адекватной реальности, в которой используется большое количество разобренных числовых данных, нечеткая логика обеспечивает эффективные средства отображения неопределенностей и неточностей реального мира. Однако в представленной схеме достаточно простое построение базовой экспертной модели предстает чрезвычайно сложной и кропотливой задачей, требующей долгой и вдумчивой оценки основных целей образования, поставленных перед образовательными учреждениями обществом, возлагающим на образование задачи возрождения самого общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л.А. Заде. М.: Мир, 1976. 320 с.

2. Вешнева И.В. Разработка критериев оценки качества дипломных работ для снижения уровня субъективизма в модели, основанной на применении логических функций / И.В. Вешнева // Образование в современном мире: сб. науч. ст. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2008. Вып. 3. С. 101-109.

Вешнева Ирина Владимировна –

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента в образовании Института дополнительного профессионального образования Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского

Мельников Леонид Аркадьевич –

доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой приборостроения Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 626.519

В.А. Кушников, Е.В. Кушникова**АРХИТЕКТУРА ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ФОРМАЛЬНОГО АНАЛИЗА СВОЙСТВ ЦЕЛЕЙ И СИНТЕЗА КРИТЕРИЕВ
УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ СОЦИАЛЬНЫМИ И ЭКОНОМИЧЕСКИМИ
СИСТЕМАМИ**

Рассмотрена архитектура прикладного программного обеспечения, используемая в интеллектуальных системах для анализа свойств целей и синтеза критериев управления.

Интеллектуальные системы управления

V.A. Kushnikov, E.V. Kushnikova**ARCHITECTURE OF THE APPLIED SOFTWARE FOR THE FORMAL ANALYSIS
OF PROPERTIES OF THE PURPOSES AND SYNTHESIS OF CRITERIA
OF MANAGEMENT BY DIFFICULT SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS**

The architecture of the applied software used in intellectual systems for the analysis of properties of the purposes and synthesis of criteria of management is considered.

Intellectual control systems

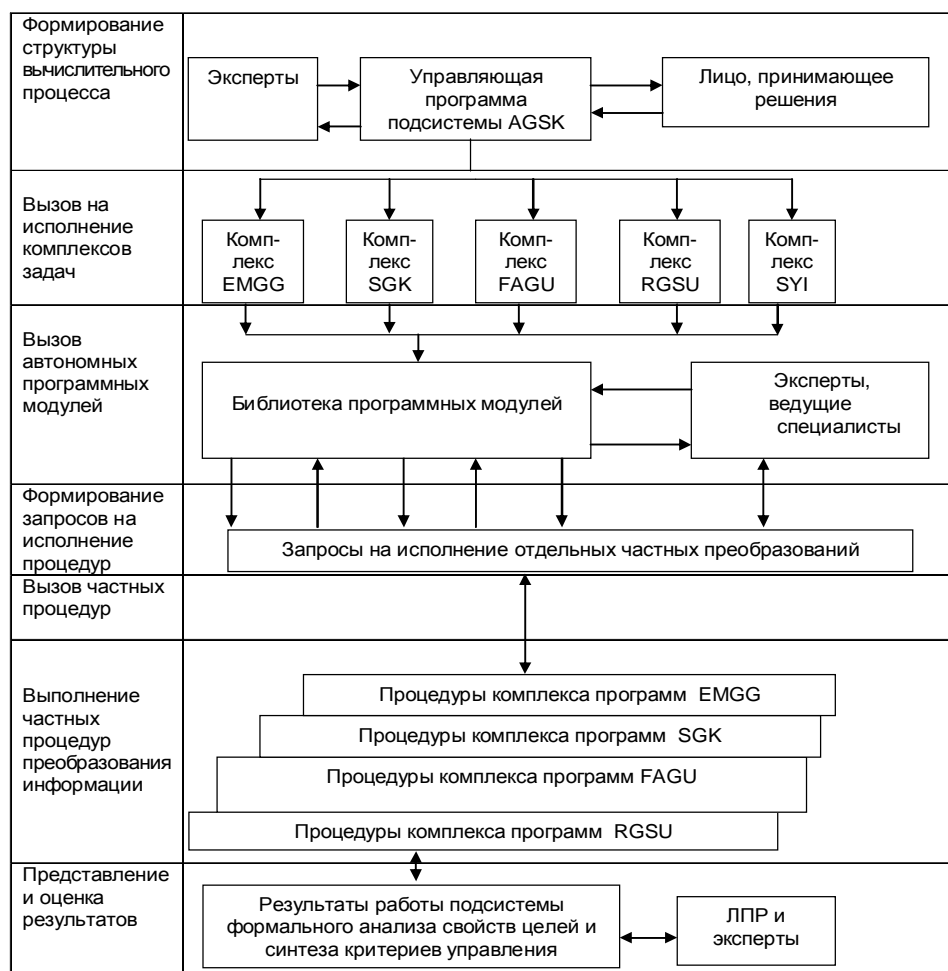
Архитектура типового программного обеспечения отражает естественное разбиение на этапы процесса решения задач формального анализа свойств целей и синтеза критериев в составе интеллектуальной системы управления. В соответствии с данной декомпозицией типовое программное обеспечение разрабатываемой подсистемы состоит из пяти открытых к расширению программных комплексов: поддержки эвристических методов генерации целей управления (EMGG); структуризации сложных целей управления до уровня элементарных целей (SGK); формального анализа свойств целей и синтеза критериев (FAGU); рационального управления выбранным объектом или процессом по стереотипным целям и критериям (RSGU); системного и пользовательского интерфейса (SYI).

Типовое программное обеспечение построено по иерархическому принципу и содержит четыре уровня. Первый уровень формирует управляющая программа подсистемы формального анализа свойств целей и синтеза критериев, вызывающая на исполнение отдельные программные комплексы, а также обеспечивающая системный и пользовательский интерфейс. Второй уровень составляют управляющие программы комплексов, осуществляющие организацию вычислительного процесса и событийное управление исполнением программ нижнего уровня. Третий уровень образуют автономные программные модули, используемые при реализации основных функций решаемых задач. На четвертом уровне расположены подпрограммы, выполняющие отдельные частные преобразования.

На основании известной классификации прикладных программ разработанный продукт может быть отнесен к классу программных систем с управляющей программой, которая осуществляет событийное управление отдельными задачами и модулями. Архитектура программного обеспечения типовой подсистемы формального анализа свойств целей и синтеза критериев управления AGSK представлена на рисунке. Ниже приведено краткое описание комплексов программ EMGG и FAGU, принципы построения и функциональная структура остальных программных комплексов рассмотрены в [1, 2].

Комплекс программ поддержки эвристических методов генерации целей управления. Использование данного программного комплекса целесообразно при внедрении подсистемы формального анализа свойств целей и синтеза критериев на объектах управления, цели которых ЛПР и экспертам затруднительно установить и детализировать в полном объеме. В основу данного комплекса положена известная методология решения проблем посредством: мозговой атаки; записывания идей; творческой ориентации (выделения наиболее перспективных направлений); творческой конфронтации; систематической структуризации проблем; систематической декомпозиции проблем.

Указанные методы реализуются в интерактивном режиме при помощи стандартных программных систем (например, ДИАЛОГ, ЭКСПЕРТИЗА, МЕТОД, KADS и др.) как общего назначения, так и ориентированных на специальные предметные области. При выборе программных систем для конкретного объекта управления необходимо руководствоваться следующими основными критериями: 1) система должна быть ориентирована на использование или допускать использование в предметной области рассматриваемого приложения; 2) при помощи системы ЛПР и эксперты могут установить недостающие цели и определить их характеристики, применяемые при построении внутренних моделей целей; 3) выходная информация может быть использована в режиме открытого доступа к базам данных (технология ODBC).



Архитектура программного обеспечения для формального анализа свойств целей и синтеза критериев управления

Выбранные стандартные программные средства интегрируются в программный комплекс поддержки эвристических методов генерации целей управления при помощи управляющей программы первого уровня иерархии, из меню которой они вызываются на исполнение. Методика вызова на исполнение стандартных программных средств из управляющей программы хорошо известна и описана в литературе.

Комплекс программ формального анализа свойств целей и синтеза критериев. Данный оригинальный комплекс программ состоит из управляющей программы и 21 функционального модуля, объединенных в 4 подсистемы. Программный комплекс написан на языке Delphi для операционной системы Windows. Ниже приведен обзор основных функциональных возможностей комплекса программ FAGU по отдельным подсистемам.

Управляющая программа осуществляет организацию вычислительного процесса и событийное управление модулями четырех подсистем программного продукта.

Подсистема PS-1 «Ввод, вывод и визуализация» предназначена для ввода – вывода информации, характеризующей элементарную цель и совокупность элементарных целей, визуализации графовых моделей цели, ведения локальной базы данных комплекса задач.

Подсистема PS-2 «Построение моделей цели» предназначена для построения двух уровней моделей цели: внешнего и внутреннего. При построении внешних моделей используется аппарат нормальных форм Бэкуса, семантических цепей, фреймовых конструкций, универсального семантического кода, языка представления знаний предикатного типа, Rx – кода, знаковых, взвешенных знаковых, функциональных знаковых орграфов. Внутренняя модель цели в виде динамического графа строится по внешней модели. При синтезе моделей целей в подсистеме используются методики проведения межуровневых переходов, разработанные в [2].

Подсистема PS-3 «Формальный анализ свойств целей» предназначена для определения наличия или отсутствия таких свойств как: k_1 – совпадение результатов реализации сложной цели $gz(t)$ и совокупности целей $\{Z_i\}_1^n$; k_2 – согласованность целей объекта и системы управления; k_3, k_4 – структурная устойчивость и устойчивость результатов целей $Z_i(t) \in \{Z_i\}_1^n, i=1, n$; k_5 – необходимость коррекции совокупности целей $\{Z_i\}_1^n$.

Подсистема PS-4 «Синтез критериев управления» предназначена для формирования в диалоговом режиме полных и неполных операбельных критериев управления. Сформированный критерий предъявляется для экспертизы ЛПП, которое санкционирует или запрещает его использование.

Разработанное прикладное программное обеспечение может быть использовано при разработке интеллектуальных систем управления социальными, экономическими и техническими системами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оперативная идентификация и основанное на знаниях управление режимами энергоснабжения промышленных предприятий / А.Ф. Резчиков, Ю.К. Шрай, С.Б. Донин // Приборы и системы управления. 1994. № 5. С.27-32.

2. Системное проектирование радиоэлектронных предприятий с гибкой автоматизированной технологией / В.Н. Волкова, А.П. Градов, Денисов А.А. и др. под ред. В.А. Мясникова и Ф.Е. Темникова. М.: Радио и связь, 1990. 296 с.

Кушников Вадим Алексеевич –

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы в гуманитарной области» Саратовского государственного технического университета

Кушникова Елена Вадимовна –

студентка Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

В.А. Кушников, С.И. Мурзин

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ СОЦИАЛЬНЫМИ И ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ ЗНАКОВЫХ ОРГРАФОВ

Рассмотрены проблемы синтеза моделей целей управления сложными социальными и экономическими системами на основе знаковых графов.

Математическое моделирование, социальные и экономические системы

V.A. Kushnikov, S.I. Murzin

WORKING OUT OF MODELS OF THE PURPOSES OF MANAGEMENT BY DIFFICULT SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS ON THE BASIS OF SIGN GRAPHS

Problems of synthesis of models of the purposes of management by difficult social and economic systems on the basis of sign graphs are considered.

Mathematical modelling, social and economic systems

Модели цели на основе знаковых орграфов используют знаковые, взвешенные знаковые и функциональные орграфы [1]. Анализ целеобразующей информации, учитываемой экспертом в процессе целеполагания, показывает, что применение знаковых орграфов для синтеза формальных моделей цели удобно осуществить в комбинации с другими логико-лингвистическими моделями и использовать их для формализации моделей структуры Ez и $\{Ez\}_1^n$.

Рассмотрим в качестве примера такой формализации комбинированную модель, построенную при помощи аппаратов нормальных форм и знаковых орграфов. Для этого введем в модели состава и структуры элементарной цели дополнительные элементы $\langle S_k \rangle, \langle S_m \rangle, \dots, \langle S_l \rangle$ и W_{SiSj} , позволяющие построить функционалы, формализующие модели структуры $MS(t)$.

После преобразований модель состава Ez примет вид

$$\begin{aligned} \langle E_Z \rangle &::= \langle P' \rangle \langle Bed_{Ez} \rangle \langle S_1 \rangle, \langle S_2 \rangle, \dots, \langle S_N \rangle \langle S_k \rangle, \langle S_m \rangle, \dots, \langle S_l \rangle; \\ l \neq m \neq k; \quad l \leq N; \\ \langle S_i \rangle &::= \langle P_1 \rangle \langle P_2 \rangle \langle Bed_{Si} \rangle \langle R_{Si} \rangle \langle W_{SiSj} \rangle | \langle P_1 \rangle \langle P_2 \rangle \langle Bed_{Si} \rangle \langle W_{SiSj} \rangle; \quad i = 1, N; \\ \langle R_{Si} \rangle &::= \langle R_{Si}^1 \rangle \langle \Delta T_1 \rangle, \langle R_{Si}^2 \rangle \langle \Delta T_2 \rangle, \dots, \langle R_{Si}^k \rangle \langle \Delta T_k \rangle \end{aligned} \tag{1}$$

$\langle S_k \rangle, \langle S_m \rangle, \dots, \langle S_l \rangle$ – характеристики элементарной цели, нетранзитивно зависящие от P' ; W_{SiSj} – веса дуг для знаковых, взвешенных знаковых и функциональных знаковых орграфов).

При формировании модели структуры для элементарной цели веса дуг были установлены следующим образом. Для знаковых орграфов веса устанавливались из выражения:

$$W_{SiSj} = \begin{cases} [+1, -1], & \text{если } S_i R^* S_j, \\ \text{не определены}, & \text{если } S_i R^* S_j \text{ не выполняется}, \end{cases} \tag{2}$$

(R^* – отношение «нетранзитивно зависит от»);

для взвешенных знаковых орграфов из выражения:

$$W_{SiSj} = \begin{cases} +w_{ij}, & \text{если рост (уменьшение)} S_i \text{ обуславливает} \\ & \text{рост(уменьшение)} S_j; \\ -w_{ij}, & \text{если рост (уменьшение)} S_i \text{ обуславливает} \\ & \text{уменьшение (рост)} S_j \end{cases} \quad (3)$$

и для взвешенных знаковых орграфов из выражения:

$$W_{SiSj} = \begin{cases} f(S_i, S_j), & \text{если } S_i R^* S_j \\ \text{не определены, если } S_i R^* S_j \text{ не выполняется} \end{cases} \quad (4)$$

(параметры w_{ij} и зависимости $f(S_i, S_j)$ характеризуют степень влияния S_i на S_j и определяются экспертами по известным методикам).

С учетом (2) - (4) модель структуры Ez будет определена следующими отношениями: R^* : «нетранзитивно зависит от», заданным на множестве $B = \{P', S_1, S_2, \dots, S_N\}$ и отношениями R_1, R_2, R_3 , заданных на множестве $B_1 = \{P', S_k, S_m, \dots, S_l\} \subseteq B$. (R_1 : «возрастает S_i с ростом/уменьшением S_j », R_2 : «убывает S_i с ростом/уменьшением S_j », R_3 : « S_i и S_j связаны зависимостью $f(S_i, S_j)$ »).

Модель структуры совокупности из n_Z элементарных целей определяется отношениями R_1, R_2, R_3 , заданными на множестве:

$$\bigcup_{i=1}^{n_Z} \{P', S_k, S_m, \dots, S_l\}_i \subseteq \quad (5)$$

Разработаем процедуру перехода от комбинированных внешних моделей цели, построенных на основе аппарата знаковых орграфов и нормальных форм Бэкуса, к динамическим графам внутренней модели $G(U(t), E(t), Q(t))$. Анализ $MS(t)$ и $MP(t)$ элементарной цели и совокупности элементарных целей показал, что внутреннюю модель цели Ez формируют 4 динамических графа $G(U(t), E(t), Q(t))_{R^*}$, $G(U(t), E(t), Q(t))_{R_1}$, $G(U(t), E(t), Q(t))_{R_2}$, $G(U(t), E(t), Q(t))_{R_3}$, формализующих отношения R^* и R_1, R_2, R_3 , соответственно, а внутреннюю модель совокупности целей $\{Ez\}_1^n$ образует множество графов:

$$\bigcup_{i=1}^n ((G(U(t), E(t), Q(t))_{R^*})_i, (G(U(t), E(t), Q(t))_{R_1})_i, (G(U(t), E(t), Q(t))_{R_2})_i, (G(U(t), E(t), Q(t))_{R_3})_i) \quad (6)$$

Рассмотрим процедуру формирования (8) и (9). Из анализа моделей структуры Ez и $\{Ez\}_1^n$ следует, что для определения (8) и (9) необходимо разработать методику построения графов: $G(U(t), E(t), Q(t))_{R_1}$, $G(U(t), E(t), Q(t))_{R_2}$, $G(U(t), E(t), Q(t))_{R_3}$, так как методика синтеза графа $G(U(t), E(t), Q(t))_{R^*}$ полностью совпадает с методикой синтеза графа $G(U(t), E(t), Q(t))$, которая была разработана в [1].

Графы $(G(U(t), E(t), Q(t))_{R^*})_i, i=1,3$ формируются по следующим правилам:

1. Для $(G(U(t), E(t), Q(t)))_{R^*}, i=1,3$ определить множество $B_1 = \{P', S_k, S_m, \dots, S_l\} \subseteq B$ и поставить в соответствие каждой характеристике $\langle S_i \rangle$ веса дуг W_{SiSj} или знаковых, или взвешенных знаковых, или функциональных знаковых орграфов.

2. Построить матрицы $\|D_a^{R_1}\| = \|d_{aa}^{R_1}\|, \|D_b^{R_2}\| = \|d_{bb}^{R_2}\|, \|D_c^{R_3}\| = \|d_{cc}^{R_3}\|$ таким образом, чтобы:

$$d_{ij}^{R_k} = \begin{cases} 1, & \text{если } S_i R_k S_j; S_i, S_j \in B_1; k=1,3 \\ 0, & \text{если } S_i R_k S_j; S_i, S_j \in B_1 \text{ не выполняется,} \end{cases} \quad (7)$$

где a, b, c – известные константы

3. Удалить из квадратных матриц $\|D_a^{R_1}\| = \|d_{aa}^{R_1}\|, \|D_b^{R_2}\| = \|d_{bb}^{R_2}\|, \|D_c^{R_3}\| = \|d_{cc}^{R_3}\|$ повторно встречающиеся столбцы и строки.

4. Из оставшихся элементов $\{S\}_1^{R_j}, j=1, 3$ каждой матрицы построить квадратные матрицы $\|E_{R_j}\|_j = \|e_{R_j R_j}\|_j, j=1,3$ таким образом, чтобы выполнилось:

$$e_{iv} = \begin{cases} 1, & \text{если } (S_i R_j S_v); j=1,3 \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases} \quad (8)$$

Построенные в результате выполнения данной процедуры квадратные матрицы $\|E_{R_j}\|_j = \|e_{R_j R_j}\|_j, j=1,3$ представляют собой по определению матрицы смежности графовой модели элементарной цели, построенной с использованием знаковых, взвешенных знаковых и функциональных знаковых орграфов, соответственно.

Формирование графовой модели для совокупности элементарных целей осуществляется аналогично. Разработанные процедуры синтеза модели цели были использованы при анализе целевой структуры энергохозяйства одного из машиностроительных объединений г. Саратова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кульба В.В. Анализ устойчивости социально-экономических систем с использованием знаковых орграфов / В.В. Кульба, П.Б. Миронов, В.М. Назаренко // Автоматика и телемеханика. 1993. №7.

Кушников Вадим Алексеевич –

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы в гуманитарной области» Саратовского государственного технического университета

Мурзин Сергей Иванович –

аспирант Института проблем точной механики и управления РАН

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

Н.В. Мокрова

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА ПОДСИСТЕМ
ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ДЕКОМПОЗИЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Приведены постановка и решение экстремальной задачи разбиения сложной многоэлементной системы на подсистемы. Для оценки эффективности декомпозиции введена функция затрат времени на решение задачи оптимального управления. Проведен вычислительный эксперимент, данные которого позволили сформулировать предложения по выбору оптимального варианта разбиения сложной системы.

Задача разбиения, иерархическое управление, многоэлементные системы, оптимальное количество подсистем, эффективность декомпозиции

N.V. Mokrova

**CHOICE OF OPTIMAL QUANTITY OF SUBSYSTEM AT REALIZATION
OF DECOMPOSITION MANAGEMENT**

The extreme problem of splitting of difficult multi-element system on subsystem is given statement and decision. Function of timing for the decision of an optimal control problem is entered for estimation the effectiveness of the decomposition. The computing experiment which data has allowed to formulate offers for choice an optimum variant of splitting of difficult system is made.

Splitting problem, hierarchical management, multi-element system, optimum quantity of subsystem, efficiency of decomposition

С развитием новых технологий, увеличением производственной мощности промышленных предприятий растут масштабы производственных комплексов. Для реализации эффективного управления сложными технологическими системами (СТС) необходимо создание структур иерархического управления. Многоуровневое управление становится менее продуктивным при возрастании уровня иерархии и количества подсистем из-за потери элементами самостоятельности. Изучение пространства состояний иерархической структуры составляет отдельную задачу, характеризующую сложность задач управления системами [1, 2].

Для управления СТС широко используются декомпозиционные методы, которые предполагают постановку и решение многовариантной задачи разбиения СТС на отдельные подсистемы, возникающую многократно на разных уровнях иерархии. Число возможных вариантов разбиения на подсистемы велико и различается по количеству подсистем на уровне $a - b_a$ и по структуре [3]. Комбинаторная задача оптимального разбиения состоит в поиске допустимого варианта разбиения $p^{ka} \in P$, для совокупности подсистем, при котором затраты I на реализацию системы управления полученной структурой минимальны

$$I(p^{ka}) \rightarrow \min_{p^{ka}}, \quad p^{ka} \in P. \quad (1)$$

Задание не единственно возможного критерия (1), характеризующего качество разбиения сложной системы и эффективность реализуемой структуры, затруднено в явном виде. Задача разбиения системы размерности n на элементы с учётом всех факторов, включая технологические ограничения, является плохо выраженной и трудноразрешимой, что не позволяет типизировать её решение. На основе вычислительного эксперимента предложен метод приближённых оценок времени вычисления целевой функции, который подтверждает эффект декомпозиции и целесообразность использования иерархического управления в СТС. В рамках этого метода принята приближённая оценка времени решения глобальной задачи в двухуровневой структуре симплекс-методом при заданных параметрах вычислительной процедуры

$$T = c_0 + c_1s + c_2s^2 + c_3s^3 + (c_4 + s) \sum_{i=1}^b T_i, \quad (2)$$

где T_i – время решения для локальных задач; b – число подсистем; c_j – коэффициенты, характеризующие компьютер и метод решения; s – число связей между элементами системы.

При реализации метода явной декомпозиции размерность глобальной задачи определяется числом переменных связи между подсистемами СТС. Для линейной структуры без обратных связей принято $s = n$. Проведены исследования многоэлементной опытной системы, состоящей из последовательно соединённых однотипных элементов с учётом критерия оптимальности функции затрат (2). Получены зависимости изменения времени общего решения от числа подсистем для структур размерности n (рис. 1 а).

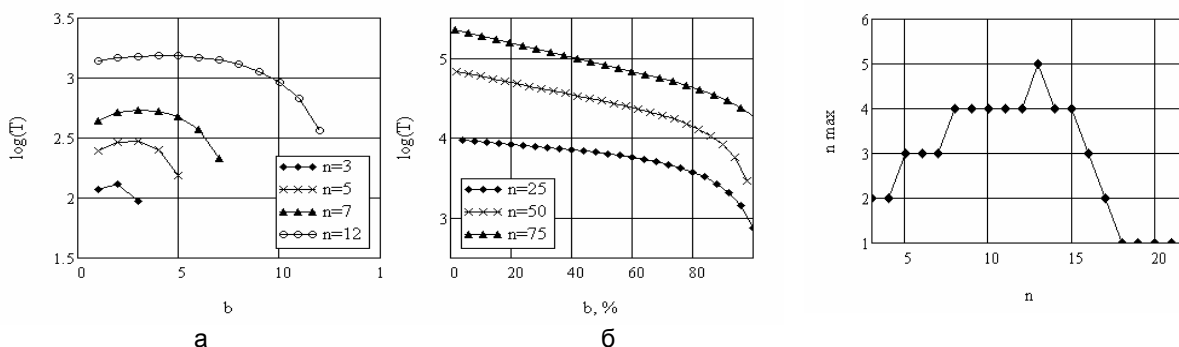


Рис. 1. Зависимость общего времени решения задачи от числа подсистем

Рис. 2. Зависимость экстремального числа разбиений от размерности системы

Установлено, что общее число элементов и количество выделенных подсистем влияет на оценку времени решения задачи, не изменяя вид кривых. В случае, если количество выделяемых подсистем равно единице, происходит централизованное решение задачи управления СТС. С ростом числа подсистем затраты возрастают, а затем начинают уменьшаться. Это объясняется тем обстоятельством, что при малом числе выделенных подсистем локальные задачи имеют относительно высокую размерность и сложность, тогда как задача координации достаточно проста. С увеличением числа подсистем сложность и размерность локальных задач убывают, но возрастает сложность и размерность задачи координации. Минимальные затраты времени имеют место в случае сравнительной простоты локальных задач. Однако при этом размерность задачи координации максимальна и дальнейший её рост приводит к снижению эффекта декомпозиции.

Общее время решения задачи при решении на современных вычислительных машинах незначительно, но чрезмерное увеличение количества локальных задач ведет к трудностям при формировании и расчете глобального критерия. Оценочные расчеты позволили выработать рекомендации по выбору оптимального количества элементов в подсистемах. Вычислительные эксперименты по оценке времени решения тестовых задач управления показали:

- для систем, состоящих содержащих в своем составе 17-18 и менее элементов, существует разбиение, характеризующееся наименьшей эффективностью (максимальное значение на рис. 2);
- если сложная система имеет в своем составе более 17-18 элементов, любое разбиение эффективно (рис. 2).

Эффективность разбиения сложной системы, имеющей в своем составе большее количество элементов, можно охарактеризовать на примере рис. 1 б). Функциональные зависимости имеют продолжительный линейный участок убывания времени, затрачиваемого на решение задачи управления, при увеличении количества подсистем, после которого следует значительное снижение временных затрат, установлено пороговое значение для выбора оптимального разбиения

$$b \approx 0,75n. \quad (3)$$

Наибольшую эффективность имеет количество подсистем, равное числу элементов сложной системы, с условием возможности координации решения локальных задач. Получены зависимости, подтверждающие интуитивные представления об эффекте декомпозиции и целесообразности использования иерархического управления СТС. Возникает вывод, что эффективность декомпозиции тем выше, чем больше элементов в СТС. С увеличением числа элементов возрастает показатель оптимального числа подсистем. При этом затраты на управление всей системой неизбежно возрастают. Увеличение размерности каждой подсистемы ведёт к росту затрат времени решения задачи управления, при этом функция времени имеет экстремум при определённом количестве подсистем. В области экстремума изменение времени, как правило, незначительное, в определённый момент при (3) наступает эффект снижения общего времени решения задачи, что наряду с полученным выше при анализе тестовых систем, содержащих большое количество элементов, выражением (3) демонстрирует эффект декомпозиции.

Подобные зависимости получены и для случая, когда в структуре СТС учтены обратные связи. Исследовано влияние количества обратных связей и числа подсистем на общие затраты, связанные с декомпозиционным решением задачи управления сложной системой. Полученные результаты свидетельствуют о том, что усложнение задачи координации за счет учёта обратных связей приводит к возрастанию трудоёмкости решения задачи управления СТС, с увеличением числа подсистем влияние локальных задач на общую сложность задачи управления СТС возрастает. В то же время сформулированные выше рекомендации по разделению управляющих функций между подсистемами имеют место.

Сформулируем основные выводы, полученные в ходе исследований. Декомпозиция с любым количеством подсистем эффективна при наличии в системе более 17 элементов и позволяет получить наилучшие результаты, начиная с отношения количества подсистем к количеству элементов $b \approx 0,75n$, что является основой обоснования рациональных и эффективных способов разбиения сложных объектов на подсистемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронин А.А. Оптимальные иерархические структуры / А.А. Воронин, С.П. Мишин. М.: ИПУ РАН, 2003. 214 с.
2. Рожихин П.В. Оценка мощности пространства состояний иерархической структуры / П.В. Рожихин // Управление большими системами: сб. тр. Вып. 11/ Под общ. ред. Д.А. Новикова. М.: ИПУ РАН, 2005. 126 с.
3. Артамонов А.Г. Математическое моделирование и оптимизация плазмохимических процессов / А.Г. Артамонов, В.М. Володин, В.Г. Авдеев. М.: Химия, 1989. 224 с.

Мокрова Наталия Владиславовна –

кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики и информатики Московского государственного университета инженерной экологии

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 001.895

Л.О. Сердюкова

ОСОБЕННОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Обоснована необходимость и первоочередность формирования информационной инфраструктуры и института инновационных посредников при создании и развитии региональной инновационной системы.

Региональная инновационная система, информационная инфраструктура

L.O. Serdyukova

ESPECIALLY INFRASTRUCTURE OF REGIONAL INNOVATION SYSTEMS

The necessity and priority of building the information infrastructure and institution innovation intermediaries in the creation and development of regional innovation system.

Regional innovation system, information infrastructure

Эффективность инновационного развития региональной экономики зависит не только от того, насколько эффективна инновационная деятельность самостоятельных экономических агентов (фирм, научных организаций, вузов и др.) в отдельности, но и от того, как они взаимодействуют друг с другом в качестве элементов коллективной системы создания, использования и трансфера новшеств, что выдвигает на первый план задачу формирования инфраструктуры.

Инфраструктура региональных инновационных систем – это совокупность экономических субъектов и механизмов, организационно и материально обеспечивающих эффективное взаимодействие потребителей, посредников и производителей наукоемкой продукции в процессе создания новшеств и последующую диффузию (распространение через использование) наукоемкого продукта в хозяйственной среде в форме инноваций территориально в пределах определенного региона. Формирующаяся инфраструктура региональных инновационных систем призвана заменить связи, организационные формы и механизмы, которые существовали в административной экономике.

Одной из важнейших предпосылок активизации инновационной деятельности в регионе является формирование информационной инфраструктуры, которая способствует и определяет становление региональной инновационной системы на основе удовлетворения следующих основных потребностей в источниках информации: законодательная база (общая и специализированная); потенциальные источники финансирования; определение патентной чистоты и патентный поиск; приоритеты государственных и коммерческих организаций, заинтересованных в инновациях; маркетинговая информация: выставки, конкурсы; прогнозы развития региональной экономики и отдельных отраслей; региональные государственные научно-технические программы; инновационные проекты; возможности получения гарантий и страхования инвестиций; кредитные истории компаний; условия охраны собственности на информационные ресурсы; формирование государственного информационного ресурса на региональном уровне; создание и развитие информационных систем и сетей региона.

Информационное обеспечение инновационной деятельности в России регулируют «Положение о государственной системе научно-технической информации», утвержденное

Постановлением Правительства РФ от 24.07.1997 г. № 950 и статистика науки и инноваций ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития).

С сентября 2000 г. создана и поддерживается Информационная система «Наука и Инновации» – RSCI.RU под патронажем Российского фонда фундаментальных исследований и Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере для расширения возможностей оперативного обмена информацией между следующими категориями пользователей: научными коллективами и группами; научными фондами; грантообразующими организациями; инновационными предприятиями; инвесторами; организациями, содействующими привлечению инвестиций в инновационный сектор; потенциальными заказчиками продукции инновационных компаний; молодыми специалистами (в том числе аспирантами и студентами); ведущими научными и образовательными центрами; крупными и средними компаниями, осуществляющими финансовую поддержку инновационной деятельности, науки и образования.

Однако пока рано говорить о развитости информационной инфраструктуры региональных инновационных систем в Российской Федерации, что проявляется в сложности поиска информации со стороны как создателей инноваций, так и потенциальных потребителей.

Для развития информационной инфраструктуры региональных инновационных систем особую важность роль играет институт инновационных посредников (инновационных брокеров), которые берут на себя функцию сведения продавцов и покупателей инноваций, налаживания рыночных механизмов их взаимодействия (сетевое партнерства). Посреднические структуры могут выполнять разнообразные функции: продвижение инноваций на рынок, их доработку и сопровождение, защиту интеллектуальных прав собственности, могут выступать гарантами сделок. Получением нового научного результата и его продажей должны заниматься люди разных профессий, так как совмещение предпринимательских и исследовательских качеств встречается крайне редко.

В западно-европейских странах функции инновационного брокера все более активно берет на себя государство, которое играет значительную роль в создании частно-государственной информационной инфраструктуры, различных междисциплинарных центров и центров по кооперации университетов и бизнеса, инновационных центров по передаче новых технологий малому и среднему бизнесу. В наших регионах данный элемент инфраструктуры является наименее развитым, хотя уже появляются организации, имеющие положительный опыт работы в сфере инновационного брокерства: компания «Техноконсалт»; Инновационное агентство города Москвы; обучающий и консультационный Центр коммерциализации разработок при Академии народного хозяйства и др.

Развитие инфраструктуры инновационного процесса в регионе должно включать систему информационного обеспечения, систему экспертизы, финансово-экономическую систему, производственно-технологическую поддержку, систему сертификации и продвижение разработок, систему подготовки и переподготовки кадров. Практика показывает, что причиной отставания является не низкий потенциал отечественных исследований и разработок, а слабая инфраструктура инновационной деятельности. Это приводит к неостребованности инновационного потенциала отечественной науки, т.к. темпы инновационного развития зависят как от эффективности использования научно-технических ресурсов, так и от качества инновационной среды [1].

В целом можно сказать, что различные виды инновационных посредников пока слабо способствуют развитию каналов коммуникаций среди участников инновационного процесса из-за неурегулированности защиты информации и интеллектуальной собственности, что сдерживает развитие процессов коммерциализации и капитализации новых научных знаний в Российской Федерации. Но для формирования эффективной региональной инновационной системы необходимо начинать с интеллектуальной информации и института инновационных посредников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инновационный менеджмент: Концепции, многоуровневые стратегии и механизмы инновационного развития / под ред. В.М. Аньшина, А.А. Дагаева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Дело, 2006. С.194-196.

Сердюкова Лариса Олеговна –

кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Менеджмент, коммерция и право» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 378: 519.1

О.Н. Долинина, В.В. Печенкин, В.В. Тарасова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Рассматриваются пружинные алгоритмы укладки графа, предлагается использование физической модели пружинной укладки графа для визуализации социальной сети учебной группы факультета.

Социальные сети, пружинные графовые алгоритмы, force-directed методы, визуализация графа

O.N. Dolinina, V.V. Pechenkin, V.V. Tarasova

USING OF GRAPH MODELS FOR VISUALIZATION OF SOCIAL NETWORKS OF EDUCATIONAL ESTABLISHMENTS

Spring-based graph embedding algorithms are considered in the article, the physical spring-based graph embedding model application for social network of students' group visualization is offered.

Social networks, spring graph algorithms, force-directed methods, graph visualization

Одним из перспективных направлений для анализа организационных структур и бизнес-процессов является использование математического аппарата социальных сетей. Интерес к этой области растет с точки зрения как развития алгоритмических основ визуализации сложных структурных отношений, так и использования результатов такой визуализации при интерпретации результатов моделирования социальных процессов [1].

Современное высшее образовательное учреждение имеет сложную организационную структуру, и для повышения эффективности управления необходимо обеспечить комплексный подход к анализу как формальной системы управления, так и неформальных отношений в коллективе. Ведение образовательного процесса в современном вузе невозможно без использова-

ния технологий электронного обучения. Однако для создания эффективной среды электронного образования важен анализ всех аспектов взаимодействия участников образовательного процесса, в т.ч. неформального, особенно при организации самостоятельной работы студентов, что возможно осуществить посредством построения и визуализации социальных сетей студенческой группы, курса, специальности, факультета. Использование методов и подходов теории графов позволяет повысить наглядность представления социальных сетей, моделировать управляющие воздействия на систему отношений, анализировать эффективность ее структуры.

Социальная сеть [2] состоит из совокупности социальных акторов и множества связей между ними. Акторами могут быть индивиды, социальные группы, организации. Под связями понимаются не только коммуникационные взаимодействия между акторами, но и связи по обмену различными ресурсами и деятельностью. С математической точки зрения социальная сеть представляет собой граф $G = (V, E)$, где V – множество вершин, представляющих собой акторов, E – множество ребер, отображающих связи между вершинами.

Одним из современных подходов визуализации графов является использование Force-directed методов, то есть методов, основанных на физических аналогиях. Эти методы предназначены в основном для визуализации неориентированных графов, однако существует ряд алгоритмов, которые могут быть использованы для визуализации ориентированных и иерархических графов [3]. Следует также отметить, что в отечественной литературе методы визуализации графов практически не описаны. Зарубежными учеными наиболее активно разрабатываются так называемые Force-directed методы.

В большинстве Force-directed методов для представления графа используются аналогии пружин и электрических сил. Вершины графа представляются заряженными частицами, которые отталкиваются друг от друга, а ребра – пружинами, которые притягивают смежные вершины графа, когда они удалены друг от друга, и отталкивают, когда они находятся слишком близко. Поэтому такие алгоритмы называются алгоритмами пружинной укладки графа.

Для устранения неоднозначности в терминологии дадим определение укладки графа. Укладкой графа $G = (V, E)$ в декартовой системе координат (X, Y) назовем тройку $L = (G, F_V, F_E)$, где F_V – отображение множества вершин в множество параметров, необходимых для представления вершины в выбранной системе координат (наиболее часто рассматривается отображение вида $F_V: V \rightarrow X \times Y \times R \times V \rightarrow X \times Y \times R \times V$, где последняя пара параметров – ширина и высота прямоугольника, в котором размещается вершина). F_E – отображение множества ребер в множество параметров, необходимых для представления ребра в выбранной системе координат (в нашем случае $F_E: V \rightarrow (X \times Y)^n$, $n \in \mathbb{N}$, где параметр n – количество изломов, вообще говоря, изменяется от ребра к ребру, то есть ребро отображается в n точек выбранного пространства, через которые оно проходит). Для оценки качества укладки графа используется набор эстетических критериев (критериев привлекательности), наиболее часто используемыми среди которых являются: минимизация числа пересечений ребер, минимизация суммарной длины ребер, унификация длин ребер и т.д.

Любой Force-directed метод состоит из модели и алгоритма. В модели наилучшее изображение графа с точки зрения критериев привлекательности соответствует некоторому равновесному состоянию системы сил. Алгоритм, в свою очередь, представляет собой способ нахождения такого равновесного состояния для заданного графа. В общем случае на каждой итерации пружинного алгоритма рассчитываются силы, действующие на каждую вершину. Затем происходит перемещение вершин. В конечном итоге алгоритм останавливается при достижении локального минимума некоторой целевой функции.

В простейшем Force-directed методе сила, действующая на вершину v , определяется по формуле

$$F(v) = \sum_{(u,v) \in E} f_a(d_{uv}) * \left(\frac{u-v}{d_{uv}}\right) - \sum_{(u,v) \in V^2} f_r(d_{uv}) * \left(\frac{u-v}{d_{uv}}\right), \quad (1)$$

где d_{uv} – расстояние между вершинами u и v ; f_a – сила притяжения и f_r – сила отталкивания. Функции f_a и f_r основаны на законе Гука и электрическом отталкивании частиц и определяются по формулам

$$f_a(d_{uv}) = k_{uv}^{(1)}(d_{uv} - l_{uv}), \quad (2)$$

$$f_r(d_{uv}) = \frac{k_{uv}^{(2)}}{d_{uv}^2}, \quad (3)$$

где l_{uv} – длина пружины между вершинами u и v в нерастянутом состоянии, $k_{uv}^{(1)}$ – жесткость пружины между u и v ; коэффициент $k_{uv}^{(2)}$ показывает силу отталкивания между u и v .

Автором одной из первых работ в области укладки графов является Тутти (Tutte W.T) [4], который впервые применил барицентрический метод для укладки планарных графов. Первый пружинный алгоритм с использованием электрических сил, ставший основой для развития этого направления, был разработан Идсом [5]. Также широко известны и популярны алгоритм Фрухтермана и Рейнголда (Fruchterman and Reingold) под названием FR [6], алгоритм GEM [7]. Оба были разработаны на основе алгоритма Идса. Отметим, что GEM работает быстрее, чем FR, однако уступает в плане надежности. Изображения графов при этом получаются схожие.

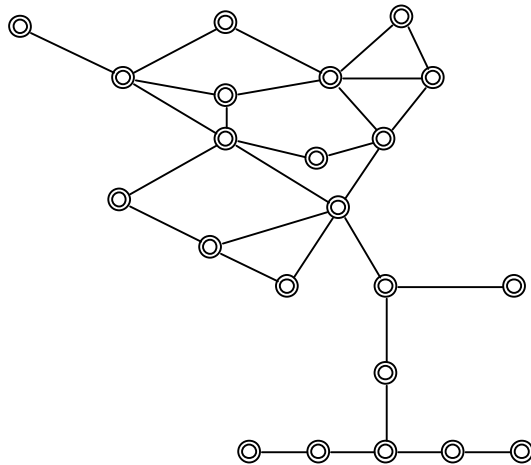
Камада и Кавайи (Kamada, Kawai) [8] предложили использовать подход, основанный на понятиях евклидова и теоретико-графового (graph-theoretic) расстояний между парами вершин. Еще два алгоритма предложил Тункеланг (Tunkelang) [9, 10]. Давидсон и Хэрел (Davidson and Harel) [12] применили метод «имитации отжига» (simulated annealing) для визуализации графов. Этот алгоритм получил название DH.

Недостаток предыдущих методов заключается в том, что они не позволяют выделять кластеры при визуализации графа. Эта возможность была предусмотрена в модели LigLog [13], разработанной А. Ноаком (Noack A.), которая относится к группе энергетических методов, в которых целью является нахождение состояния с минимальной полной энергией.

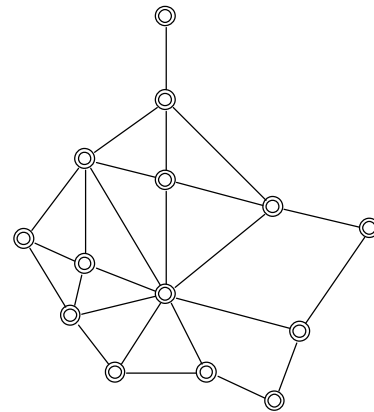
Главным недостатком всех описанных выше алгоритмов является невозможность их применения для больших графов. Однако в конце 90-х появилось несколько force-directed методов, которые показывают неплохие результаты для графов с десятками и сотнями тысяч вершин. Все они используют технологию многоуровневой укладки графа (multi-level layout) [14, 15].

Для повышения эффективности самостоятельной работы студентов в рамках электронного образования, развиваемого Саратовским государственным техническим университетом, была построена и визуализирована социальная сеть группы студентов специальности «Информационные системы и технологии» МФПИТ СГТУ. Для реализации алгоритма визуализации сети была использована физическая модель пружинной укладки графа на основе законов Гука и Кулона, т.н. пружинный алгоритм. Для исследования были выбраны четыре отношения: частота общения в университете, профессиональное взаимодействие, общение, влияющее на учебный процесс; дружеское общение, которое не связано с выполнением учебных заданий.

В результате были построены социальные сети по этим отношениям. Примерами сетей, которые характеризуют частоту общения студентов в группе в рамках пребывания в университете и дружеское общение, показаны на рисунке. Различное число акторов в сетях определено тем, что при визуализации мы учитывали только «сильное» взаимодействие акторов, которое оценивалось ими высокими значениями соответствующей шкалы.



Сеть неформального взаимодействия студентов (частота общения)



Сеть дружеского общения

Пример укладок графов социальной сети студентов группы

Визуализация позволила раскрыть эффекты «перемещения» различных акторов с центральных позиций сети на периферию при рассмотрении иного отношения, положенного в основу сети. Мы использовали не только методы визуализации для анализа позиций акторов в сети, но и целый ряд иных математических методов – анализ центральности акторов на основании их степенных характеристик и усредненных расстояний до всех остальных акторов. Эти методы связаны с вычислением формальных характеристик центральности акторов.

Приведенные выше иллюстрации демонстрируют примеры укладок сетей, которые полезны при анализе взаимодействия студентов в группах, при организации эффективной коммуникации в образовательном процессе. Анализ системы, а не одного отношения, в свою очередь, позволяет учитывать нюансы такой коммуникации, использовать полученную информацию в планировании учебной нагрузки, в определении составов групп, участвующих в совместных проектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Freeman L. C. The development of social network analysis. A study in the sociology of Science / L. C. Freeman. BookSurge, North Charlton. 2004. P. 5.
2. Freeman L. C. A semi-visible college: structural effects on a social networks group / L.C. Freeman, S. C. Freeman // Electronic Communication: Technology and Impacts; eds. M. M. Henderson, M. J. MacNaughton. Westview Press, Inc. 1980.
3. Tunkelang D. JIGGLE: Java interactive graph layout environment / D. Tunkelang // Proc. of Graph Drawing '98. -Springer-Verlag, 1999. P. 413-422.
4. Tutte W.T. Convex representations of graphs / W.T. Tutte // Proc. London Math. Society, 1960 V.10, P. 304-320.
5. Eades P. A heuristic for graph drawing. Congr. Numer / P. Eades. V. 42. 1984. Pp. 149-160.
6. Fruchterman T. Graph drawing by force-directed placement / T. Fruchterman, E. Rein-gold. Software-Practice and Experience. 1991. V.21. P. 1129-1164.
7. Frick A. A fast adaptive layout algorithm for undirected graphs / A. Frick, A. Ludwig, H. Mehldau // Proceedings of Graph Drawing '94, Springer-Verlag, 1995. P. 383-403.
8. Kamada T. An algorithm for drawing general undirected graphs / T. Kamada, S. Kawai. - Information Processing Letters. 1989. V.31. P. 7-15.

9. Tunkelang D. A practical approach to drawing undirected graphs / D. Tunkelang. Technical report. Carnegie Mellon University. School of Computer Science. 1994.
10. Tunkelang D. JIGGLE: Java interactive graph layout environment / D. Tunkelang // Proc. of Graph Drawing '98. Springer-Verlag, 1999. P. 413-422.
11. Barnes J. A hierarchical $O(N \log N)$ force-calculation algorithm / J. Barnes, P. Hut. Nature, 1986. 324(4).
12. Davidson R. Drawing graphs nicely using simulated annealing / R. Davidson, D. Harel // ACM Trans, won Graphics. 1996. V.15. P. 301-331.
13. Noack A. An energy model for visual graph clustering / A. Noack // Proceedings of the 11th International Symposium on Graph Drawing (GD 2003). Springer-Verlag, 2004. P. 425-436.
14. Walshaw C. A multilevel algorithm for force-directed graph drawing / C. Walshaw // Proc. of Graph Drawing 2000, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1984. Springer-Verlag, 2000. P. 171-182.
15. Gajer P. A fast multi-dimensional algorithm for drawing large graphs / P. Gajer, M.T. Goodrich, S.G. Kobourov // 8th Symp. on Graph Drawing (GD), 2000. P. 211-221.

Долинина Ольга Николаевна –

кандидат технических наук, доцент, декан Международного факультета прикладных информационных технологий, заведующий кафедрой «Прикладные информационные технологии» Саратовского государственного технического университета

Печенкин Виталий Владимирович –

доктор социологических наук, профессор кафедры «Социальная антропология и социальная работа» Саратовского государственного технического университета

Тарасова Вероника Вячеславовна –

ассистент кафедры «Прикладные информационные технологии» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 519.234.7

Д.В. Елисеев

НОВЫЙ ПОДХОД К СРАВНЕНИЮ РАНГОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Рассматривается подход к оценке и сравнению ранговых последовательностей как к оценке схожести функций на основе их производных. Предложен новый коэффициент оценки связи между последовательностями, изменяющийся от -1 до $+1$. Нуль соответствует отсутствию связи, а 1 – максимальной связи, при этом знак определяет направление связи. Новый коэффициент позволяет сравнивать между собой последовательности, измеренные в разных шкалах.

Корреляция, ранговая последовательность, метрика, нечисловые данные

D.V. Eliseev

NEW WAY TO COMPARE RANGE SEQUENCES

The approach to an estimation and comparison ранговых sequences as to an estimation of similarity of functions on the basis of their derivatives is considered. The new factor of an estimation of communication between the sequences, changing from -1 to +1 is offered. The zero corresponds to absence of communication, and 1 – the maximum communication, thus the sign defines a communication direction. The new factor allows to compare among themselves the sequences measured in different scales.

Correlation, range sequences, metrics, data of range scale

Ранговая или порядковая шкала относится к нечисловым шкалам измерений, то есть для неё неприменимы арифметические операции. Однако она выгодно отличается от номинальной возможностью сравнивать между собой имеющиеся значения. Если задана ранговая последовательность, то можно определённо сказать, больше или меньше последующее значение, чем текущее, за исключением шкал не полного порядка.

Пусть дана ранговая последовательность $a = \{A, C, D, B, A, B, D, C, C, A\}$, где $A < B < C < D$. Рассмотрим её как математическую функцию и попытаемся её построить график.

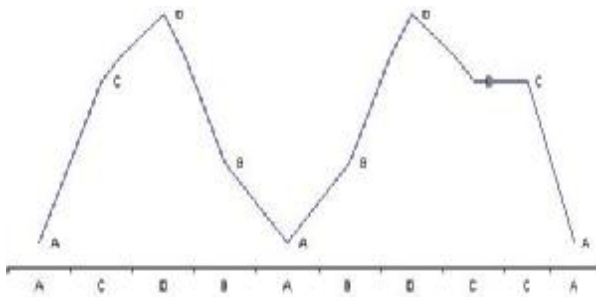


Рис. 1. Ранговая последовательность (равные ранговые различия)

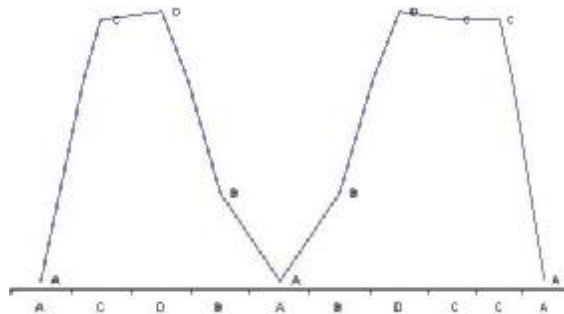


Рис.2. Ранговая последовательность (не одинаковые ранговые различия)

Ранги в последовательности специально обозначены буквами, так чтобы не было соблазна проводить какие-либо арифметические операции с ними. Кроме того, часто неясно, на сколько ранги различаются между собой, поэтому график может выглядеть несколько иначе.

Неизменным остаётся одно – тенденция к росту или спаду графика по мере перехода от младшего к старшему рангу и наоборот. Рост функции обуславливает положительный знак производной, а спад – отрицательный. При постоянном значении функции производная равна нулю. Таким образом, на ранговой последовательности можно определить функцию, которая возвращает знак производной:

$$Rs(a_i) = \begin{cases} +1, a_i < a_{i+1} \\ 0, a_i = a_{i+1} \\ -1, a_i > a_{i+1} \end{cases} \quad (1)$$

Таким образом, ранговой последовательности $a = \{A, C, D, B, A, B, D, C, C, A\}$ будет соответствовать знаковая последовательность $e = \{+1, +1, -1, -1, +1, +1, -1, 0, -1\}$.

Теперь вместо сравнения ранговых последовательностей становится возможным сравнивать знаковые последовательности. В случае, если обе имеют общую тенденцию к возрастанию или убыванию, знаки производных этих последовательностей будут одинаковы.

Введём коэффициент Q , который позволит измерять степень схожести между последовательностями в пределах от -1 до $+1$. При этом $+1$ будет соответствовать полному совпадению последовательностей, -1 — их полной противоположности, а 0 — независимости последовательностей друг от друга.

Если даны две последовательности a и b по N элементов в каждой, то степень их схожести можно определить как

$$Q(a, b) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} Rs(a_i)Rs(b_i). \quad (2)$$

Рассмотрим пример применения такого коэффициента. Пусть даны две последовательности $a = \{A, C, D, B, A, B, D, C, C, A\}$ и $b = \{W, W, X, Z, X, Y, W, Y, X, Z\}$, где $A < B < C < D$ и $W < X < Y < Z$, тогда

$$Q(a, b) = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^8 Rs(a_i)Rs(b_i), \quad Q(a, b) = \frac{1}{9} (0+1-1+1+1-1-1+0-1) = -\frac{1}{9}.$$

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена для данных последовательностей равен 0.8 , но его применение возможно только при условии, что ранговые шкалы соответствуют друг другу.

Предложенный коэффициент отличается от других тем, что позволяет сравнивать между собой последовательности, измеренные в разных ранговых шкалах (например, оценки знания и поведения учащегося).

Елисеев Дмитрий Владимирович –

кандидат технических наук, доцент кафедры системотехники Саратовского государственного технического университета.

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 378

И.К. Гевлич, А.А. Захаров

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Представлена архитектура школьной системы оценки качества образования и процедура обработки данных различных экспертов, определяющих образовательный уровень учащихся в системе общего образования. Предложенный подход может быть использован для определения эффективности образовательной деятельности для управления качеством образования.

Управление, эксперт, образовательный уровень, эффективность образовательной деятельности, контроль, качество образования

I.K. Gevlich, A.A. Zaharov

THE COMPUTER SUPPORT OF THE MANAGEMENT OF THE EDUCATION QUALITY

The algorithm of the processing input data of different experts, identifying educational level of pupils in system of the common education is presented. This direction can be used for calculating of the efficiency of educational activity aiming to control the quality in the secondary schools.

Management, expert, educational level, efficiency of educational activity, control, quality of education

В основе управления качеством находится контроль, который, в свою очередь, требует многочисленных измерений различных характеристик объекта исследования. Построение школьной системы оценки качества образования – начало создания в общеобразовательном учреждении системы управления качеством. Основным результатом работы любого общеобразовательного учреждения считается образовательный уровень его учащихся, определяющийся степенью сформированности у них предметных и ключевых компетентностей. Соотнесение полученного уровня образования с действующими нормативными требованиями, с социальными и личностными ожиданиями составляет основу деятельности учреждения по оценке качества образования.

В прошлом оцениванию подвергались параметры, связанные с усвоением материала, который требовал запоминания или умений «низкого уровня». Переосмысление традиционной практики выявило необходимость установления взаимосвязи между компетенцией, обучением и оценкой [1, 2].

Предлагаемый нами подход, основанный на компетенциях, позволяет обеспечить нацеленность обучения и оценивания на достижение конкретных результатов и предоставляет возможность определения компетенции, освоенные за рамками формального образования и обучения, а также помогает учащимся лучше понять требования к ним. Предлагаемая авторами процедура определяет образовательный уровень учащихся на основе экспертных оценок различных участников образовательного процесса: педагогов, педагогов-экспертов, классных руководителей, родителей и самооценки учащихся. Образовательный уровень вычисляется как интегральный показатель, включающий компетентности: предметную и ключевые (интеллектуальную, информационную, общекультурную, коммуникативную и социальную). Состав элементов и структура взаимосвязей в школьной системе оценки качества образования (ШСОКО) представлены на рис. 1.



Рис. 1. Состав элементов и структура взаимосвязей ШСОКО

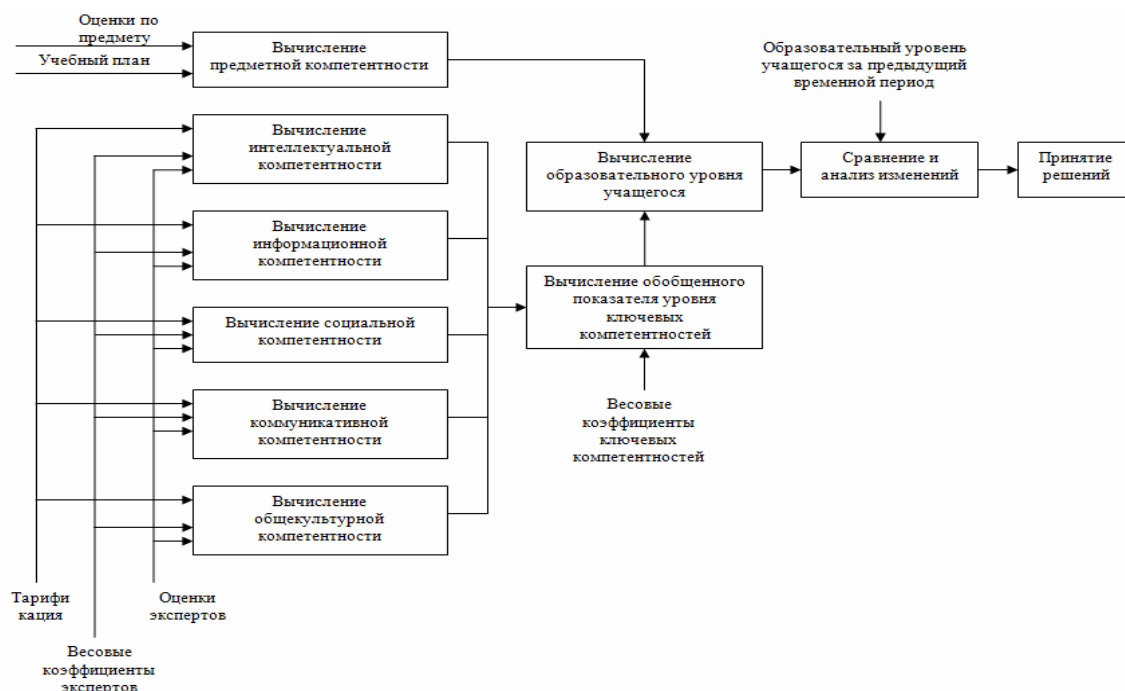


Рис. 2. Алгоритм расчета образовательного уровня учащегося

Для определения экспертных оценок используется пятибалльная шкала. Предметная компетентность измеряется традиционно, по завершении каждой четверти или полугодия, ключевые компетентности – один раз в конце учебного года. Полученные экспертные данные по каждому учащемуся заносятся в базу данных. Алгоритм расчета образовательного уровня одного учащегося представлен на рис. 2.

Весовые коэффициенты экспертов зависят от степени обучения и статуса эксперта. Коэффициенты, представленные в таблице, были определены на основе опроса участников образовательного процесса. В опросе принимали участие 72 педагога, 534 родителя и 156 учащихся 9 - 11 классов.

Значения весовых коэффициентов экспертов

Эксперты	Ключевые компетентности														
	интеллектуальная			информационная			общекультурная			коммуникативная			социальная		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Педагог	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Классный руководитель	0,3	0,25	0,2	0,3	0,25	0,2	0,4	0,35	0,3	0,4	0,35	0,3	0,4	0,35	0,3
Родитель	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Учащийся	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2

Значение весовых коэффициентов, используемых для расчета обобщенного показателя ключевых компетентностей, определяется с помощью одноразового анкетирования родителей в начале каждой ступени обучения. Вариации I, II, III в ключевых компетенциях отражают перераспределение весовых коэффициентов между классными руководителями и учащимися.

Процедура определения образовательного уровня учащихся позволит повысить объективность оценивания результатов работы общеобразовательных учреждений, ее целесообразно использовать для определения эффективности работы педагогов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севрук А.И. Мониторинг качества преподавания в школе / А.И. Севрук, Е.А. Юнина . М.: Педагогическое общество России, 2005. 144 с.
2. Хуторской А.В. Ключевые компетенции и образовательные стандарты / А.В. Хуторской // Эйдос: Интернет-журнал. 2002. URL: <http://www.eidos.ru/journal/2002/0423.htm>.

Гевлич Инна Кимовна -

аспирант Саратовского государственного технического университета

Захаров Александр Александрович -

доктор технических наук, доцент, Саратовский государственный технический университет, профессор кафедры «Электронные приборы и устройства»

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УПРАВЛЕНИЕ В КЛАСТЕРНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 330.46:332.012.2.001

М.А. Кукушкин

ФОРМИРОВАНИЕ ДОЛГОСРОЧНЫХ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ КЛАСТЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ КОРПОРАЦИИ

Изложены теоретические достижения саратовской методологической школы в области управления долгосрочными конкурентными преимуществами кластерной промышленной корпорации. Показаны пути развития теории и основные подходы к проектированию социальных и экономических характеристик конкурентного процесса.

Экономика, управление, система, кластер, конкуренция

M.A. Kukushkin

FORMATION OF LONG-TERM COMPETITIVE ADVANTAGES CLUSTER INDUSTRIAL CORPORATION

Theoretical achievements of the Saratov methodological school in the field of management of long-term competitive advantages cluster are stated industrial corporation. Ways of development of the theory and the basic approaches to designing of social and economic characteristics of competitive process are shown.

Economics, management, system, cluster, competition

Лидирующие экономические позиции РФ могут быть обеспечены формированием и развитием долгосрочных конкурентных преимуществ (ДКП) в промышленности. Однако интеллектуальные, структурные, технологические и управленческие преобразования, осуществляемые в промышленности, не позволяют реализовать прорыв в данном секторе экономики и занять достойное место в мире.

В XXI веке отчетливо прослеживается тенденция экономического роста и решения социальных проблем населения за счет создания и повышения эффективности работы кластерно-организованных промышленных корпораций. Практика показывает, что кластерные корпорации как одна из современных форм хозяйствования являются системообразующими

структурами в промышленности высоких технологий. Это ключевое свойство кластерных корпораций усиливается в результате объединения партнерских усилий конкурентоспособных производств, являющихся участниками кластера. Кроме того, кластеры становятся площадками, а также деловой средой, где формируются и институционализируются новые типы управляющих и экономических, управленческих и социальных отношений, тем самым создавая условия для перехода к качественно новому состоянию социума.

Однако многие вопросы формирования ДКП промышленных корпораций до начала текущего века не находили своего решения в отечественной и зарубежной экономической науке. В частности, отсутствовали концепция формирования дуальных и сопряженных экономических и социальных ДКП кластерно-организованных промышленных корпораций. Не были разработаны методы классификации кластерных систем с учетом их структуры, разветвленности и масштабности, внутрикорпоративных и отраслевых взаимосвязей кластеров, внешних кластеров-конкурентов, управления субъектными и объектными характеристиками состояний и свойств кластерных конкурентных процессов. Отсутствовали методы содержательного анализа, синтеза и проектирования стратегической организации коллектива и инновационного управления ресурсами кластерной промышленной корпорации, учитывающие взаимосвязанное социальное и экономическое развитие всех участников формирования, согласования и преобразования её долгосрочных характеристик, конкурентных изменяющихся структуры, ее состояния и системных свойств. Не было методов количественного учета дуальных: субъектных и объектных – характеристик состояния и свойств человеческого фактора в разработке «анализ – синтез – проектирование» стратегии кластерной промышленной корпорации.

Россия является страной, сохранившей высокую долю крупных промышленных корпораций, обладающей уникальными возможностями эффективного функционирования. Однако они слабо ориентированы на формирование и использование ДКП в системе кластерно-организованных промышленных корпораций. В связи с этим становится актуальной задача разработки концепции многоуровневой государственной экономической политики, которая обеспечила бы доминирующее развитие промышленных корпораций, отвечающих группе стратегических критериев и позволяющих получить новые экономические и социальные результаты в обществе.

В целом комплексному изучению этого феномена отечественными экономистами не уделялось должного внимания. Каждый из компонентов рассматривался автономно, поэтому невозможно было увязать кластерное управление промышленной корпорации с управлением ДКП. Возникла необходимость введения новой системы междисциплинарных понятий для анализа и описания данного феномена, дополнительного изучения содержания, различий, взаимодействия, оценки и создания механизмов управления экономическими и социальными ДКП промышленной корпорации. Требуется анализ состояния формирования конкурентоспособности и развития кластерных промышленных корпораций, оценка воздействия на их формирование на уровне государства, региона, муниципального образования, исследование стратегий достижения ДКП; определение механизмов построения сопряженных социальной и экономической систем, корпоративной культуры конкурентоспособной корпорации.

На основе разработок саратовской методологической школы, сущность которых отражена в [1-3], появилась возможность развить способы проектирования и механизмы реализации ДКП кластерной промышленной корпорации, оценить внешние социально-экономические эффекты её функционирования. Классификация кластерных экономических и социальных систем приведена в табл. 1. Все таблицы и рисунки данного раздела вестника имеют сквозную нумерацию с целью единого методологического подхода к материалам всех статей вестника. Поэтому ссылки на предшествующие и последующие таблицы и рисунки являются естественными, органично присущими единой методологии исследования.

Классификация
кластерных экономических и социальных систем

Признаки классификации	Классы, типы и виды кластерных систем
Отношения: состояния и свойства	Экономические – объектные. Социальные – субъектные
Распределенность движения носителей в пространстве и/или процесса их изменения во времени	Пространственные – движение носителей на множестве субъектов хозяйствования или хозяйствующих субъектов. Хронологические – процессы на множестве состояний субъекта хозяйствования или хозяйствующего субъекта
Управляемая цепная разветвленность кластера	Двухлигандные – по снабжению и сбыту. С многоступенчатой лигандностью на локальных снабжении и/или сбыте
Сопричастность акторов кластера, степени экономической и социальной свобод	На юридических лицах: производственные, сбытовые, сервисные, образования, науки. На физических лицах: кластеры образа жизни, повышения квалификации, стремлений и намерений, интересов и потребностей. На государственных организациях: кластеры законодательной, исполнительной судебной власти; безопасности, инфраструктуры. На рынках : конкурирующие лиганды снабжения и сбыта товаров, услуг, работ. На социумах : кластеры интересов и потребностей страт, этносов, наций. В природе : климатические, ресурсные, экологические, кластеры живой природы
Территориальность и административная подчиненность	Локальные, муниципальные, региональные, межрегиональные, федеральные, национальные, транснациональные, глобальные
Правовая и юридическая ответственность акторов кластера	Юридически определенные кластеры: на физических и юридических лицах, государственных организациях и государствах (также юридических лицах). Юридически неопределенные кластеры: конкурирующие рынки, социумы, природа, социальный и экономический климат

Проблема разработки концепции формирования ДКП в кластерных промышленных корпорациях является важной и приоритетной народно-хозяйственной задачей, решение которой имеет общенациональное экономическое, социальное и политическое значение. Решение комплекса вышеуказанных задач является актуальной проблемой, имеющей важное народно-хозяйственное значение для теории и практики промышленных корпораций в сфере проектирования и достижения ими ДКП.

Назревшая необходимость разработки единого субъектного и объектного системного подхода к созданию кластерной концепции формирования: анализа, синтеза, проектирования, организации и управления – долгосрочных конкурентных преимуществ определила направление исследования саратовской методологической школы.

Новые научные результаты, полученные с участием автора в ходе исследования принципов формирования конкурентоспособности и ДКП кластерной промышленной корпорации, состоят в нижеследующем:

- сформулирована концепция формирования ДКП кластерной промышленной корпорации, раскрывающая экономическую и социальную природу промышленных корпораций и характеризующая особенности данной формы хозяйствования в системе конкурентных и партнерских отношений, а также позволяющая идентифицировать типы кластеров и оценивать их состояние. Разработаны система понятий и методы наглядного отображения результатов экономического и социального воздействий в корпорации;

- разработаны методы количественной оценки состояний ДКП кластерных промышленных корпораций, основанные на принципах системности, дуальности и сопряженности процессов, протекающих в экономической и социальной системах корпорации, включающие определение экономического и социального потенциалов корпорации и оценку состояния хозяйственных связей, обеспечивающих эффективную реализацию ДКП и позволяющих добиваться эквивалентности развития конкурентных преимуществ в экономических и социальных подсистемах кластера. Разработано определение промышленного кластера, отвечающее конкурентным требованиям формирующейся системы хозяйствования;

- реализован многоуровневый подход к формированию ДКП и развитию кластерных промышленных корпораций, позволяющий эффективно распределить функции поддержки и регулирования развития кластерных корпораций со стороны государства, региональных, муниципальных органов власти и общественных структур;

- исследованы методы формирования стратегии достижения ДКП кластерной промышленной корпорации, основанные на кластерном мировоззрении хозяйствования, включающем адекватные механизмы реагирования на социальные, экономические и экологические изменения внешней среды;

- разработаны механизмы реализации ДКП кластерной промышленной корпорации: проектирование преобразований экономической и социальной структуры корпорации; формирование социальной системы, в которой человеческий капитал корпорации является доминирующим фактором развития; оценка внешних социальных и экономических эффектов функционирования кластерной промышленной корпорации;

- согласована концепция методов: определения причинно-следственных связей, типов и содержания экономических и социальных отношений, возникающих в управлении и организации конкурентоспособности под воздействием внешних и внутренних факторов управления; анализа кластерного состояния экономической и социальной структур промышленной корпорации; оценки возможностей проектирования механизмов стратегического управления конкурентоспособностью с помощью количественного анализа влияния человеческого, социальных и экономических факторов для различных уровней управления; проектирования и расчета характеристик стратегического управления ДКП в социальном и экономическом кластерах корпорации, а также методов их сопряжения с рынками снабжения (как входами) и рынками сбыта (как выходами) промышленной корпорации.

Практическая значимость результатов состоит в том, что они доведены до разработанных методов проектирования социального и экономического управления ДКП кластерной промышленной корпорации. Сущность таких методов заключается в едином формировании субъектных и объектных системных моделей конкурентного процесса, объединяющих в себе все социальные и экономические характеристики управления конкурентоспособностью. Предложены типовые способы анализа (в исследовании состояний и свойств систем) и синтеза (для проектирования систем) характеристик управления на каждом этапе развития ДКП

корпорации. Разработанные методы «анализ + синтез + проектирование» могут непосредственно применяться руководством и аналитиками различного ранга как оперативный инструмент создания конкурентных процессов. Предложенный рациональный конструктивный инструмент единого: социального и экономического – системного управления конкурентоспособностью корпорации увеличит производительность, повысит оперативность и взаимосвязанную – социальную и экономическую – эффективность, расширит информативность и обеспечит наглядность принятия новационных решений руководителями различных объектов социально-экономического управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вестник СГТУ. 2008. №2 (33). Вып. 2. 272 с.
2. Междисциплинарная методология гуманитарных и естественных наук: сб. науч. статей / под науч. ред. Иг.В. Кнышева. Саратов: Научная книга, 2008. 244 с.
3. Кнышев Ил.В. Философские основания управления в социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2009. 354 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.10.2009, № 649-В2009.

Кукушкин Михаил Александрович –

кандидат философских наук, доцент,

докторант Российской академии государственной службы при Президенте РФ

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

Л.А. Колесникова, М.А. Кукушкин

СОЦИАЛЬНАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА КЛАСТЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ КОРПОРАЦИИ

Показана первичная системная и сопряженная сущность социальной и экономической природы кластерной промышленной корпорации. Приведены первичные структуры и признаки существования кластерной социальной и экономической системы.

Экономика, управление, система, концепция, корпорация

L.A. Kolesnikova, M.A. Kukushkin

THE SOCIAL AND ECONOMIC NATURE CLUSTER INDUSTRIAL CORPORATION

The primary system and adjoint essence of the social and economic nature of the cluster industrial corporation is shown. Primary structures and existence features of the cluster social and economic system are resulted.

Economics, management, system, conception, corporation

Основой жизнеобеспечения современного антропоного мира является глобально конкурирующая экономическая деятельность. Одним из основных условий экономического развития становится умение управлять конкурентными преимуществами. Успешными становятся корпорации, которые способны анализировать и синтезировать конкурентные преимущества, осознают, как управлять их проекциями на будущее с учетом условий изменяющейся социально-экономической среды. Поэтому стали актуальными методологические проблемы создания единых конструктивных методов анализа-синтеза-проектирования долгосрочного управления конкурентными преимуществами для различных уровней: корпоративного, отраслевого, регионального и национального.

Новый методологический подход [1] к управлению долгосрочными конкурентными преимуществами корпорации основан на теории управления сопряженными субъектными и объектными характеристиками состояний и свойств конкурентных процессов [2], а также проверенных практикой структурных и системных характеристиках [3]. Такая методология определила путь решения центральной проблемы – создание концепции, удовлетворяющей прикладным критериям наблюдаемости, измеряемости, идентифицируемости, управляемости и достижимости конкурентных процессов, учитывающей взаимосвязанное экономическое и социальное развитие всех участников формирования и преобразования долгосрочных характеристик экономического процесса, его конкурентных изменяющихся структуры, ее состояния и системных свойств.

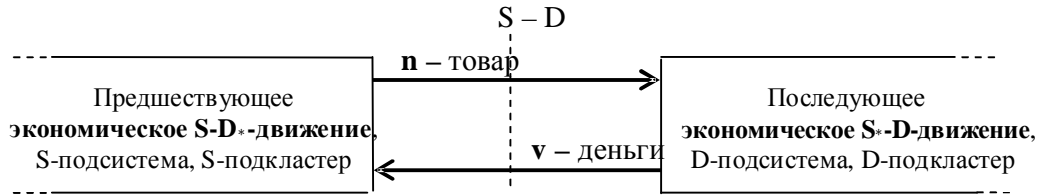
Прикладные исследования в этой области показали, что данный подход полностью отвечает требованиям к концепции кластерной организации промышленных корпораций (табл. 2), которая теоретически обосновывает возможность реализации целого комплекса долгосрочных конкурентных преимуществ, продуцированных природой экономического кластера. К ним относятся: высокая конкурентоспособность за счет четкой ориентации на потребителя; опережающее формирование его потребностей; синергетическая самоорганизация всех звеньев кластера ради достижения поставленных и согласованных целей; единая система кластерных ценностей; одновременная конкуренция и взаимовыгодное сотрудничество всех участников кластера; высокая инновационная восприимчивость и гибкость проведения изменений; информационная открытость внутри кластера, самообучение и саморазвитие; согласованное управление входами и выходами, экономическими и социальными отношениями в кластере; единые требования к качеству во всех цепочках наращивания потребительской стоимости; активное партнерство с фундаментальной и прикладной наукой; требования кластерообразователя как заказчика к системе образования и рынку труда; построение коллегиальных и конструктивных отношений с различными ветвями власти, местным сообществом; социальная и экологическая ответственность.

Анализ деятельности развитых промышленных кластеров показал, что они реализуют целый комплекс конкурентных преимуществ, генерируемый самой природой кластерных взаимоотношений: социальных взаимосвязей и экономических взаимодействий, и фокусируют усилия на производстве конкурентоспособной продукции мирового уровня с высокой добавленной стоимостью, высокой доле инвестиций в НИОКР, инновационном воспроизводстве и развитии человеческого капитала, социальной ответственности, соблюдении паритета корпоративных, федеральных, региональных и территориальных интересов.

В промышленной корпорации экономическое, объектное по своей природе, движение его объектных – товарных и денежных – носителей (рис. 1 а, 2 а, б) антропоно, то есть существ-

Признаки существования
кластерной экономической и социальной системы

Признаки сопряженной : экономической и социальной – кластерности	
Экономическая кластерность	Социальная кластерность
Наличие экономического кластерообразователя как юридического лица с разветвленными лигандами снабжения и лигандами сбыта, сервиса, экологии производства, логистики и потребления	Существование сопряженного экономического, социального кластерообразователя с разветвленными долгосрочными лигандами намерений снабжения и стремлений к сбыту, сервису, улучшению экологии производства и потребления
Устойчивые системные – прямые и обратные – цепные связи: товарно-денежные, денежно-товарные, цено-поточковые, потоко-ценовые – кластерообразователя с каждым из объектных акторов снабжения и сбыта	Надежные системные связи: материальных потребностей кластерообразователя и финансовых интересов акторов снабжения, финансовых интересов кластерообразователя и материальных потребностей покупателей
Экономический кластерообразователь является лидером ; объектные акторы снабжения и сбыта – ведомые хозяйствующие субъекты; их взаимное доверие	Социально консолидированный кластерообразователь является лидером ; субъектные акторы стремлений к снабжению и намерений потребления – ведомые субъекты хозяйствования
Долгосрочное существование сопряженных кластерообразователю, обеспечивающих лигандов или кластеров: кадровых; основных или оборотных средств; инфраструктуры, экономической и судебной безопасности; рыночной конкурентоспособности; социальной безопасности; ресурсной, экологической и климатической сопряженности	Долгосрочное существование сопряженных кластерообразователю поддерживающих лигандов или кластеров: образования; инновационного воспроизводства и инвестиционных интересов, науки; позитивной активности законодательной, судебной и исполнительной властей; социального благополучия; ресурсной, экологической и климатической стабильности

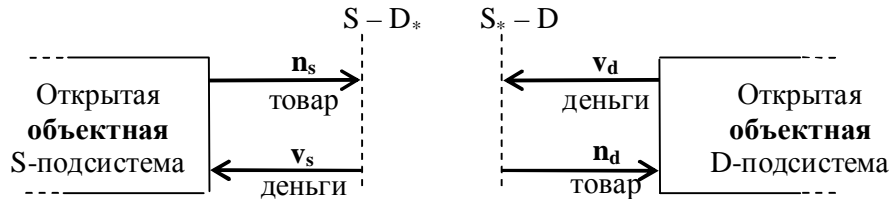


а – экономическая **система** в двумерной системе первичных экономических координат $\{n, v\}$;
 S (supply) – подсистема экономического предложения; D (demand) – подсистема экономического спроса; **лидер** – S-подсистема; D-подсистема – **ведомая**, комплементарная.
 Системные носители экономического движения: товар n , деньги v



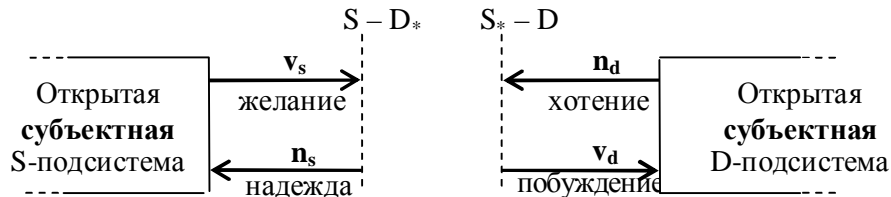
б – социальная **система** в двумерной системе первичных социальных координат $\{v, n\}$;
 S – подсистема стремления – **социального предложения** (social supply);
 D – подсистема намерения – **социального спроса** (social demand);
лидер – S-подсистема; D-подсистема – **ведомая**, комплементарная.
 Системные носители социального движения: интерес v , потребность n

Рис. 1. Первичные системные модели **пространственного экономического и социального S-D-движения** на его поперечных сечениях «предложение S – спрос D»



а – **предложение** (n_s, v_s) S-подсистемы (лидер) в собственной системе координат $\{n_s, v_s\}$:
 n_s – объем поставки продукта (см. рис. 1,а);
 v_s – **ожидание** получения денег

б – **спрос** (v_d, n_d) D-подсистемы (лидер) в собственной системе координат $\{v_d, n_d\}$:
 v_d – перечисление денег (см. рис. 1,а);
 n_d – **ожидание** приемки продукта



в – **стремление** (v_s, n_s) S-подсистемы (лидер) в собственной системе координат $\{v_s, n_s\}$:
 v_s – **желание** денег (см. рис. 1,б);
 n_s – **надежда** продать продукт

г – **намерение** (n_d, v_d) D-подсистемы (лидер) в собственной системе координат $\{n_d, v_d\}$: n_d – **хотение** продукта (см. рис. 1,б);
 v_d – **побуждение** потратить деньги

Рис. 2. Структурные модели предложения и спроса объектных акторов, стремлений и намерений субъектных акторов на поперечных двумерных S-D-сечениях разомкнутых: **экономико-психологических** (а, б) и **социально-психологических** (в, г) – S-D-систем (см. рис. 1)

вует для человека и с его участием. Поэтому оно взаимосвязано с социальным, субъектным по своей сути, движением его системных субъектных носителей: финансовых интересов и материальных потребностей (рис. 1 б, 2 в, г). Для обоснования проектирования стратегического развития экономического процесса кластерной промышленной корпорации необходима единая конструктивная методология системного управления долгосрочными конкурентными взаимосвязанными преимуществами: и экономическими, объектными, и социальными, субъектными [3]. Ее методы должны быть применимы ко всем характеристикам носителей (рис. 1, 2) и участников кластера – формирователей, согласователей и преобразователей социально-экономических процессов.

Экономической наукой не были разработаны методы наглядного отображения структурной направленности управляемых и управляющих величин, их взаимосвязей и целостного, системного представления результатов воздействия управления для достижения заданных характеристик в экономической и социальной системах любого хозяйствующего субъекта, в частности, корпорации.

Подобные методы существуют в общенаучных кибернетике, теории управления, системном анализе и применяются в ряде естественных и технических наук. Однако использование структурных и системных методов для отображения экономического движения его носителей: товаров и денег (рис. 1 а), а также процесса изменения характеристик хозяйствующего субъекта было затруднено по следующим причинам.

Существовала эклектика сопряженных понятий системных объектных, экономических отношений: состояний и свойств формирования и преобразования товарных и денежных носителей в их экономическом движении (рис. 1 а) на множестве хозяйствующих субъектов, – с одной стороны, и системных субъектных, социальных отношений: состояний и свойств формирования и согласования финансовых интересов и материальных потребностей как субъектных, сопряженных экономическим, носителей в их социальном движении (рис. 1 б) на множестве субъектов хозяйствования – с другой. Назовем это методологической проблемой анализа, синтеза и проектирования отношений, основные пути решения которой показаны в [1-3].

Наглядное, встречно ориентированное, адекватное объектной и субъектной реальностям экономики, разделение и сопряжение дуальных: экономических и социальных – отношений было разработано посредством введения кибернетических понятий экономической и социальной систем (рис. 1). Экономическая система (рис. 1 а) образуется на товарной связи подсистемы предложения с подсистемой спроса и на денежной связи подсистемы спроса с подсистемой предложения (рис. 2 а, б). Такая экономическая связь всегда является системной, поскольку один ее объектный компонент относится к прямой связи, а другой – к обратной связи в зависимости от того, какая из подсистем является экономическим лидером, а какая – ведомой.

Симметрично экономической системе промышленной корпорации, образуется и ее социальная система (рис. 1, б). Она формируется на структурной связи финансового интереса подсистемы социального предложения (стремления к экономическому предложению) к подсистеме социального спроса (намерения экономического спроса) и структурной связи материальной потребности подсистемы социального спроса, ориентированной на подсистему социального предложения (рис. 2 в, г).

Такая социальная связь, так же, как и экономическая, является системной: один ее субъектный компонент относится к прямой связи, а другой – к обратной связи в зависимости от того, кто является социальным лидером, а кто – ведомым в социальной системе, состоящей из двух подсистем «лидер – ведомый».

На такой методологической базе разработана концепция формирования долгосрочных конкурентных преимуществ кластерной промышленной корпорации, раскрывающая экономическую и социальную природу промышленных корпораций и характеризующая особенно-

сти данной формы хозяйствования в системе конкурентных и партнерских отношений, а также позволяющая идентифицировать типы кластеров и оценивать их состояние.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методологические основы управления в социальных и экономических системах: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. / под науч. ред. Иг.В. Кнышева, М.А. Кукушкина, Р.С. Соболева. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. 147 с.
2. Кнышев Ил.В. Методологические новации в количественном анализе сопряженных социальных и экономических процессов / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2007. 177 с. Деп. в ВИНТИ РАН 15.05.07, № 520-B2007.
3. Вестник СГТУ. 2008. №2 (33). Вып. 2. 272 с.

Колесникова Людмила Арнольдовна–

доктор экономических наук,

профессор Российской академии государственной службы при Президенте РФ

Кукушкин Михаил Александрович –

кандидат философских наук, доцент,

докторант Российской академии государственной службы при Президенте РФ

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

А.А. Большаков

СУБЪЕКТНЫЕ АКТОРЫ И СТЕПЕНИ ИХ СВОБОДЫ В КЛАСТЕРНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Приведена первичная классификация субъектных акторов в социальном движении интересов и потребностей, расширены фундаментальные понятия социально-психологических и социальных степеней свободы субъектных акторов в кластерных социальных и экономических системах.

Экономика, психология, актор, система, кластер

A.A. Bolshakov

SUBJECT ACTORS AND DEGREES OF THEIR FREEDOM IN CLUSTER SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

Primary classification of subject actors in social movement of interests and requirements is resulted, fundamental concepts of socially-psychological and social degrees of freedom of subject actors in the cluster social and economic systems are expanded.

Economics, psychology, actor, system, cluster

Понятийно-категориальная база, связанная с субъектными акторами и степенями их социально-психологических свобод, является фундаментальной в алгоритмическом их представлении, поскольку субъектный человеческий фактор, его состояния и свойства являются главными структурными и системообразующими характеристиками социально-психологического управления в кластерных социальных и экономических системах.

Рассмотрим первичную классификацию и уточним типовые обозначения [1, 2] субъектных акторов как формировавателей и согласователей основных составляющих социальной: аксиологической (субъектной мотивационной) и/или этологической (поведенческой, субъектной технологической) – свободы [3], в первую очередь, для упорядоченного фрактального (в последующих статьях вестника и на рис. 10-33) структурирования хронологических и хронологических стремлений к экономическому предложению S (supply) и намерений экономического спроса D (demand) соответствующих субъектов M_s, M_d хозяйствования. При этом будем различать масштабность субъектных отношений: нано-, микро-, мезо-, макро- и мега-социальные отношения. Впервые идеи классификации субъектных S- и D-акторов и их степеней социальной S- и D-свободы предложены И.В. Кнышевым в 1999 году [1, 2].

Субъектные S- и D-акторы – это участники, пассивные и активные компоненты $M_* \subset \{M_s, M_d\}$ субъектов хозяйствования M_s и M_d , которые могут находиться в следующих основных кластерных состояниях (рис. 1, 2): социально-психологических стремлений ($\mathbf{v}_s, \mathbf{n}_s$) и намерений ($\mathbf{n}_d, \mathbf{v}_d$), социального S-D-движения S-D-интересов \mathbf{v} и D-S-потребностей \mathbf{n} , социального D-S-процесса изменения новационных D-S-потребностей \mathbf{n} и инвестиционных S-D-интересов \mathbf{v} .

Основным субъектным S- или D-актором является человек Φ_* – физическое лицо; первичный социальный квант с его субъектными психологическими, наносоциальными ресурсами $\Phi_{**} \subset \Phi_*$: стремлениями ($\mathbf{v}_{\Phi_s}, \mathbf{n}_{\Phi_s}$) – желаниями \mathbf{v}_{Φ_s} и надеждами \mathbf{n}_{Φ_s} ; намерениями ($\mathbf{n}_{\Phi_d}, \mathbf{v}_{\Phi_d}$) – хотениями \mathbf{n}_{Φ_d} и побуждениями \mathbf{v}_{Φ_d} .

Разделим множество субъектных S- и D-акторов по принципу первичного фрактального ноуменного (рис. 10–33) обрамления акторов на следующие семь классов:

1. Люди, их группа или коллектив Φ^* с их конкурирующими социально-психологическими стремлениями ($\mathbf{v}_{\Phi_s}, \mathbf{n}_{\Phi_s}$) и намерениями ($\mathbf{n}_{\Phi_d}, \mathbf{v}_{\Phi_d}$), а также микросоциальными, системными: групповыми, коллективными – интересами \mathbf{v}_{Φ} и потребностями \mathbf{n}_{Φ} .

2. Юридические лица – предприятия Ю_* любой фрактальной масштабности с их конкурирующими микросоциальными: коллективными, корпоративными – ресурсами $\text{Ю}_{**} \subset \text{Ю}_*$ интересов $\mathbf{v}_{\text{Ю}}$ и стремлений: желаний $\mathbf{v}_{\text{Ю}_s}$, надежд $\mathbf{n}_{\text{Ю}_s}$, – а также потребностей $\mathbf{n}_{\text{Ю}}$ и намерений: хотений $\mathbf{n}_{\text{Ю}_d}$, побуждений $\mathbf{v}_{\text{Ю}_d}$. Характеристики субъектности: стремления и намерения, интересы и потребности – технологических ресурсов предприятия заложены людьми в документацию на эти ресурсы или в их предназначение.

3. Множество государственных организаций $\Gamma_{**} \subset \Gamma_*$ и сами государства $\Gamma_* \subset \Gamma^*$ с их государственными микро-, мезо- и макросоциальными ресурсами $\Gamma_{**} \subset \Gamma_* \subset \Gamma^*$ стремлений ($\mathbf{v}_{\Gamma_s}, \mathbf{n}_{\Gamma_s}$) и намерений ($\mathbf{n}_{\Gamma_d}, \mathbf{v}_{\Gamma_d}$), интересов \mathbf{v}_{Γ} и потребностей \mathbf{n}_{Γ} .

4. Триада рынков: рынки B_s стремлений ($\mathbf{v}_{B_s}, \mathbf{n}_{B_s}$) к снабжению, предложению и сбыту; рынки B_d намерений ($\mathbf{n}_{B_d}, \mathbf{v}_{B_d}$) спроса; рынки B_v намерений и/или стремлений ($\mathbf{v}_{B_v}, \mathbf{n}_{B_v}$) кредитования и страхования снабжения, спроса и потребления – с их мезо-, макро- или мега-социальными отраслевыми ресурсами интересов \mathbf{v}_B и потребностей \mathbf{n}_B .

5. Социумы C_* с их микро- или мезосоциальными: локальными, этническими, национальными – ресурсами $C_{**} \subset C_*$ и глобальный Социум C^* с его макро- и/или мегасоциальными ресурсами $C_* \subset C^*$ «корзин» стремлений ($\mathbf{v}_{C_s}, \mathbf{n}_{C_s}$) и намерений ($\mathbf{n}_{C_d}, \mathbf{v}_{C_d}$), интересов \mathbf{v}_C и потребностей \mathbf{n}_C развития, взаимопомощи, безопасности и т.д.

6. Природная среда $\Pi_* \subset \Pi^*$ с ее микро- и мезосоциальными кластерными ресурсами $\Pi_{**} \subset \Pi_*$ и Природа Π^* с ее макро- и мегасоциальными кластерными и сетевыми ресурсами $\Pi_* \subset \Pi^*$ естественных стремлений ($\mathbf{v}_{\Pi_s}, \mathbf{n}_{\Pi_s}$) и намерений ($\mathbf{n}_{\Pi_d}, \mathbf{v}_{\Pi_d}$), интересов \mathbf{v}_{Π} и потребностей \mathbf{n}_{Π} . Цепные, кластерные и сетевые стремления и намерения компонент Природы заложены в законах ее функционирования. Наиболее ярким примером являются суточные и сезонные отношения, вполне относимые к классу их субъектности, например зимой природа стремится к весне и т.д.

7. Размытые, как правило, скрытые от коллектива предприятия и/или общественности, начала $\mathbf{0}_* \subset \mathbf{0}^* = \{\mathbf{0}, \mathbf{0}_\Phi, \mathbf{0}_{Ю}, \mathbf{0}_\Gamma, \mathbf{0}_Б, \mathbf{0}_С, \mathbf{0}_\Pi\}$ отсчета социально-психологических ($\mathbf{v}_s, \mathbf{n}_s$) и социальных (\mathbf{v}, \mathbf{n}) координат, формирующие социально-психологический и S-D- или D-S-социальный климат: бюрократизацию, взяточничество, коррупцию, нежелание, нехотение, неприязнь и т.д., – влияющий на интегрированное, разделяющее или разностное предпринимательское сознание или креативность, определения которых даны [3].

Первые три класса субъектных S- и D-акторов: физические лица; юридические лица; государственные организации, в том числе и государства, – являются правоопределенными субъектами хозяйствования, субъектами с определенными правосубъектностью и правосознанием: правомочиями желаний и хотений, правообязанностями надежд и побуждений, правонарушениями, – хотя и недостаточно обусловленными действующим законодательством.

Последние четыре класса субъектных S- и D-акторов: триада рынков снабжения, сбыта, кредитования и страхования; социумы; природа; социальный климат – также являются субъектами хозяйствования, но правопределенными субъектами с неопределенными или статистическими правосубъектностью и правосознанием [3].

Каждый из субъектных S- и D-акторов $\{0_*, \Phi_*, Ю_*, \Gamma_{**}, Б_*, С_*, \Pi_{**}\}$ и их любые подмножества из множества $M^* = \{0^*, \Phi^*, Ю^*, \Gamma^*, Б^*, С^*, \Pi^*\}$ могут быть представлены в соответствующих состояниях звеньями – субъектными фракталами – или их социальными цепями, подсистемами или подкластерами, что наглядно показано в [3] и последующих статьях вестника в сравнении с объектными акторами (рис. 10–33).

Формирователи и согласователи степеней социально-психологической и социальной свобод – это компоненты каждого из семи гомогенных классов (социо- и правообразующих фаз) социального мира $M^* = \{0^*, \Phi^*, Ю^*, \Gamma^*, Б^*, С^*, \Pi^*\}$ участников, субъектных S- и D-акторов социально-психологического и социального движения или процесса изменения их желаний \mathbf{v}_s и надежд \mathbf{n}_s , хотений \mathbf{n}_d и побуждений \mathbf{v}_d : люди Φ_* , предприятия $Ю_*$, государственные организации Γ_{**} и государства Γ_* , рынки $Б_*$, социумы $С_*$, природные факторы Π_{**} , факторы 0_{**} социально-психологического климата.

Степени социально-психологической или социальной свободы – это характеристики пределов изменений субъектных переменных состояния или концептов (степеней свободы субъектного состояния) и/или параметров или конструктов (степеней субъектной параметрической свободы), соответствующие социально-психологическим группам (социальным фазам) той или иной подсистемы, находящейся в состоянии условного равновесия. Методоло-

гически симметрично естественно-научным понятиям, степени субъектных свобод могут быть поступательными, колебательными и вращательными.

Со стороны субъектной S-подсистемы семи группам субъектных акторов поставим в соответствие парциальные S-аксиологические (ценностные, телеологические, субъектные мотивационные) s_{*v} и S-поведенческие (этологические, субъектные технологические) s_{*n} величины, показанные на рис. 6, 7,

$$s_v = s_{0v} + s_{\Phi v} + s_{\text{Ю}v} + s_{\Gamma v} + s_{Bv} + s_{Cv} + s_{\text{П}v} = \sum s_{*v} = \sum p_{*v} n_s,$$

$$s_n = s_{0n} + s_{\Phi n} + s_{\text{Ю}n} + s_{\Gamma n} + s_{Bn} + s_{Cn} + s_{\text{П}n} = (\sum 1/p_{*n}) v_s$$

S-желаний s_v и S-надежд s_n в S-стремлениях (s_v, n_s) или (v_s, s_n) любого S-звена в таких интервалах, при которых число социально-психологических фаз $M^* = \{0^*, \Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*, B^*, C^*, \text{П}^*\}$ остается заданным.

Исходя из затратной аддитивной декомпозиции $s_v = \sum s_{*v} = \sum p_{*v} n_s = p_{sv} n_s$ желания s_v денег S-звеном или S-подсистемой (рис. 2,в), каждой степени s_{*v} стоимостной свободы соответствует долевая субъектная стоимостная цена p_{*v} (субъектный параметр) в общей цене $p_{sv} = \sum p_{*v}$ надежды n_s произвести и поставить D-подсистеме продукт n_s .

Исходя из продуктовой аддитивной декомпозиции $s_n = \sum s_{*n} = (\sum 1/p_{*n}) v_s$ надежды s_n S-звена или S-подсистемы произвести продукт (рис. 2,в), каждой степени s_{*n} продуктовой свободы соответствует долевая субъектная продуктовая цена $1/p_{*n}$ в общей продуктовой цене $1/p_{sn} = \sum 1/p_{*n}$ желания v_s денег S-подсистемой от D-подсистемы.

В вышеизложенных S-закономерностях состоит сущность двойственного: основного стоимостного $s_{*v} = p_{*v} n_s$ и комплементарного продуктового $s_{*n} = 1/p_{*n} \cdot v_s$ – влияния каждой степени s_{*v}, s_{*n} социально-психологической S-свободы на внутренние величины желания v_s и надежды n_s в двухмерном стремлении (v_s, n_s) S-подсистемы.

Все парциальные степени свободы: желания s_{*v} и надежды s_{*n} – связаны и проявляются в стремлении (v_s, n_s) выходного S-звена S-подсистемы и затем в системных (v, n) финансовых интересах v и материальных потребностях n в целом.

В случае выхода за пределы рыночных, заданных или допустимых степеней социально-психологических и социальных свобод, для субъектного S-звена возможны, например, следующие ситуации: существенно нарушается социально-психологический климат 0_* ; существует низкое или чрезмерное стремление людей Φ_* ; снижается конкурентоспособность юридического лица Ю_* , оно уходит в теневую социальную область от общественных и государственных организаций Γ_{**} или смещается в другое государство; теряется рынок B_* ; стремление становится неприемлемым для социума C_* ; субъектные акторы паникуют при экстремальных воздействиях природных факторов П_{**} .

Аналогичные закономерности существуют и для субъектных D-акторов в D-подсистеме. В составе D-подсистемы семи группам субъектных акторов поставим в соответствие парциальные D-аксиологические (субъектные мотивационные) d_{*n} и D-поведенческие (этологические, субъектные технологические) d_{*v} величины (рис. 6, 7)

$$d_n = d_{0n} + d_{\Phi n} + d_{\text{Ю}n} + d_{\Gamma n} + d_{Bn} + d_{Cn} + d_{\text{П}n} = (\sum 1/p_{*n}) v_d,$$

$$d_v = d_{0v} + d_{\Phi v} + d_{\text{Ю}v} + d_{\Gamma v} + d_{Bv} + d_{Cv} + d_{\text{П}v} = \sum d_{*v} = \sum p_{*v} n_d$$

субъектных D-нехотений \mathbf{d}_n продукта \mathbf{n}_d и D-непобуждений \mathbf{d}_v оплатить стоимость \mathbf{v}_d продукта \mathbf{n}_d в D-ненамерениях $(\mathbf{d}_n, \mathbf{v}_d)$ или $(\mathbf{n}_d, \mathbf{d}_v)$ любой D-ветви в таких интервалах, при которых число социально-психологических фаз $M^* = \{0^*, \Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*, \text{Б}^*, \text{С}^*, \text{П}^*\}$ остается заданным. Свобода правоопределенных субъектных нехотений и непобуждений относится к главному свойству субъектных рыночных S-D-отношений.

Исходя из продуктовой аддитивной декомпозиции $\mathbf{d}_n = \sum \mathbf{d}_{*n} = (\sum 1/p_{*n}) \mathbf{v}_d$ нехотения \mathbf{d}_n D-звена или D-подсистемы покупать продукт (рис. 2,г), каждой степени \mathbf{d}_{*n} продуктовой свободы соответствует долевая субъектная продуктовая нецелесообразность $1/p_{*n}$ в общей продуктовой нецелесообразности $1/p_{dn} = \sum 1/p_{*n}$ побуждения \mathbf{v}_d платить деньги D-подсистемой S-подсистеме.

Исходя из стоимостной аддитивной декомпозиции $\mathbf{d}_v = \sum \mathbf{d}_{*v} = \sum p_{*v} \mathbf{n}_d = p_{dv} \mathbf{n}_d$ непобуждения \mathbf{d}_v D-подсистемы (рис. 2 г) платить деньги, каждой степени \mathbf{d}_{*v} стоимостной свободы соответствует долевая субъектная стоимостная нецелесообразность p_{*v} (субъектный D-параметр) в общей нецелесообразности $p_{dv} = \sum p_{*v}$ хотения \mathbf{n}_d спрашивать, получать и потреблять поставляемый S-подсистемой продукт \mathbf{n}_d по его стоимости $\mathbf{v}_d = p \mathbf{n}_d$ и цене p .

В вышеизложенных D-закономерностях состоит сущность – закономерности и их взаимосвязи – двойственного: основного продуктового $\mathbf{d}_{*n} = 1/p_{*n} \cdot \mathbf{v}_d$ и комплементарного стоимостного $\mathbf{d}_{*v} = p_{*v} \mathbf{n}_d$ – влияния каждой степени \mathbf{d}_{*v} , \mathbf{d}_{*n} социально-психологической D-свободы на внутренние величины хотения \mathbf{n}_d и побуждения \mathbf{v}_d в двухмерном намерении $(\mathbf{n}_d, \mathbf{v}_d)$ D-подсистемы.

Все парциальные степени D-свободы: нехотения \mathbf{d}_{*n} и непобуждения \mathbf{d}_{*v} – связаны и проявляются в намерении $(\mathbf{n}_d, \mathbf{v}_d)$ входного D-звена D-подсистемы и затем в системных (\mathbf{n}, \mathbf{v}) материальных потребностях \mathbf{n} и финансовых интересах \mathbf{v} в целом. Смысл, содержание и сущность стоимостных $p = v_n / 1_n$ и продуктовых $1/p = n_v / 1_v$ цен (переменных состояния) и ценностей (характеристик свойств, параметров) достаточно подробно раскрыты в [3].

Исходя из вышеизложенного, приведем в качестве примера определение управления в социально-психологической S-подсистеме. Субъектный S-менеджмент – это компетентная управленческая часть из подмножества $\{0^*, \Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*\}$ всех социально-психологических и социальных ресурсов, обладающая свойством правосубъектности, которая задает управленческие воздействия на множество $M^* = \{0^*, \Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*, \text{Б}^*, \text{С}^*, \text{П}^*\}$ S-формирователей и S-D-согласователей степеней социальной свободы подсистемы или ее звена с целью обеспечить необходимые социально-психологические и социальные компетентность, эффективность, лояльность субъектных S-акторов в социальной и экономической системе или ее S-звене. Субъектный S-маркетинг – это компетентная управленческая часть из подмножества $\{0^*, \Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*\}$ всех социально-психологических и социальных ресурсов, обладающая свойством правосубъектности, которая формирует и задает управленческие воздействия на множество $M^* = \{0^*, \Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*, \text{Б}^*, \text{С}^*, \text{П}^*\}$ D-формирователей и D-S-согласователей степеней социальной свободы D-подсистемы или ее D-звеньев с целью обеспечить необходимые социально-психологические и социальные компетентность, эффективность, лояльность субъектных D-акторов: покупателей, получателей, потребителей – в социальной и экономической системе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Совершенствование механизмов управления в региональной экономике: матер. Всерос. науч. конф. 25-27 февраля 1999 г. Пенза: Изд-во Приволжск. Дома знаний, 1999. 100 с.
2. Основы конструктивизма в аналитическом менеджменте: матер. Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. Ил.В. Кнышева. Пенза, 2001. 106 с.
3. Кнышев Ил.В. Философские основания управления в социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2009. 354 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.10.2009, № 649-B2009.

Большаков Александр Афанасьевич –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

Ж.П. Бурдонова, О.Е. Кузнециков

СОЦИАЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЕ И ПРОЦЕСС В КЛАСТЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ КОРПОРАЦИИ

Рассмотрены современные понятия и предложены определения социального движения его первичных носителей: финансовых интересов и материальных потребностей, – а также социального процесса их изменения в кластерной промышленной корпорации.

Социономика, экономика, движение, процесс, кластер

Z.P. Burdonova, O.E. Kuznechikov

SOCIAL MOVEMENT AND PROCESS IN CLUSTER INDUSTRIAL CORPORATION

Modern concepts are considered and definitions of social movement of its primary carriers: financial interests and material requirements, – and also social process of their change in cluster industrial corporation are offered.

Socionomics, economics, movement, process, cluster

Социальное движение – это встречное движение и хорологическое – в ветвящемся кластерном географическом и рыночном пространствах субъектных акторов – преобразование интересов и потребностей. Приведем расширенное его определение, следуя методологии управления в кластерных социальных и экономических системах, предложенной и разрабатываемой с 2001 года [1] авторами [2, 3].

Социальное S-D-движение – это всегда хорологическое и системное – с субъектными прямыми и обратными связями – движение $\{v_*(r_*, t), n_*(r_*, t)\}$ его социальных, также сис-

темных: сопряженных прямых и обратных – первичных носителей: S-D-основных – интересов $\mathbf{v}_*(r_*, t)$, обычно финансовых; S-D-комплементарных – потребностей $\mathbf{n}_*(r_*, t)$, в том числе материальных. Социальное S-D-движение осуществляется в непрерывном физическом $\mathbf{r} \subset \mathbf{R}$ и/или дискретном социальном (по статусам собственности, подчиненности и т.д.) пространстве $\mathbf{r}_* \subset \mathbf{R}^* \subset \mathbf{R}$ и едином для всех субъектов $M_* \subset \{M_s, M_d\}$ S-D- и S_* -D-хозяйствования непрерывном физическом \mathbf{t} и/или дискретном (по срокам) $\mathbf{t}_* \subset \mathbf{t}^* \subset \mathbf{t}$ социальном времени.

Социальное движение включает формирование (в S-D- и S_* -D-сознании, S-D-когниталитете [3] и социальном S-D-планировании) и согласование (в субъектной, социальной S-D-реальности) хорологически распределенных двумерных основных $\mathbf{v}_*(\mathbf{n}_*)$ – в случае S-лидера – или транспонированных $\mathbf{n}_*(\mathbf{v}_*)$ (в случае D-лидера) характеристик носителей социального движения. Формирователями и согласователями (а не носителями, как это считается в экономической теории) таких характеристик являются социально взаимосвязанные субъектные S-D-акторы $M_* \subset M^* = \{0^*, \Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*, \text{Б}^*, \text{С}^*, \text{П}^*\}$ социального $M_s = \{\Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*, \text{Б}^*, \text{С}^*\}$ и делового $M^* = \{0^*, M_s, \text{П}^*\}$ миров. Классификация и обозначения субъектных акторов приведены в предшествующей статье А.А. Большакова.

Сопряженное социальное и экономическое S-D-движение – это формирование, согласование, преобразование и продвижение сопряженных дуальных: субъектных и объектных – пар носителей (их тетрады) и их характеристик в пространственно ветвящемся, хорологическом S-D-направлении «экология – ресурсы – преобразование – производство – распределение – обмен – потребление – сервис – отходы – экология» от цепного или кластерного (мультилигандного [3]) S-D-стремления и экономического предложения множества S-D-производителей к кластерному (мультилигандному) S_* -D-намерению и экономическому спросу интегрированного и/или индивидуальных S_* -D-потребителей.

Основное S-D-направление – это этиологически ориентированное, противоположное D-S-направлению, прямое направление движения основных, первичных, субъектных, системных носителей: S-D-интересов \mathbf{v}_* как хорологически (продольно в цепном ветвящемся, кластерном пространстве \mathbf{R}^*) сопряженных $\mathbf{v}_{s_*} = \mathbf{v}_* = \mathbf{v}_{d_*}$ S-желаний \mathbf{v}_{s_*} D-ценностей и D-побуждений \mathbf{v}_{d_*} удовлетворить S-желания – в социальном, ветвящемся в дуальном пространстве \mathbf{R}^* , S-D-движении поперечно сопряженных, системных финансовых интересов \mathbf{v}_* и материальных потребностей \mathbf{n}_* (рис. 1, 2).

Комплементарное основному D-S-направлению – это этиологически ориентированное, обратное, встречное S-D-направлению, направление движения комплементарных (дополняющих основные S-D-носители), первичных, субъектных, системных носителей: D-S-потребностей \mathbf{n}_* как хорологически сопряженных $\mathbf{n}_{d_*} = \mathbf{n}_* = \mathbf{n}_{s_*}$ D-хотений \mathbf{n}_{d_*} S-благ и S-надежд \mathbf{n}_{s_*} удовлетворить D-хотения – в социальном S-D-движении системных финансовых интересов \mathbf{v}_* и материальных потребностей \mathbf{n}_* (рис. 1, 2).

В отличие от прямого социального и экономического S-D-движения, обратное социальное и экономическое D-S-движение – это транспонированное в D-S-направление: от D-производителя к D-S-потребителю – дуальное S-D-движение системных носителей: материальных потребностей и финансовых интересов, денег и товаров.

Социальный процесс – это встречное хронологическое – в кластерном пространстве времени t и изменяющихся состояний субъектного актора – изменение потребностей, в т.ч. новационных, и интересов, в т.ч. инвестиционных. Приведем расширенное его определение, следуя методологии [2, 3].

Социальный D-S-процесс – это всегда хронологическое и системное – с субъектными прямыми и обратными связями – изменение $\{n_*(t_*, r), v_*(t_*, r)\}$ его социальных, также системных: сопряженных прямых и обратных – первичных носителей: D-S-основных – потребностей $n_*(t_*, r)$, в том числе материальных и новационных; D-S-комплементарных – интересов $v_*(t_*, r)$, обычно финансовых или инвестиционных. Социальный D-S-процесс осуществляется в непрерывном физическом t и/или дискретном t_* социальном (по срокам изменения характеристик собственности, конкурентоспособности, компетентности и т.д.) времени $t_* \subset t^* \subset t$ и едином для всех социально-психологических состояний субъекта $M_* \subset \{M_s, M_d\}$ D-S- и D-S-хозяйствования непрерывном физическом r и/или дискретном $r_* \subset R^* \subset R$ социальном пространстве.

Социальный процесс включает формирование (в D-S- и D-S-сознании, D-S-когниталитете [3] и социальном D-S-планировании) и согласование (в субъектной, социальной D-S-реальности) хронологически распределенных двухмерных основных $n_*(v_*)$ – в случае D-лидера – или транспонированных $v_*(n_*)$ (в случае S-лидера) характеристик носителей процесса. Формирователями и согласователями (а не носителями, как это считается в экономической теории) таких характеристик являются социально взаимосвязанные субъектные D-S-акторы $M_* \subset M^* = \{0^*, \Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*, \text{Б}^*, \text{С}^*, \text{П}^*\}$ социального (S – social) $M_s = \{\Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*, \text{Б}^*, \text{С}^*\}$ и делового $M^* = \{0^*, M_s, \text{П}^*\}$ миров.

Сопряженный социальный и экономический D-S-процесс – это формирование, согласование, преобразование, создание и реализация сопряженных дуальных: субъектных и объектных – и двойственных пар носителей (их тетрад) и их характеристик в ветвящемся, кластерном хронологическом D-S-направлении «D-S-прошлое – D-S-настоящее – D-S-будущее» от цепного ветвящегося или кластерного (мультилигандного [3]) D-S-намерения и экономического спроса интегрированного и/или индивидуальных D-S-потребителей изменений к кластерному (мультилигандному) D-S-стремлению и экономическому предложению множества D-S-производителей изменений, в том числе инновационных.

Примерами естественных хронологических кластеров, как правило, открытых во внешний мир, является большинство растений – «фонтанов» времени в едином, но изменяющемся их пространстве. Большинство животных также является хронологическими кластерами, почти всегда пространственно закрытыми от внешнего мира и направленными внутрь организма; это внутренние «фонтаны» времени в едином пространстве их организмов. Все живые организмы имеют собственные, изменяющиеся во времени, стремления и намерения, интересы и потребности [2, 3].

Основное D-S-направление – это этиологически ориентированное, противоположное S-D-направлению, прямое направление движения основных, первичных, субъектных, системных носителей: D-S-потребностей n_* как хронологически (продольно в прямом направлении «прошлое – настоящее – будущее» времени t ; следуя философской терминологии, это «прямая стрела» времени) сопряженных $n_{d_*} = n_* = n_{s_*}$ D-хотений n_{d_*} S-благ или новаций и S-

надежд \mathbf{n}_{s*} удовлетворить D-хотения – в социальном D-S-процессе изменения системных материальных потребностей \mathbf{n}_* и финансовых, инвестиционных интересов \mathbf{v}_* .

Комплементарное основному S-D-направлению в D-S-процессе – это этиологически ориентированное, обратное, встречное D-S-направлению, направление движения комплементарных (дополняющих основные D-S-носители), первичных, субъектных, системных носителей: S-D-интересов \mathbf{v}_* как хронологически (продольно в обратном «будущее – настоящее – прошлое» времени t ; это «обратная стрела» времени) сопряженных $\mathbf{v}_{s*} = \mathbf{v}_* = \mathbf{v}_{d*}$ S-желаний \mathbf{v}_{s*} D-ценностей и D-побуждений \mathbf{v}_{d*} удовлетворить S-желания – в социальном, цепном ветвящемся или кластерном дуальном пространстве \mathbf{R}^* , S-D-движении поперечно сопряженных, системных финансовых интересов \mathbf{v}_* и материальных потребностей \mathbf{n}_* .

В отличие от прямого D-S-процесса, обратный социальный и экономический S-D-процесс – это транспонированный в S-D-направление: от S_* -D-производителя к S-D_{*}-потребителю – дуальный S-D-процесс изменения системных носителей: основных – финансовых интересов; комплементарных – материальных потребностей; основных объектных – товарных, инновационных; комплементарных объектных – денежных, инвестиционных. В вышеизложенном состоит смысл, содержание, сущность и различия социальных S-D- и D-S-движений в пространстве и едином времени, D-S- и S-D-процессов во времени и едином пространстве.

Социальная S-D- или D-S-система социального S-D-движения финансовых интересов \mathbf{v} и материальных потребностей \mathbf{n} или D-S-процесса их изменения – это модельное: вербальное, алгоритмическое, алгебраическое, геометрическое, структурное, системное – номенологическое отображение посредством идентифицированных, этиологически ориентированных, прямых и обратных субъектных структурных связей: управленческих концептов, воздействий и управляемых концептов, переменных состояния – и звеньев, идентифицированных субъектными параметрами – конструктами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы конструктивизма в аналитическом менеджменте: матер. Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. Ил.В. Кнышева. Пенза, 2001. 106 с.
2. Кнышев Ил.В. Методологические основы управления в кластерных социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2009. 288 с. Деп. в ВИНТИ РАН 21.11.2009, № 812-B2009.
3. Кнышев Ил.В. Философские основания управления в социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2009. 354 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.10.2009, № 649-B2009.

Бурдонова Жанна Павловна –
соискатель Саратовского государственного технического университета

Кузнечиков Олег Евгеньевич –
соискатель Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

А.А. Большаков, Р.С. Соболев

**ОБЪЕКТНЫЕ АКТОРЫ И СТЕПЕНИ ИХ СВОБОДЫ
В КЛАСТЕРНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Приведена классификация объектных акторов в экономическом движении его первичных носителей – товаров и денег. Расширены понятия и рассмотрена сущность экономико-психологических степеней свободы объектных акторов в кластерных социальных и экономических системах.

Экономика, управление, актор, система, кластер

A.A. Bolshakov, R.S. Sobolev

**OBJECT ACTORS AND DEGREES OF THEIR FREEDOM IN THE
CLUSTER SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS**

Classification of object actors in economic movement of its primary carriers – the goods and money – is resulted. Concepts are expanded and the essence of economic-psychological degrees of freedom of object actors in cluster social and economic systems is considered.

Economics, management, actor, system, cluster

Содержательные понятия социально- и экономико-психологической, социальной и экономической степеней свободы в их алгоритмической сущности практически никогда не рассматривались в экономической теории. В то же время в алгоритмизации естественных наук такая терминология давно установилась и является базовой. Понятийно-категориальную базу, связанную с объектными акторами и степенями их экономико-психологических свобод, также, как и для субъектных акторов, будем считать фундаментальной, поскольку объектный человеческий фактор, его состояния и свойства являются главными структурными и системообразующими характеристиками экономико-психологического управления в кластерных социальных и экономических системах [1, 2].

Следуя принципам методологической симметрии и методам вербальной автокомпиляции [3] применительно к субъектным и объектным акторам, введем типовые обозначения объектных акторов как формирователей, согласователей и преобразователей основных составляющих экономической: технологической, деятельностной или объектной этологической (поведенческой) и мотивационной, объектной аксиологической – свободы, в первую очередь, для упорядоченного фрактального (в последующих статьях вестника и рис. 10-33) структурирования хронологических и хронологических экономического предложения S (supply) и экономического спроса D (demand) соответствующих хозяйствующих субъектов M_s , M_d . При этом будем отмечать масштабность объектных отношений: нано-, микро-, мезо-, макро- и мегаэкономические отношения. Впервые идеи классификации субъектных и объектных акторов, их степеней социально- и экономико-психологических, экономических, социальных, правовых и юридических свобод предложены И.В. Кнышевым в 1999 году [1, 2].

Объектные S- и D-акторы – это участники, пассивные и активные компоненты $M_* \subset \{M_s, M_d\}$ хозяйствующих субъектов M_s и M_d , находящихся в следующих состояниях (рис. 1, 2): экономико-психологических ожиданий предложения (n_s, v_s) и спроса (v_d, n_d) ; экономического S-D-движения, S-D-товарного n и D-S-денежного v ; экономического D-S-процесса изменения инвестиционных интересов v и инновационных потребностей n .

Основным объектным, определяющим товарное и денежное движение, актором является человек Φ_* – физическое лицо; первичный социально-экономический квант с его объектными, наноэкономическими (исключая олигархию) ресурсами $\Phi_{**} \subset \Phi_*$: предложения (n_{Φ_s}, v_{Φ_s}) труда и спроса (v_{Φ_d}, n_{Φ_d}) его стоимостных эквивалентов, используемых для жизнеобеспечения человека. Без человека не существует денежного движения и экономики.

Разделим множество объектных S- и D-акторов по принципу фрактального феноменного обрамления (рис. 10-33) акторов на следующие семь главных классов:

1. Люди, их группа или коллектив Φ^* предприятия с их конкурирующими микроэкономическими предложением (n_{Φ_s}, v_{Φ_s}) и спросом (v_{Φ_d}, n_{Φ_d}) товаров, услуг, работ, товарным n_Φ и денежным v_Φ движением.

2. Юридические лица – предприятия $Ю_*$ любой фрактальной масштабности (основных и оборотных средств) с их собственными конкурирующими микроэкономическими ресурсами $Ю_{**} \subset Ю_*$ предложения $(n_{Ю_s}, v_{Ю_s})$ и спроса $(v_{Ю_d}, n_{Ю_d})$, товарным $n_{Ю}$ и денежным $v_{Ю}$ движением. Предложение и спрос технологических и финансовых ресурсов предприятия заложены людьми в документацию на эти ресурсы или в их предназначение.

3. Государственные организации $\Gamma_{**} \subset \Gamma_*$ и сами государства $\Gamma_* \subset \Gamma^*$ с их государственными микро-, мезо- и макроэкономическими ресурсами $\Gamma_*^* \subset \Gamma_* \subset \Gamma^*$ внутренних и внешних экономических предложения $(n_{\Gamma_s}, v_{\Gamma_s})$ и спроса $(v_{\Gamma_d}, n_{\Gamma_d})$, товарного n_Γ и денежного v_Γ движения.

4. Основная триада рынков: рынки B_s предложения (n_{B_s}, v_{B_s}) , снабжения и сбыта; рынки B_d спроса (v_{B_d}, n_{B_d}) , потребления; рынки B_v кредитования (v_{B_v}, n_{B_v}) и страхования спроса и потребления – с их корпоративными или отраслевыми мезо-, макро- или мегаэкономическими ресурсами товарного n_B и денежного v_B движения.

5. Социумы C_* с их микро- или мезоэкономическими социально-экономическими ресурсами $C_{**} \subset C_*$ и глобальный Социум C^* с его макро- и/или мегаэкономическими ресурсами $C_*^* \subset C^*$ «корзин» предложения (n_{C_s}, v_{C_s}) и спроса (v_{C_d}, n_{C_d}) , товарного n_C и денежного v_C движения.

6. Природная среда $\Pi_* \subset \Pi^*$ с ее микро- и мезоэкономическими локальными ресурсами $\Pi_{**} \subset \Pi_*$ и Природа Π^* с ее макро- и мегаэкономическими глобальными ресурсами $\Pi_*^* \subset \Pi^*$ естественных предложения (n_{Π_s}, v_{Π_s}) и спроса (v_{Π_d}, n_{Π_d}) , товарного n_Π и денежного v_Π движения. Цепные, кластерные и сетевые предложение и спрос компонент Природы заложены в законах ее функционирования и взаимодействия с технологической цивилизацией. Наиболее ярким примером являются суточные отношения, вполне относимые к классу их объектности, например смена дня и ночи, погода и т.д. Естественные свойства субъектности

и объектности компонент Природы вызывают у ортодоксальных экономистов негативные отношения и неприятие такой терминологии в дуальной алгоритмизации субъектных и объектных отношений.

7. Размытые, скрытые, в первую очередь, от налогообложения, начала $\mathbf{0}_* \subset \mathbf{0}^* = \{\mathbf{0}, \mathbf{0}_\Phi, \mathbf{0}_{Ю}, \mathbf{0}_\Gamma, \mathbf{0}_Б, \mathbf{0}_С, \mathbf{0}_\Pi\}$ отсчета экономико-психологических $(\mathbf{n}_s, \mathbf{v}_s)$, $(\mathbf{v}_d, \mathbf{n}_d)$ и экономических (\mathbf{n}, \mathbf{v}) координат, формирующие экономико-психологический и S-D- или D-S-экономический климат, влияющий на интегрированное, разделяющее или разностное предпринимательское мышление или креативность, определения которых даны в работе [3].

Первые три класса объектных акторов: физические лица, юридические лица, государственные организации и сами государства – являются юридически определенными хозяйствующими субъектами, объектами с определенными юрисобъектностью или юридическим мышлением (юрисмышлением): юридическими обязанностями, требованиями S-поставки товара и его D-оплаты, – обусловленных действующим законодательством. Последние четыре класса объектных акторов: рынки снабжения и сбыта, кредитования и страхования; социумы; природа; экономический климат – являются юридически неопределенными хозяйствующими субъектами, объектами с неопределенными правосубъектностью, юридическим мышлением и статистическим юрисменталитетом [3].

Каждый из объектных акторов $M_* \subset \{0_*, \Phi_*, Ю_*, \Gamma_{**}, Б_*, С_*, \Pi_{**}\}$ и их любые подмножества из множества $M^* = \{0^*, \Phi^*, Ю^*, \Gamma^*, Б^*, С^*, \Pi^*\}$ могут быть представлены в соответствующих состояниях звеньями – объектными фракталами – или их экономическими цепями, подсистемами или подкластерами, как показано на рис. 10–33 в сравнении с субъектными акторами и фракталами.

Формирователи и преобразователи степеней экономико-психологической и экономической свобод – это компоненты каждого из семи гомогенных объектных классов (экономико- и юридиобразующих фаз) экономического мира $M^* = \{0^*, \Phi^*, Ю^*, \Gamma^*, Б^*, С^*, \Pi^*\}$ участников – объектных акторов – экономико-психологического движения или процесса изменения их предложения $(\mathbf{n}_s, \mathbf{v}_s)$ или спроса $(\mathbf{v}_d, \mathbf{n}_d)$: люди Φ_* , предприятия $Ю_*$, государственные организации Γ_{**} и государства Γ_* , рынки $Б_*$, социумы $С_*$, природные факторы Π_{**} , факторы 0_{**} экономико-психологического климата.

Степени экономико-психологической или экономической свободы – это характеристики пределов изменений объектных переменных состояния или концептов (степени свободы объектного состояния) и/или параметры или конструкты (степени объектной параметрической свободы), соответствующие экономико-психологическим группам (экономическим фазам) той или иной подсистемы, находящейся в состоянии условного равновесия. Методологически симметрично естественно-научным понятиям, степени объектных свобод могут быть поступательными, колебательными и вращательными.

Со стороны объектной S-подсистемы семи группам объектных акторов поставим в соответствие парциальные технологические, объектные этологические (поведенческие), деятельностные \mathbf{s}_{*n} или мотивационные, объектные аксиологические \mathbf{s}_{*v} величины

$$\mathbf{s}_n = \mathbf{s}_{0n} + \mathbf{s}_{\Phi n} + \mathbf{s}_{Юn} + \mathbf{s}_{\Gamma n} + \mathbf{s}_{Бn} + \mathbf{s}_{Сn} + \mathbf{s}_{\Pi n} = \sum 1/p_{*n} \mathbf{v}_s,$$

$$\mathbf{s}_v = \mathbf{s}_{0v} + \mathbf{s}_{\Phi v} + \mathbf{s}_{Юv} + \mathbf{s}_{\Gamma v} + \mathbf{s}_{Бv} + \mathbf{s}_{Сv} + \mathbf{s}_{\Pi v} = \sum p_{*v} \mathbf{n}_s$$

характеристик товарного \mathbf{s}_{*n} и денежного \mathbf{s}_{*v} движения в любом S-звене или любой S-подсистеме в таких интервалах, при которых число экономико-психологических фаз $M^* = \{0^*, \Phi^*, Ю^*, \Gamma^*, Б^*, С^*, \Pi^*\}$ остается заданным.

Исходя из товарной аддитивной декомпозиции $\mathbf{s}_n = \sum \mathbf{s}_{*n} = (\sum 1/p_{*n}) \mathbf{v}_s$ товарного движения \mathbf{s}_n в S-звене или S-подсистеме (рис. 2 а), каждой степени \mathbf{s}_{*n} товарной свободы соответствует долевая объектная товарная цена $1/p_{*n}$ в общей товарной цене $1/p_{sn} = \sum 1/p_{*n}$ денежного движения \mathbf{v}_s в S-подсистему от D-подсистемы.

Исходя из денежной аддитивной декомпозиции $\mathbf{s}_v = \sum \mathbf{s}_{*v} = \sum p_{*v} \mathbf{n}_s = p_{sv} \mathbf{n}_s$ получения денег \mathbf{s}_v S-звеном или S-подсистемой (рис. 2 в), каждой степени \mathbf{s}_{*v} денежной свободы соответствует долевая объектная стоимостная цена p_{*v} (объектный параметр) в общей цене $p_{sv} = \sum p_{*v}$ произведенного товара \mathbf{n}_s и поставленного S-подсистемой D-подсистеме.

В вышеизложенных объектных S-закономерностях состоит сущность двойственного: основного товарного $\mathbf{s}_{*n} = 1/p_{*n} \cdot \mathbf{v}_s$ и комплементарного денежного $\mathbf{s}_{*v} = p_{*v} \mathbf{n}_s$ – влияния каждой степени \mathbf{s}_{*n} , \mathbf{s}_{*v} экономико-психологической S-свободы на внутренние величины товарного \mathbf{n}_s и денежного \mathbf{v}_s движения в двухмерном предложении $(\mathbf{n}_s, \mathbf{v}_s)$ S-подсистемы.

В случае выхода за пределы рыночных, заданных или допустимых экономико-психологических и экономических свобод, для объектного S-звена возможны следующие ситуации: существенно нарушен экономико-психологический климат Θ_* , занижены предложение и спрос людей Φ_* , снижаются доходы и прибыль юридического лица Υ_* , оно уходит в теневую область от налоговых и иных государственных организаций Γ_{**} или смещается в другое государство, теряет рынок B_* , небезопасно для социума C_* , беззащитно при экстремальных воздействиях природных факторов Π_{**} .

Со стороны D-подсистемы семи группам объектных акторов поставим в соответствие парциальные D-технологические (деятельностные, объектные этологические, финансовые) \mathbf{d}_{*v} и D-мотивационные (объектные аксиологические, товарные) \mathbf{d}_{*n} величины

$$\mathbf{d}_v = \mathbf{d}_{0v} + \mathbf{d}_{\Phi v} + \mathbf{d}_{\Upsilon v} + \mathbf{d}_{\Gamma v} + \mathbf{d}_{Bv} + \mathbf{d}_{Cv} + \mathbf{d}_{\Pi v} = \sum \mathbf{d}_{*v} = \sum p_{*v} \mathbf{n}_d,$$

$$\mathbf{d}_n = \mathbf{d}_{0n} + \mathbf{d}_{\Phi n} + \mathbf{d}_{\Upsilon n} + \mathbf{d}_{\Gamma n} + \mathbf{d}_{Bn} + \mathbf{d}_{Cn} + \mathbf{d}_{\Pi n} = (\sum 1/p_{*n}) \mathbf{v}_d$$

объектных D-непобуждений \mathbf{d}_v оплатить продукт \mathbf{n}_d по стоимости \mathbf{v}_d и D-нехотений \mathbf{d}_n продукта \mathbf{n}_d в нереализованном D-спросе $(\mathbf{v}_d, \mathbf{d}_n)$ или $(\mathbf{d}_v, \mathbf{n}_d)$ в любой объектной D-ветви и в таких интервалах, при которых число социально-психологических фаз $M^* = \{0^*, \Phi^*, \Upsilon^*, \Gamma^*, B^*, C^*, \Pi^*\}$ остается заданным. Свобода юридически определенных объектных нехотений и непобуждений относится к главному свойству объектных рыночных S-D-отношений.

Исходя из денежной аддитивной декомпозиции $\mathbf{d}_v = \sum \mathbf{d}_{*v} = \sum p_{*v} \mathbf{n}_d = p_{dv} \mathbf{n}_d$ объектного непобуждения \mathbf{d}_v D-подсистемы (рис. 2 г) платить деньги, каждой степени \mathbf{d}_{*v} денежной свободы соответствует долевая объектная денежная нецелесообразность p_{*v} (объектный D-параметр) в общей нецелесообразности $p_{dv} = \sum p_{*v}$ хотения \mathbf{n}_d спрашивать, получать и потреблять поставляемый S-подсистемой продукт \mathbf{n}_d по его стоимости \mathbf{v}_d .

Исходя из товарной аддитивной декомпозиции $\mathbf{d}_n = \sum \mathbf{d}_{*n} = (\sum 1/p_{*n}) \mathbf{v}_d$ нехотения \mathbf{d}_n D-звена или D-подсистемы покупать продукт (рис. 2, г), каждой степени \mathbf{d}_{*n} товарной свободы соответствует долевая объектная товарная нецелесообразность $1/p_{*n}$ в общей товарной нецелесообразности $1/p_{dn} = \sum 1/p_{*n}$ побуждения \mathbf{v}_d платить деньги D-подсистемой S-подсистеме.

В вышеизложенных D-закономерностях состоит сущность – объектные закономерности и их взаимодействия – двойственного: основного денежного $\mathbf{d}_{*v} = p_{*v} \mathbf{n}_d$ и комплементарного товарного $\mathbf{d}_{*n} = 1/p_{*n} \cdot \mathbf{v}_d$ – влияния каждой степени \mathbf{d}_{*v} , \mathbf{d}_{*n} экономико-психологической D-свободы на внутренние величины финансового \mathbf{v}_d и товарного \mathbf{n}_d движения в двумерном спросе $(\mathbf{v}_d, \mathbf{n}_d)$ D-подсистемы.

Все парциальные степени D-свободы: нехотения \mathbf{d}_{*n} и непобуждения \mathbf{d}_{*v} – связаны и проявляются в спросе $(\mathbf{v}_d, \mathbf{n}_d)$ входного D-звена D-подсистемы и затем в системном (\mathbf{v}, \mathbf{n}) : финансовом \mathbf{v} и товарном \mathbf{n} – движении в целом. Смысл, содержание и сущность денежных $p = v_n / 1_n$ и товарных $1/p = n_v / 1_v$ цен (переменных состояния) и ценностей (характеристик свойств, параметров) достаточно подробно раскрыты в работе [3].

Исходя из вышеизложенного, приведем в качестве примера определение управления в экономико-психологической S-подсистеме. Объектный S-менеджмент – это компетентная управляющая часть из подмножества $\{0^*, \Phi^*, \Upsilon^*, \Gamma^*\}$ всех экономико-психологических и экономических ресурсов, обладающая свойством юридической субъектности (юридических прав, обязанностей и ответственности), которая задает управляющие воздействия на множество $M^* = \{0^*, \Phi^*, \Upsilon^*, \Gamma^*, B^*, C^*, P^*\}$ S-формирователей и S-D-преобразователей степеней экономической свободы полусистемы или звена, с целью обеспечить необходимые экономико-психологические и экономические компетентность, эффективность, лояльность объектных S-акторов в социальной и экономической системе или ее S-звене. Объектный S-маркетинг – это компетентная управляющая часть из подмножества $\{0^*, \Phi^*, \Upsilon^*, \Gamma^*\}$ всех экономико-психологических и экономических ресурсов, обладающая свойством юридической субъектности, которая формирует и преобразует управляющие воздействия на множество $M^* = \{0^*, \Phi^*, \Upsilon^*, \Gamma^*, B^*, C^*, P^*\}$ D-формирователей и D-S-преобразователей степеней экономической свободы D-подсистемы или ее D-звеньев с целью обеспечить необходимые экономико-психологические и экономические компетентность, эффективность, лояльность объектных D-акторов: покупателей, получателей, заказчиков, потребителей – в социальной и экономической системе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Совершенствование механизмов управления в региональной экономике: матер. Всерос. науч. конф. 25-27 февраля 1999 г. Пенза: Изд-во Приволжск. Дома знаний, 1999. 100 с.
2. Основы конструктивизма в аналитическом менеджменте: матер. Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. Ил.В. Кнышева. Пенза, 2001. 106 с.
3. Кнышев Ил.В. Философские основания управления в социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2009. 354 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.10.2009, № 649-B2009.

Большаков Александр Афанасьевич –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Соболев Роман Савельевич –

кандидат экономических наук, заместитель директора ГП «МПФ Гознака», г. Москва

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

А.Е. Бобиров, Ю.А. Заигралов

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЕ И ПРОЦЕСС В КЛАСТЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ КОРПОРАЦИИ

Рассмотрены современные понятия и предложены определения экономического движения его первичных носителей: товаров и денег, – а также экономического процесса изменения объектных акторов и носителей в кластерной промышленной корпорации.

Экономика, движение, процесс, система, кластер

A.E. Bobirov, J.A. Zaigralov

ECONOMIC MOVEMENT AND PROCESS IN CLUSTER INDUSTRIAL CORPORATION

Modern concepts are considered and definitions of economic movement of its primary carriers: the goods and money, - and also economic process of change of object actors and carriers in cluster industrial corporation are offered.

Economics, movement, process, system, cluster

Приведем расширенное определение экономического движения [1] как встречного хорологического – в кластерном географическом и рыночном пространствах – движения товаров и денег по рыночному принципу «предложение (supply) – спрос (demand)», а также экономического процесса – встречного хронологического изменения финансов, инвестиций и инновации, следуя закономерностям методологической симметрии социальных и экономических S-D-движения и D-S-процессов [2, 3].

Экономическое S-D-движение – это всегда хорологическое и системное – с объектными прямыми и обратными связями – движение $\{\mathbf{n}_*(r_*, t), \mathbf{v}_*(r_*, t)\}$ его экономических, также системных: сопряженных прямых и обратных – первичных носителей: S-D-основных – товаров $\mathbf{n}_*(r_*, t)$, обычно товаров, услуг и работ; S-D-комплементарных – денег $\mathbf{v}_*(r_*, t)$, обычно финансов, финансовых услуг и рисков. Экономическое S-D-движение осуществляется в непрерывном физическом $\mathbf{r} \subset \mathbf{R}$ и/или дискретном рыночном (на передаче-приемке собственности, дроблении на парцели и т.д.) пространстве $\mathbf{r}_* \subset \mathbf{R}^* \subset \mathbf{R}$ и едином для всех S-D_{*}- и S_{*}-D-хозяйствующих субъектов $M_* \subset \{M_s, M_d\}$ непрерывном физическом \mathbf{t} и/или дискретном $\mathbf{t}_* \subset \mathbf{t}^* \subset \mathbf{t}$ экономическом (по срокам) времени.

Экономическое движение включает формирование, согласование (в S-D_{*}- и S_{*}-D-мышлении, S-D-менталитете и экономическом S-D-планировании) и преобразование (в объектной, экономической S-D-реальности) хорологически распределенных двумерных основных $\mathbf{n}_*(\mathbf{v}_*)$ – в случае S-лидера – или транспонированных $\mathbf{v}_*(\mathbf{n}_*)$ (в случае D-лидера) характеристик носителей. Формирователями и преобразователями таких характеристик являются экономически взаимодействующие объектные S-D-акторы $M_* \subset M^* = \{0^*, \Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*, \text{Б}^*,$

C^* , Π^* } экономического $M_E = \{\Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*, \text{Б}^*\}$ и общего делового $M^* = \{0^*, M_E, C^*, \Pi^*\}$ миров, обозначения которых даны в статье А.А. Большакова и Р.С. Соболева.

Объектное S-D-направление – это этиологически ориентированное, противоположное D-S-направлению, основное, прямое направление движения основных, первичных, объектных, системных носителей: S-D-товаров \mathbf{n}_* как хорологически (продольно распределенных в кластерном пространстве R^*) сопряженных $\mathbf{n}_{s_*} = \mathbf{n}_* = \mathbf{n}_{d_*}$ S-преобразований, S-поставок \mathbf{n}_{s_*} и D-приемки \mathbf{n}_{d_*} – в экономическом, ветвящемся в дуальном пространстве R^* , S-D-движении поперечно сопряженных, системных товарных \mathbf{n}_* и финансовых \mathbf{v}_* ресурсов.

Объектное D-S-направление – это этиологически ориентированное, обратное, встречное S-D-направлению, направление движения комплементарных (дополняющих основные S-D-носители), первичных, объектных, системных носителей: D-S-оплат \mathbf{v}_* как хорологически сопряженных $\mathbf{v}_{d_*} = \mathbf{v}_* = \mathbf{v}_{s_*}$ D-перечислений \mathbf{v}_{d_*} и S-получений \mathbf{v}_{s_*} – в экономическом S-D-движении системных товарных \mathbf{n}_* и финансовых \mathbf{v}_* ресурсов.

Инновационный экономический процесс – это встречное хронологическое изменение финансов, инвестиций и преобразований новации в инновацию. Приведем расширенное его определение. Экономический D-S-процесс – это всегда хронологическое и системное (с объектными прямыми и обратными связями) изменение $\{\mathbf{v}_*(t_*, r), \mathbf{n}_*(t_*, r)\}$ его экономических, также системных: сопряженных прямых и обратных – первичных носителей: D-S-основных – инвестиций $\mathbf{v}_*(t_*, r)$; D-S-комплементарных – инноваций $\mathbf{n}_*(t_*, r)$ как создаваемого товара. Экономический D-S-процесс осуществляется в непрерывном физическом \mathbf{t} и/или дискретном \mathbf{t}_* экономическом (по срокам приемки-сдачи инновации) времени $\mathbf{t}_* \subset \mathbf{t}^* \subset \mathbf{t}$ и едином для всех состояний D-S- и D*-S-хозяйствующего субъекта $M_* \subset \{M_s, M_d\}$ непрерывном физическом \mathbf{r} и/или дискретном $\mathbf{r}_* \subset R^* \subset R$ экономическом кластерном пространстве. Методология алгоритмизации D-S-процессов предложена И.В. Кнышевым.

Экономический процесс включает формирование (в D-S- и D*-S-мышлении, D-S-менталитете и экономическом D-S-планировании) и преобразование (в объектной, экономической D-S-реальности) хронологически распределенных двумерных основных $\mathbf{v}_*(\mathbf{n}_*)$ (в случае D-лидера) или транспонированных $\mathbf{n}_*(\mathbf{v}_*)$ (в случае S-лидера) характеристик носителей процесса. Формирователями и преобразователями таких характеристик являются экономически взаимодействующие объектные D-S-акторы $M_* \subset M^* = \{0^*, \Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*, \text{Б}^*, C^*, \Pi^*\}$ экономического (E – economic) $M_E = \{\Phi^*, \text{Ю}^*, \Gamma^*, \text{Б}^*\}$ и общего делового $M^* = \{0^*, M_E, C^*, \Pi^*\}$ миров.

Объектное D-S-направление – это этиологически ориентированное, противоположное S-D-направлению в D-S-процессе, основное, прямое направление движения основных, первичных, объектных, системных носителей: D-S-инвестиций \mathbf{v}_* как хронологически (продольно в прямом объектном направлении «прошлое – настоящее – будущее» времени t ; следуя философской терминологии, это объектная «прямая стрела» времени [3]) сопряженных $\mathbf{v}_{d_*} = \mathbf{v}_* = \mathbf{v}_{s_*}$ D-перечислений \mathbf{v}_{d_*} и S-получений \mathbf{v}_{s_*} финансовых ресурсов – в экономическом D-S-процессе изменения системных финансовых инвестиций \mathbf{v}_* и инновации \mathbf{n}_* .

Объектное комплементарное S-D-направление в экономическом D-S-процессе – этиологически ориентированное, обратное, встречное D-S-направлению, направление движения

комплементарных (дополняющих основные D-S-носители), первичных, объектных, системных носителей: преобразованной новации в инновацию \mathbf{n}_* как хронологически (продольно в обратном «будущее – настоящее – прошлое» времени t ; объектная «обратная стрела» времени [3]) сопряженных $\mathbf{n}_{s*} = \mathbf{n}_* = \mathbf{n}_{d*}$ S-сдачи \mathbf{n}_{s*} инноваций и D-приемки \mathbf{n}_{d*} – в экономическом, кластерном, ветвящемся в дуальном времени t , D-S-процессе поперечно сопряженных, системных инвестиций \mathbf{v}_* и инноваций \mathbf{n}_* .

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы конструктивизма в аналитическом менеджменте: матер. Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. Ил.В. Кнышева. Пенза, 2001. 106 с.
2. Кнышев Иг.В. Методологические основы управления в кластерных социальных и экономических системах: монография / Иг.В. Кнышев. Саратов, 2009. 288 с. Деп. в ВИНТИ РАН 21.11.2009, № 812-B2009.
3. Кнышев Ил.В. Философские основания управления в социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2009. 354 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.10.2009, № 649-B2009.

Бобиров Александр Евгеньевич –
соискатель Российской академии государственной службы при Президенте РФ

Заигралов Юрий Александрович –
кандидат технических наук, доцент Саратовского государственного аграрного университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 165.0:303.01:330.101

Ил.В. Кнышев

ПЕРВИЧНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СУБЪЕКТНЫХ И ОБЪЕКТНЫХ ОТНОШЕНИЙ В КЛАСТЕРНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Разработана классификация закономерностей социо- и эконометрики, количества и качества первичных характеристик субъектных и объектных отношений: состояний и свойств экстенсивности и интенсивности – в кластерных социальных и экономических системах. Предложены принципы квантования и нормализации субъектных и объектных отношений.

Социономика, экономика, система, квантование, нормализация

Il.V. Knyshev

PRIMARY LAWS OF SUBJECT AND OBJECTIVE RELATIONS IN CLUSTER SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

Classification of sociometrics and econometrics regularities, quantities and qualities of primary characteristics of subject and object relations: conditions and properties of extensiveness and intensity – in cluster social and economic systems is developed. Principles of quantization and normalisation of subject and object relations are offered.

Socionomics, economics, system, quantization, normalization

В естественных науках нет необходимости изучать качество объекта или предмета исследования, поэтому понятие «уравнение качества» в них не возникало. Однако основные проблемы метрики: выбор и обоснование системы единиц измерения; минимизация первичных законов взаимосвязей предметов исследования – состояний и свойств объекта изучения; выбор систем координат и определение естественных расстояний в них – существуют как в естественных и технических науках, так и в гуманитарии. Цель данной статьи – изложить методологические основы гуманитарии: закономерности социо- и эконометрики: классификацию первичных характеристик экстенсивности и интенсивности (табл. 3-6) сопряженных субъектных и объектных отношений в кластерных социальных и экономических системах (СЭС), построенных по принципу «предложение S (supply) – спрос D (demand)» – S-D- или D-S-принципу [1, 2].

На любом входе или выходе любого субъектного или объектного фрактала (рис. 10-33) кластерной СЭС (рис. 3) все многообразие материальных потребностей или товаров $\mathbf{n}_* = 1_{n_*} \bar{\mathbf{n}}_*$ сводимо к некоторой условной, интегрирующей их единице $\mathbf{1}_n = \bar{\mathbf{n}}^{-1} \mathbf{n}$ измерения или наблюдения. Интегрирующая единица $\mathbf{1}_n$ определяется посредством суммарной субъектной или объектной стоимости $\mathbf{p}\mathbf{n} = \mathbf{v} = 1_{\mathbf{v}} \bar{\mathbf{v}}$ социальной или экономической «корзины», сборки \mathbf{n} продуктов \mathbf{n}_* (товаров, услуг, работ) с их ценами p_* .

$$p_1 \mathbf{n}_1 + p_2 \mathbf{n}_2 + \dots + p_* \mathbf{n}_* + \dots = \sum p_* \mathbf{n}_* = \mathbf{p}\mathbf{n} = \mathbf{v}, \quad \sum_* \frac{p_*}{p} \mathbf{n}_* = \mathbf{n}, \quad \sum_* \frac{p_* \bar{\mathbf{n}}_*}{p \bar{\mathbf{n}}} \mathbf{1}_{n_*} = \sum_* \gamma_* \mathbf{1}_{n_*} = \mathbf{1}_n,$$

где $\bar{\mathbf{n}}_*$, $\bar{\mathbf{n}}$ – счетные числа парциальных \mathbf{n}_* и общего \mathbf{n} – в сборке – продуктов; $\mathbf{1}_{n_*}$, $\mathbf{1}_n$ – единицы их экономического измерения или социального наблюдения как переменные состояния, концепты; $\sum (p_*/p) \mathbf{n}_* = \mathbf{n}$, $\sum \gamma_* \mathbf{1}_{n_*} = \mathbf{1}_n$ – уравнения, законы количества \mathbf{n} и качества $\mathbf{1}_n$ «сложного» продукта $\mathbf{1}_n$ (единицы $\mathbf{1}_n$ наблюдения надежды, хотения или потребности) или товара $\mathbf{1}_n$ (единицы $\mathbf{1}_n$ измерения или наблюдения товара, услуги или работы); $\gamma_* = p_* \bar{\mathbf{n}}_* / p \bar{\mathbf{n}}$ – коэффициент чувствительности социального или экономического качества $\mathbf{1}_n$ к его парциальному качеству $\mathbf{1}_{n_*}$; $\gamma_* \mathbf{1}_{n_*}$ – доля качества $\mathbf{1}_{n_*}$ в единичном продукте $\mathbf{1}_n$; $\mathbf{1}_{\mathbf{v}} = 1/\bar{\mathbf{v}} \cdot \mathbf{v}$ – единица измерения стоимости \mathbf{v} при ее счетных числе $\bar{\mathbf{v}}$ и частоте $1/\bar{\mathbf{v}}$; в законе качества для упрощения принято $\mathbf{1}_{\mathbf{v}*} = \mathbf{1}_{\mathbf{v}}$. Каждая из входных компонент $\mathbf{1}_{n_*}$ выходного качества $\mathbf{1}_n$ формируется своим *-ым подкластером или лигандом по таким же законам количества \mathbf{n}_* и качества $\mathbf{1}_{n_*}$.

С другой стороны, применяя условие $p = v/n = v_n / 1_n = 1_{\mathbf{v}} / n_{\mathbf{v}}$ квантования (табл. 5) ценового параметра p в единицах $\{1_{\mathbf{v}}, 1_n\}$, $\{1_n, 1_{\mathbf{v}}\}$ двухмерного социального $\{\mathbf{v}, \mathbf{n}\}$ или экономического $\{\mathbf{n}, \mathbf{v}\}$ состояний на поперечном сечении цепей соответствующего кластера (рис. 1–3), уравнение качества продукта $\mathbf{1}_n$ приводимо к следующим собственным формам:

Классификация
первичных закономерностей интенсивности и экстенсивности в СЭС

Выход		1. Первичные концепты – входы x				2. Частотные концепты – входы 1/x			
		Гуманомики		Физические		Гуманомики		Физические	
		v	n	t	r	1/v=f _v	1/n=f _n	1/t=f	1/r=f _r
Выход y		1	2	3	4	5	6	7	8
		Параметры, конструкты u/x=z нулевого 1=y/u и первого u/x порядков интенсивности				Параметры, конструкты ux=a _{yx} второго порядка ux экстенсивности			
1.1	v	$\frac{v^*}{v} = k_v$	$\frac{v}{n} = p$	$\frac{v}{t} = b$	$\frac{v}{r} = c$	$v^2 = a_{vv}$	$nv = a_{nv}$	$tv = a_{tv}$	$rv = a_{rv}$
1.2	n	$\frac{n}{v} = \frac{1}{p}$	$\frac{n^*}{n} = k_n$	$\frac{n}{t} = q$	$\frac{n}{r} = g$	$vn = a_{vn}$	$n^2 = a_{nn}$	$tn = a_{tn}$	$rn = a_{rn}$
1.3	t	$\frac{t}{v} = \frac{1}{b}$	$\frac{t}{n} = \frac{1}{q}$	$\frac{t^*}{t} = k_t$	$\frac{t}{r} = \frac{1}{s}$	$vt = a_{vt}$	$nt = a_{nt}$	$t^2 = a_{tt}$	$rt = a_{rt}$
1.4	r	$\frac{r}{v} = \frac{1}{c}$	$\frac{r}{n} = \frac{1}{g}$	$\frac{r}{t} = s$	$\frac{r^*}{r} = k_r$	$vr = a_{vr}$	$nr = a_{nr}$	$tr = a_{tr}$	$r^2 = a_{rr}$
Выход 1/y		Обращенные, частотные конструкты 1/ux=f _{yx} второго порядка 1/ux экстенсивности				Обращенные конструкты нулевого 1=y/u и первого x/u порядков интенсивности			
2.1	1/v	$a_{vv}^{-1} = f_{vv}$	$a_{nv}^{-1} = f_{nv}$	$a_{tv}^{-1} = f_{tv}$	$a_{rv}^{-1} = f_{rv}$	k_v^{-1}	$\frac{n}{v} = \frac{1}{p}$	$\frac{t}{v} = \frac{1}{b}$	$\frac{r}{v} = \frac{1}{c}$
2.2	1/n	$a_{vn}^{-1} = f_{vn}$	$a_{nn}^{-1} = f_{nn}$	$a_{tn}^{-1} = f_{tn}$	$a_{rn}^{-1} = f_{rn}$	$\frac{v}{n} = p$	k_n^{-1}	$\frac{t}{n} = \frac{1}{q}$	$\frac{r}{n} = \frac{1}{g}$
2.3	1/t	$a_{vt}^{-1} = f_{vt}$	$a_{nt}^{-1} = f_{nt}$	$a_{tt}^{-1} = f_{tt}$	$a_{rt}^{-1} = f_{rt}$	$\frac{v}{t} = b$	$\frac{n}{t} = q$	k_t^{-1}	$\frac{r}{t} = s$
2.4	1/r	$a_{vr}^{-1} = f_{vr}$	$a_{nr}^{-1} = f_{nr}$	$a_{tr}^{-1} = f_{tr}$	$a_{rr}^{-1} = f_{rr}$	$\frac{v}{r} = c$	$\frac{n}{r} = g$	$\frac{t}{r} = \frac{1}{s}$	k_r^{-1}

$$\sum_* \gamma_* \mathbf{1}_{n_*} = \sum_* \frac{p_* n_*}{v_n \bar{n}} \mathbf{1}_n = \sum_* w_* \mathbf{1}_n = w \mathbf{1}_n = \mathbf{1}_n, \quad \gamma_* \mathbf{1}_{n_*} = w_* \mathbf{1}_n, \quad 0 = (1-w) \mathbf{1}_n,$$

где $v_n = p \mathbf{1}_n$ – квант стоимости единицы $\mathbf{1}_n$ продукта $n = \bar{n} \mathbf{1}_n$, $w_* \mathbf{1}_n$ – парциальное собственное, в единице $\mathbf{1}_n$, качество от влияния продукта n_* ; w_* – парциальная передаточная функция собственного качества $w_* \mathbf{1}_n$ на выход $\mathbf{1}_n$; $\gamma_* \mathbf{1}_{n_*} = w_* \mathbf{1}_n$ – квалиметрическое тождество; w – передаточная функция качества относительно самости $\mathbf{1}$ продукта $\mathbf{1}_n$; $1-w=0$ – характеристическое уравнение качества $\mathbf{1}_n$; $\Phi = 1/(1-w)$ – передаточная функция замкнутой – относительно качества $\mathbf{1}_n$ – системы с положительной обратной связью, если $w > 0$; $1, \mathbf{1}$ – единицы интенсивности, экстенсивности нулевого порядка.

Классификация размерностей
первичных свойств интенсивности и экстенсивности в СЭС (табл. 3)

Вход	1. Первичные концепты $[x]=1_x$				2. Частотные концепты $[1/x]=1_x^{-1}$				
	Гуманомики		Физические		Гуманомики		Физические		
Выход	$[v]=1_v$	$[n]=1_n$	$[t]=1_t$	$[r]=1_r$	$[1/v]=1_v^{-1}$	$[1/n]=1_n^{-1}$	$[1/t]=1_t^{-1}$	$[1/r]=1_r^{-1}$	
Выход $[y]=1_y$	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Размерности $[y/x]$ свойств нулевого $1=1_y/1_x$ и первого $1_y/1_x$ порядков интенсивности				Размерности $[xy]=1_{xy}=1_a$ свойств второго порядка $1_x1_y=1_a$ экстенсивности				
1.1	$[v]$	1	$1_n^{-1}1_v$	$1_t^{-1}1_v$	$1_r^{-1}1_v$	$1_v^2=1_{vv}$	$1_n1_v=1_{nv}$	$1_t1_v=1_{tv}$	$1_r1_v=1_{rv}$
1.2	$[n]$	$1_v^{-1}1_n$	1	$1_t^{-1}1_n$	$1_r^{-1}1_n$	$1_v1_n=1_{vn}$	$1_n^2=1_{nn}$	$1_t1_n=1_{tn}$	$1_r1_n=1_{rn}$
1.3	$[t]$	$1_v^{-1}1_t$	$1_n^{-1}1_t$	1	$1_r^{-1}1_t$	$1_v1_t=1_{vt}$	$1_n1_t=1_{nt}$	$1_t^2=1_{tt}$	$1_r1_t=1_{rt}$
1.4	$[r]$	$1_v^{-1}1_r$	$1_n^{-1}1_r$	$1_t^{-1}1_r$	1	$1_v1_r=1_{vr}$	$1_n1_r=1_{nr}$	$1_t1_r=1_{tr}$	$1_r^2=1_{rr}$
Выход $[1/y]=1_y^{-1}$	Обращенные, частотные размерности второго порядка $1_t=1/1_x1_y=1_a^{-1}$ экстенсивности				Обращенные размерности нулевого $1=1_y/1_x$ и первого $1_x/1_y$ порядков интенсивности				
2.1	$[1/v]$	1_{vv}^{-1}	1_{nv}^{-1}	1_{tv}^{-1}	1_{rv}^{-1}	1	$1_n1_v^{-1}$	$1_t1_v^{-1}$	$1_r1_v^{-1}$
2.2	$[1/n]$	1_{vn}^{-1}	1_{nn}^{-1}	1_{tn}^{-1}	1_{rn}^{-1}	$1_v1_n^{-1}$	1	$1_t1_n^{-1}$	$1_r1_n^{-1}$
2.3	$[1/t]$	1_{vt}^{-1}	1_{nt}^{-1}	1_{tt}^{-1}	1_{rt}^{-1}	$1_v1_t^{-1}$	$1_n1_t^{-1}$	1	$1_r1_t^{-1}$
2.4	$[1/r]$	1_{vr}^{-1}	1_{nr}^{-1}	1_{tr}^{-1}	1_{rr}^{-1}	$1_v1_r^{-1}$	$1_n1_r^{-1}$	$1_t1_r^{-1}$	1

Аналогичным способом определяется качество единицы 1_v стоимости $v=\bar{v}1_v$. Такие первичные закономерности отражают смысл, содержание и сущность гуманомики – теории управления социо- и эконометрикой, количествами и качествами в СЭС, а также редукции сложности управления социальными (затратно-продуктовыми) и экономическими (товарно-денежными) количествами и качествами с учетом человеческого фактора (human factor).

Социальное и экономическое движение в СЭС происходит на распределенном в пространстве $r=1_r \bar{r}$ множестве хозяйствующих субъектов в едином для них времени $t=1_t \bar{t}$ с двухмерной метрикой – единицами $\{1_r, 1_t\}$ измерения пространства и времени: $[r]=1_r$, $[t]=1_t$. Сопряженный социальный и экономический процесс в СЭС осуществляется на распределенном во времени t множестве состояний субъекта в едином для всех состояний пространстве $r \in R^3$.

Таким образом, первичная задача социо- и эконометрики: выбор и содержательное определение единиц измерения двухмерных стремления и намерения, предложения и спроса (рис. 1–33) – решается введением двухмерной метрики $\{1_v, 1_n\}$ и/или $\{1_n, 1_v\}$. Отметим следующие ее особенности: ввести эталоны единиц $\{1_v, 1_n\}$, как это стандартизировано для единиц $1_r, 1_t$ пространства и времени, пока не удастся; единицы $\{1_v, 1_n\}$ существуют на любом поперечном двухмерном сечении кластерных СЭС и являются планируемыми или

Принципы квантования и нормализации параметров первичных свойств интенсивности и экстенсивности (табл. 3, 4)

Вход		1. Первичные концепты – входы x				2. Частотные концепты – входы 1/x			
		Гуманомики		Физические		Гуманомики		Физические	
Выход		v	n	t	r	1/v	1/n	1/t	1/r
Выход y		1	2	3	4	5	6	7	8
		Квантование конструктов нулевого 1=y/y и первого y/x порядков интенсивности				Квантование конструктов на размерностях второго порядка ху экстенсивности			
1.1	v	$1=vf_v$	$\frac{v_n}{1_n}=p$	$\frac{v_t}{1_t}=b$	$\frac{v_r}{1_r}=c$	$1_{vv}=vf_v^{-1}$	$1_{nv}=n_v v_n$	$1_{tv}=t_v v_t$	$1_{rv}=r_v v_r$
1.2	n	$\frac{n_v}{1_v}=\frac{1}{p}$	$1=nf_n$	$\frac{n_t}{1_t}=q$	$\frac{n_r}{1_r}=g$	$1_{vn}=v_n n_v$	$1_{nn}=nf_n^{-1}$	$1_{tn}=t_n n_t$	$1_{rn}=r_n n_r$
1.3	t	$\frac{t_v}{1_v}=\frac{1}{b}$	$\frac{t_n}{1_n}=\frac{1}{q}$	$1=tf$	$\frac{t_r}{1_r}=\frac{1}{s}$	$1_{vt}=v_t t_v$	$1_{nt}=n_t t_n$	$1_{tt}=tf^{-1}$	$1_{rt}=r_t t_r$
1.4	r	$\frac{r_v}{1_v}=\frac{1}{c}$	$\frac{r_n}{1_n}=\frac{1}{g}$	$\frac{r_t}{1_t}=s$	$1=rf_r$	$1_{vr}=v_r r_v$	$1_{nr}=n_r r_n$	$1_{tr}=t_r r_t$	$1_{rr}=rf_r^{-1}$
Выход 1/y		Нормализация конструктов второго порядка 1/yx экстенсивности				Квантование обращенных конструктов нулевого 1 и первого y/x порядков интенсивности			
2.1	1/v	$a_{vv}f_{vv}=1$	$a_{nv}f_{vn}=1$	$a_{tv}f_{vt}=1$	$a_{rv}f_{vr}=1$	$1=f_v v$	$\frac{n_v}{1_v}=\frac{1}{p}$	$\frac{t_v}{1_v}=\frac{1}{b}$	$\frac{r_v}{1_v}=\frac{1}{c}$
2.2	1/n	$a_{vn}f_{nv}=1$	$a_{nn}f_{nn}=1$	$a_{tn}f_{nt}=1$	$a_{rn}f_{nr}=1$	$\frac{v_n}{1_n}=p$	$1=f_n n$	$\frac{t_n}{1_n}=\frac{1}{q}$	$\frac{r_n}{1_n}=\frac{1}{g}$
2.3	1/t	$a_{vt}f_{tv}=1$	$a_{nt}f_{tn}=1$	$a_{tt}f_{tt}=1$	$a_{rt}f_{tr}=1$	$\frac{v_t}{1_t}=b$	$\frac{n_t}{1_t}=q$	$1=ft$	$\frac{r_t}{1_t}=s$
2.4	1/r	$a_{vr}f_{vr}=1$	$a_{nr}f_{nr}=1$	$a_{tr}f_{tr}=1$	$a_{rr}f_{rr}=1$	$\frac{v_r}{1_r}=c$	$\frac{n_r}{1_r}=g$	$\frac{t_r}{1_r}=\frac{1}{s}$	$1=f_r r$

реальными, но субъектными или объектными технологическими; все характеристики состояний и свойств СЭС могут быть определены посредством реальных единиц $\{1_v, 1_n\}$ измерения или наблюдения величин $\{v, n\}$; реальная единица 1_n продукта может быть любой описательной, технологической или эксплуатационной сложности.

В результате получаем четырехмерную социометрику $\{1_v, 1_n, 1_r, 1_t\}$ хронологических и хронологических социальных систем, сопряженную с эконометрикой $\{1_n, 1_v, 1_r, 1_t\}$ соответствующих экономических систем (рис. 1–37). Четырехмерность $\{v, n, t, r\}$ хронологии $\{v, n, t, r_*\}$ и хронологии $\{v, n, t_*, r\}$ СЭС и их частотных метрик $\{1/v, 1/n, 1/t, 1/r\}$ сводима к двухмерным системам координат $\{v, n\}$, $\{1/v, 1/n\}$ моделей движения и процесса на их поперечных сечениях и в продольных звеньях, если:

Классификация
дифференциальных закономерностей интенсивности (табл. 3, 5)

Скрытые, внутренние переменные состояния		1. Первичные дифференциальные операторы $\partial/\partial x \sim f_x$			
		Гуманомики		Физические	
		$\partial/\partial v \sim f_v$	$\partial/\partial n \sim f_n$	$d/dt \sim f$	$\partial/\partial r \sim f_r$
		1	2	3	4
Первичные дифференциальные уравнения в частных $\partial^2 a_{**}/\partial x^2$ и обыкновенных $d^2 a_{**}/dt^2$ производных второго порядка от входов в структуру – функций действий a_{**} – по аргументам $x \subset \{v, n, t, r\}$					
1.1	v	$\frac{\partial^2 a_{vv}}{\partial v^2} = 1$	$\frac{\partial^2 a_{nv}}{\partial n^2} = p$	$\frac{d^2 a_{tv}}{dt^2} = b$	$\frac{\partial^2 a_{rv}}{\partial r^2} = c$
1.2	n	$\frac{\partial^2 a_{vn}}{\partial v^2} = \frac{1}{p}$	$\frac{\partial^2 a_{nn}}{\partial n^2} = 1$	$\frac{d^2 a_{tn}}{dt^2} = q$	$\frac{\partial^2 a_{rn}}{\partial r^2} = g$
1.3	t	$\frac{\partial^2 a_{vt}}{\partial v^2} = \frac{1}{b}$	$\frac{\partial^2 a_{nt}}{\partial n^2} = \frac{1}{q}$	$\frac{d^2 a_{tt}}{dt^2} = 1$	$\frac{\partial^2 a_{rt}}{\partial r^2} = \frac{1}{s}$
1.4	r	$\frac{\partial^2 a_{vr}}{\partial v^2} = \frac{1}{c}$	$\frac{\partial^2 a_{nr}}{\partial n^2} = \frac{1}{g}$	$\frac{d^2 a_{tr}}{dt^2} = s$	$\frac{\partial^2 a_{rr}}{\partial r^2} = 1$
Первичные дифференциальные уравнения в частных $\partial^2 f_{**}/\partial f^2$ и обыкновенных $d^2 f_{**}/df^2$ производных от входов в структуру – функций обращенных действий f_{**} – по аргументам $f \subset \{f_v, f_n, f, f_r\}$					
		$\partial/\partial f_v \sim v$	$\partial/\partial f_n \sim n$	$d/df \sim t$	$\partial/\partial f_r \sim r$
2.1	f_v	$\frac{\partial^2 f_{vv}}{\partial f_v^2} = 1$	$\frac{\partial^2 f_{nv}}{\partial f_n^2} = \frac{1}{p}$	$\frac{d^2 f_{tv}}{df^2} = \frac{1}{b}$	$\frac{\partial^2 f_{rv}}{\partial f_r^2} = \frac{1}{c}$
2.2	f_n	$\frac{\partial^2 f_{vn}}{\partial f_v^2} = p$	$\frac{\partial^2 f_{nn}}{\partial f_n^2} = 1$	$\frac{d^2 f_{tn}}{df^2} = \frac{1}{q}$	$\frac{\partial^2 f_{rn}}{\partial f_r^2} = \frac{1}{g}$
2.3	f_t	$\frac{\partial^2 f_{vt}}{\partial f_v^2} = b$	$\frac{\partial^2 f_{nt}}{\partial f_n^2} = q$	$\frac{d^2 f_{tt}}{df^2} = 1$	$\frac{\partial^2 f_{rt}}{\partial f_r^2} = s$
2.4	f_r	$\frac{\partial^2 f_{vr}}{\partial f_v^2} = c$	$\frac{\partial^2 f_{nr}}{\partial f_n^2} = g$	$\frac{d^2 f_{tr}}{df^2} = \frac{1}{s}$	$\frac{\partial^2 a_{rr}}{\partial f_r^2} = 1$

– время **t** является единым общим параметром **t** в идентификаторах всех сопряженных субъектных и объектных хронологических структурных связей и звеньев;

– множественное пространство **r**, посредством хронологической S-D-дискретизации $r_* \subset r^*$ S-D-движения, переходит в множество хронологических параметров, внутренних для идентификаторов свойств и состояний каждого субъектного и объектного хронологического D-S-звена S-D-системы.

– пространство **r** является единым общим параметром **r** в идентификаторах всех субъектных и объектных хронологических структурных связей и звеньев;

– множественное время t , посредством хронологической D-S-дискретизации $t_* \subset t^*$ D-S-процесса, переходит в множество хронологических параметров, внутренних для идентификаторов каждого субъектного и объектного хронологического S-D-звена D-S-системы.

В табл. 3–6 приведена классификация закономерностей, первичных параметров интенсивности и экстенсивности, их размерностей, принципов квантования и нормализации параметров, дифференциальных алгоритмов интенсивности на четырехмерной метрике $\{v, n, t, r\}$ в кластерных СЭС. В отмеченных квадратах табл. 3–6 показаны чисто физические характеристики в гуманомике СЭС.

Из табл. 3–6 видно, что в такой метрике существует по семь классов главных первичных параметров, конструкторов дуальной: социальной и экономической – интенсивности первого порядка, для которых введены типовые обозначения:

– $p=v/n=v_n/1_n=1_v/n_v$ (p – price) – ценовый параметр;

– $b=v/t=v_t/1_t=1_n/t_v$ (b – business) – социальная и экономическая мощность, бизнес-мощность; стоимостная, денежная производительность; хронологический поток денег;

– $c=v/r=v_r/1_r=1_v/r_v$ (c – change) – хронологическое изменение стоимости; стоимостная плотность; линейное, поверхностное, объемное распределение стоимости;

– $q=n/t=n_t/1_t=1_n/t_n$ (q – quantity) – хронологический поток количества продукта; продуктовая, товарная мощность; производительность;

– $g=n/r=n_r/1_r=1_n/r_n$ (g – growth) – хронологический поток; рост продукта; продуктовая плотность; линейное, поверхностное, объемное распределение продукта;

– $s=r/t=r_t/1_t=1_r/t_r$ (s – speed) – физическая скорость;

– коэффициенты, согласующие функционально однородные выходы y со входами y_* (табл. 3): котировки k_v денежных единиц, если $1_v \neq 1_{v*}$; продуктовые доли k_n , если $1_n \neq 1_{n*}$; временные доли (сроки) k_t , если $1_t \neq 1_{t*}$; пространственные доли k_r , если $1_r \neq 1_{r*}$. Если $1_y = 1_{y*}$, то размерность согласующих коэффициентов единичная. Такие интенсивности или экстенсивности нулевого порядка расположены по главным диагоналям табл. 4–6.

В свою очередь, существует по семь классов главных – первичных – параметров, конструкторов действия $a_{yx} = ux$, экстенсивностей второго порядка: затратно-затратное или денежно-денежное $vv=a_{vv}$, продуктивно-затратное или товарно-денежное $pv=a_{pv}$ действие и т.д., – а также их обращенные величины – частотные, густотные конструкторы $f_{yx} = 1/a_{yx}$. Новые понятия действия и его частоты (густоты), неотвратимо возникающие в первичных этиологических цепях, практически не применяются в анализе-синтезе СЭС.

Цепные отображения и структурный анализ [3] содержания ячеек табл. 3–6 показали следующие свойства закономерностей и соотношений:

1. Каждая из величин множества $\{v, n, t, r\}$ может быть как первичной переменной состояния, концептом v, n, t или r , так и величиной свойства, первичным параметром, конструктором v, n, t или r экстенсивности первого порядка.

2. Все величины первичных состояний и свойств являются измеряемыми в экономике или наблюдаемыми в социомике.

3. В двухзвенных этиологических цепях «вход $x \rightarrow$ свойство y выхода \rightarrow внутренний концепт $a_{yx} \rightarrow$ свойство $1/x$ входа \rightarrow выход y » всегда возникает внутренний концепт a_{yx} действия, алгоритмически и содержательно симметричный свойству a_{yx} экстенсивности.

4. В этиологических цепях «вход $1/x \rightarrow$ свойство y выхода \rightarrow внутренний концепт $y \cdot 1/x \rightarrow$ свойство x входа \rightarrow выход y » всегда возникает вторичный внутренний концепт $y \cdot 1/x$, алгоритмически и содержательно симметричный свойству y/x интенсивности.

5. В этиологических структурных цепях «вход $x \rightarrow$ свойство $1/y$ выхода \rightarrow внутренний концепт $1/y \cdot x \rightarrow$ свойство $1/x$ входа \rightarrow выход $1/y$ » всегда возникает вторичный внутренний концепт $1/y \cdot x$, алгоритмически и содержательно симметричный обращенному, обратному свойству x/y интенсивности.

6. В этиологических цепях «вход $1/x \rightarrow$ свойство $1/y$ выхода \rightarrow внутренний концепт $f_{yx} \rightarrow$ свойство x входа \rightarrow выход $1/y$ » всегда возникает вторичный внутренний концепт f_{yx} , алгоритмически симметричный свойству f_{yx} густотной экстенсивности действия.

7. Все непервичные величины состояний и свойств интенсивности y/x , x/y и экстенсивности xu , ux , $1/xu$, $1/ux$ являются идентифицируемыми и вычисляемыми.

Двойственные: двойные (аффинные) и дуальные – расстояния, тетрадные по их функциональному содержанию: затратное V_S и продуктивное N_S социальные, товарное N_E и денежное V_E экономические, – между соответствующими парами точек (y_2, x_2) и (y_1, x_1) в системе естественных (с размерными ординатами y и абсциссами x) социальных или экономических координат $\{y, x\}$ определим следующими выражениями:

$$Y = \sqrt{(y_2 - y_1)^2 + m^2(x_2 - x_1)^2}, \quad X = \sqrt{m^{-2}(y_2 - y_1)^2 + (x_2 - x_1)^2} = m^{-1} Y,$$

где Y, X – естественные (в размерностях проекций y, x) пары расстояний, субъектные или социальные Y_S, X_S и объектные или экономические X_E, Y_E пассионарности состояний (y_S, x_S) и (x_E, y_E) ; $m, 1/m$ – взаимные масштабы естественных социальных или экономических координат y и x ; $Y = mX$ – сопряженная пара двойственных – Y и X – естественных (аффинных) расстояний между двухмерными состояниями (y_2, x_2) и (y_1, x_1) , определенными от начала θ_S, θ_E систем социальных и/или экономических координат $\{y, x\}$.

Введем понятия следующих узловых – на поперечных сечениях – социально-психологических и социальных пассионарностей как соответствующих двойственных пар: S-затратных V_S и S-продуктовых N_S стремлений, D-продуктовых N_D и D-затратных V_D намерений – расстояний от начала $\theta = \{\theta_v, \theta_n\}$ системы социальных координат (рис. 6):

– аксиологическая пассионарность стремления (v_s, n_s) – его S-аксионарность

$$V_s = \sqrt{v_s^2 + m_p^2 n_s^2} = v_s \sqrt{1 + m_p^2 n_s^2 / v_s^2} = v_s \sqrt{1 + m_p^2 / p_s^2},$$

где v_s – желание ценностей, денег S-подсистемой; n_s – надежда произвести продукт в обеспечение исполнения желания; $m_p = m_v / m_n$ – взаимный масштаб ординаты желаний и абсциссы надежд; $1/p_s = n_s / v_s = n_{sv} / 1_{sv}$ – входная продуктовая ценность S-стремления (v_s, n_s) ;

– этиологическая S-пассионарность того же стремления (v_s, n_s) – его S-этонарность

$$N_s = \sqrt{n_s^2 + m_p^{-2} v_s^2} = n_s \sqrt{1 + v_s^2 / m_p^2 n_s^2} = n_s \sqrt{1 + p_s^2 / m_p^2}, \quad N_s = m_p^{-1} V_s,$$

где $p_s = v_s / n_s = v_{sn} / 1_{sn}$ – выходная стоимостная ценность, цена S-стремления (v_s, n_s) ;

– аксиологическая D-пассионарность намерения (n_d, v_d) – его D-аксионарность

$$N_d = \sqrt{n_d^2 + m_p^{-2} v_d^2} = n_d \sqrt{1 + v_d^2 / m_p^2 n_d^2} = n_d \sqrt{1 + p_d^2 / m_p^2},$$

где \mathbf{n}_d – хотение материальных S-ценностей, продукта D-подсистемой; \mathbf{v}_d – побуждение оплатить хотимый продукт; $1/m_p$ – взаимный масштаб ординаты хотений и абсциссы побуждений; $p_d = v_d/n_d = v_{dn}/1_{dn}$ – входная стоимостная ценность, цена D-намерения ($\mathbf{n}_d, \mathbf{v}_d$);

– этологическая D-пассионарность того же намерения ($\mathbf{v}_d, \mathbf{n}_d$) – его D-этонарность

$$\mathbf{V}_d = \sqrt{v_d^2 + m_p^2 n_d^2} = v_d \sqrt{1 + m_p^2 n_d^2 / v_d^2} = v_d \sqrt{1 + m_p^2 / p_d^2}, \quad \mathbf{V}_d = m_p \mathbf{N}_d,$$

где $1/p_d = n_d/v_d = n_{dv}/1_{dv}$ – выходная продуктовая ценность намерения ($\mathbf{n}_d, \mathbf{v}_d$).

Классы объектных пассионарностей, методологически симметричные субъектным пассионарностям, определены в приложениях к [3] для экономического S-D-движения, социальных и экономических D-S-процессов. Термин пассионарность был интуитивно введен Л.Н. Гумилевым, однако до настоящего времени в науке не просматривалось подходов к ее содержательному определению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вестник СГТУ. 2008. №2 (33). Вып. 2. 272 с.
2. Кнышев Иг.В. Развитие методов сопряженного управления в социальных и экономических системах: дис. ... канд. экон. наук / Иг.В. Кнышев. Саратов, 2006. 244 с.
3. Кнышев Иг.В. Методологические основы управления в кластерных социальных и экономических системах: монография / Иг.В. Кнышев. Саратов, 2009. 288 с. Деп. в ВИНТИ РАН 21.11.2009, № 812-B2009.

Кнышев Илья Валентинович –

соискатель Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

В.Н. Боробов, М.А. Кукушкин

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ В КЛАСТЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ КОРПОРАЦИИ

Изложены теоретические основы экономических и социальных взаимоотношений в кластерной промышленной корпорации, направленных на достижение долгосрочных конкурентных преимуществ корпорации. Показаны основные подходы к проектированию характеристик человеческого фактора для обеспечения конкурентного процесса.

Экономика, управление, кластер, корпорация, человеческий фактор

V.N. Borobov, M.A. Kukushkin

ECONOMIC AND SOCIAL MUTUAL RELATIONS IN CLUSTER INDUSTRIAL CORPORATION

Theoretical bases of economic and social mutual relations in cluster industrial corporation, directed on achievement of the long-time competitive advantages of corporation, are stated. The basic approaches to designing of characteristics of the human factor for maintenance of competitive process are shown.

Economics, management, cluster, corporation, human factor

Экономические взаимодействия хозяйствующих субъектов и социальные взаимосвязи субъектов хозяйствования как дуальная (неразрывная) пара системных прямых и обратных связей основаны на принципе «предложение (supply) – спрос (demand)». Это проиллюстрировано рис. 1, 2 в форме поперечных S-D-сечений [1].

Поперечное сечение представляет собой известный во многих естественных и технических науках метод исследования, позволяющий провести количественный анализ характеристик состояния и свойств системных связей. Таким образом, состояния экономических взаимодействий и социальных взаимосвязей определяются идентификаторами ориентированных структурных связей, которые названы переменными состояниями или, пользуясь философским понятием, – концептами. Системная пара концептов в поперечном сечении названа его двухмерной концепцией (табл. 7). На двухмерных экономическом и социальном сечениях образуется дуальная пара экономических и социальных концепций, которые задаются и достигаются в дуальных и сопряженных (взаимозависимых) экономической и социальной системах корпорации [2].

Показанные на рис.1, 2 методы наглядного отображения структурной направленности управляемых величин – идентификаторов структурных связей и системных взаимосвязей – позволили выявить закономерности влияния управляющих (экономических) и управленческих (социальных) воздействий на достижимость заданных характеристик пространственных и хронологических экономических и социальных систем любого хозяйствующего субъекта, включая промышленную корпорацию.

Экономическое движение его носителей: основных товарных и комплементарных им денежных, а также свойство его системности пространственно распределены на множестве системно и этиологически – причинно-следственно – связанных хозяйствующих субъектов.

Они образуют пространственную, ветвящуюся цепную экономическую систему: «экология – ресурсы – производство – распределение – обмен – потребление – сервис – экология». Такая ветвящаяся на снабжении и сбыте экономическая система может быть кластерной (рис. 3). При наличии только одной связи (состояние одномерности), свойство системности в данном звене и данном сечении экономического движения разрушается и, следовательно, утрачивается заданное для него качество экономических отношений.

На двухмерно разомкнутой системной связи образуется пара открытых подсистем: подсистема предложения, показанная на рис. 2 а, и подсистема спроса (рис. 2 б). Это состояние назовем экономико-психологическим, поскольку подсистемы в этом случае находятся в состояниях ориентированных ожиданий.

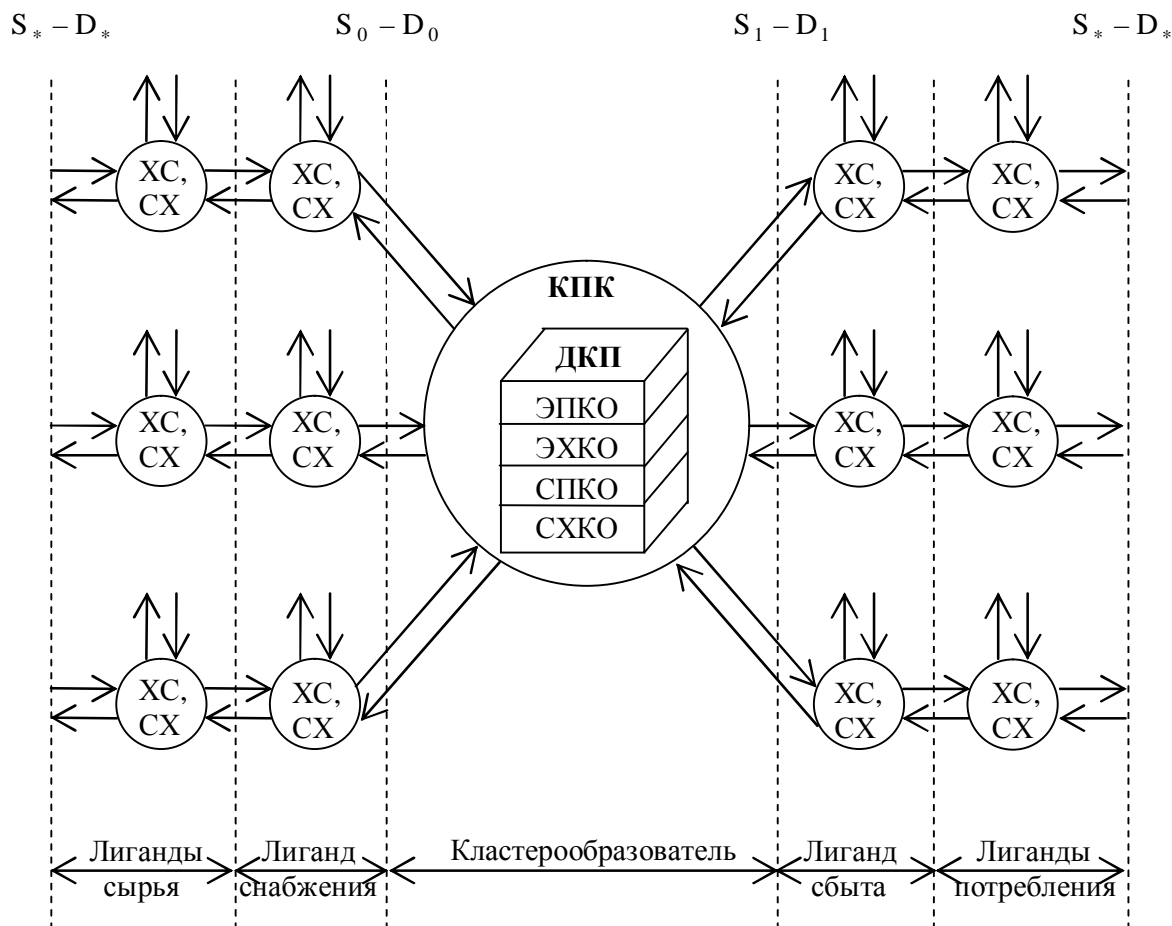
В качестве хозяйствующих субъектов в любом звене экономической системы могут проявляться три вида юридически определенных субъектов с их юридическими обязанностями (объектными выходами подсистем, рис. 2 а, б) и требованиями (объектными входами подсистем, рис. 2 а, б): физические лица, юридические лица, государственные организации и государства – и четыре вида юридически неопределенных хозяйствующих субъектов: рынки снабжения и спроса; социумы; природные факторы и климат; экономический климат, опре-

деляемый финансовыми затратами и товарными потерями, которые невозможно отразить в официальном балансе хозяйствующего субъекта. Группа хозяйствующих субъектов образует семь степеней экономической: товарной и стоимостной – свободы внутренней и внешней

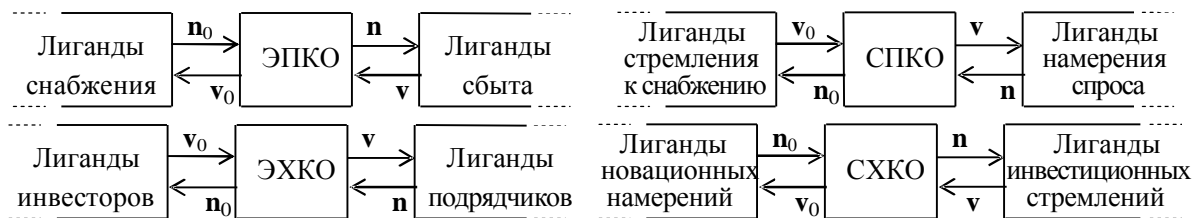
Таблица 7

Классификация
кластерных экономических и социальных отношений

Признаки классификации	Виды, носители и преобразователи кластерных конкурирующих отношений
Экономические и социальные состояния – факты	Входы и выходы – переменные состояния, концепты : объектные и субъектные, пространственные и хронологические
Свойства – факторы объектности и субъектности	Соотношения «выход/вход», параметры, конструкты : объектные и субъектные, пространственные и хронологические, сопротивления и проводимости
Субъектные носители социального движения или процесса. Объектные носители экономического движения или процесса	Субъектные: стремления для продавцов – желания и надежды; намерения для покупателей – хотения и побуждения. Объектные: средства достижения цели продавцов – товары – и цели, мотивы – желаемые деньги; средства достижения цели покупателей – деньги – и цели, мотивы – хотимые товары. Системные : социальные интересы и потребности; поставляемые товары и передаваемые ценности, деньги
Элементы кластеров: формирователи, согласователи и преобразователи отношений: состояний и свойств	Физические и юридические лица; государственные организации; рынки снабжения, сбыта и сервиса; социумы ; природные факторы и климат; социальный и экономический климат – начала координат отчетности
Субъектные и объектные инструменты управляемости кластеров	Управленческие : аксиологические и/или поведенческие – воздействия. Управляющие : технологические и/или мотивационные – воздействия
Зависимость от пространственных, временных, внешних и внутренних факторов: параметров и воздействий	Непрерывные : экстенсивные или интенсивные; статические, кинетические или динамические; частотные или периодические. Дискретные : импульсные, частотные или парциальные. Линейные и нелинейные
Определенность отношений	Детерминированные, эпизодические рыночные, стохастические, случайные



а – укрупненная системная мультилигандная модель кластера на фракталах «хозяйствующий субъект ХС + субъект хозяйствования СХ»



б – типовые экономические и социальные **системообразующие** слои кластера (а)

Рис. 3. **Системная модель** формирования долгосрочных конкурентных преимуществ ДКП **кластерной промышленной корпорации КПК** как кластерообразователя. Обозначения: ХС – хозяйствующие (экономические) субъекты и они же субъекты (социальные) хозяйствования как экономические и социальные фракталы кластера; S-D – экономические и социальные сечения системных корпоративных связей многоуровневых снабжения и сбыта КПК; КО – кластерообразователь многослойный: экономический пространственный ЭПКО, экономический хронологический ЭХКО, социальный пространственный СПКО, социальный хронологический СХКО. Двойными стрелками показаны системные связи: экономические и социальные, юридические и правовые, пространственные и хронологические – по внутренним кластерным цепям и с внешними (условно разомкнутые) субъектной и объектной реальностями

среды для любого хозяйствующего субъекта.

Социальное движение его носителей: финансовых интересов и материальных потребностей – и свойство его системности пространственно распределены на множестве системно (причинно-следственно) связанных субъектов хозяйствования, которые образуют пространственную ветвящуюся цепную социальную систему, сопряженную с экономической системой. Такая ветвящаяся на интересах и потребностях снабжения и сбыта социальная система может быть кластерной (рис. 3).

При наличии только одной, одномерной субъектной связи свойство системности на таком сечении социального движения разрушается. На двухмерно разомкнутой системной связи образуется пара открытых подсистем: подсистема стремления (рис. 2 в) к экономическому предложению (рис. 2 а) и подсистема намерения (рис. 2 г) экономического спроса (рис. 2 б) – в их социально-психологических состояниях ориентированных ожиданий. На любом сопряженном: объектном и субъектном – поперечном сечении систем всегда образуется тетрада таких подсистем (рис. 2).

Экономическая (рис. 1 а) и социальная (рис. 1, б) системы, экономико-психологические (рис. 2 а, б) и социально-психологические (рис. 2 в, г) подсистемы сосуществуют совместно, дуальны в их синергетических самоорганизации и дезорганизации. В рыночных взаимодействиях экономических, объектных акторов и взаимосвязях социальных, субъектных акторов зачастую социальные отношения (рис. 1 б, 2 в, г): стремления и намерения, интересы и потребности – оказываются первичными и основными в формировании конкурентоспособных экономических отношений.

В качестве субъектов хозяйствования в социальной системе могут выступать три вида субъектов с определенной правосубъектностью как правомочиями (выходами субъектных подсистем, рис. 2 в, г) и правообязанностями (входами субъектных подсистем, рис. 2 в, г): физические лица, юридические лица, государственные организации и государства – и четыре вида субъектов с неопределенной правосубъектностью: рынки снабжения и спроса; локальные и глобальные социумы; природные факторы; социальный климат деловой активности, который находится, как правило, вне официальной публичности и «размывает» начала отсчетов социальных координат.

Каждый хозяйствующий в экономической системе субъект одновременно является и субъектом хозяйствования в социальной системе, сопряженной с экономической системой. Сопряженность этих систем понимается как толерантность эконометрики объектных носителей и социометрики носителей социального движения.

В вышеперечисленных двух группах субъектов: хозяйствующих субъектах и субъектах хозяйствования – проявляются семь степеней экономической и семь степеней социальной свобод на дуальном: экономическом и социальном – движении соответствующих дуальных пар носителей (рис. 1, 2) для каждой промышленной корпорации.

Длительное время считалось, что так называемые «человеческий и социальный факторы» методами современной гуманитарной науки вряд ли будут – в обозримом будущем – познаны до уровней цельного системного отображения (рис. 1) и конкретных количественных представлений (рис. 2) сопряженных экономических и социальных отношений: их состояний и свойств.

Исследования последнего десятилетия [3] в этой области показали (рис 1-3) возможности, с одной стороны, разработки основ конструктивной теории экономики (объектных отношений в экономико-социальном мире; рис. 1, а, 2 а, б) и организации (субъектных отношений в социально-экономическом мире; рис. 1 б, 2 в, г), а с другой стороны, содержательного проектирования управляющих воздействий на объектные отношения в экономической системе и управленческих воздействий на субъектные отношения в социальной системе кластера (рис. 3).

Кластерная промышленная корпорация определяется через ее свойства и состояния. На такой методологической базе развит кластерный подход к экономике и организации конкурентоспособной промышленной корпорации, а также методы определения причинно-следственных связей, типов и содержания экономических и социальных отношений: состояний и свойств – возникающих в управлении долгосрочной конкурентоспособностью под воздействием внешних и внутренних управляющих и управленческих факторов.

Разработаны методы количественной оценки состояний долгосрочных конкурентных преимуществ кластерных промышленных корпораций, основанные на принципах системности, дуальности и сопряженности процессов, протекающих в экономической и социальной подсистемах корпорации, включающие определение экономического и социального потенциалов корпорации и оценку состояния хозяйственных связей, обеспечивающих эффективную реализацию долгосрочных конкурентных преимуществ и позволяющих добиваться эквивалентности развития конкурентных преимуществ в экономической и социальной подсистемах кластера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кнышев Иг.В. Развитие методов сопряженного управления в социальных и экономических системах: дис. ... канд. экон. наук / Иг.В. Кнышев. Саратов, 2006. 244 с.

2. Методологические основы управления в социальных и экономических системах: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. / под науч. ред. Иг.В. Кнышева, М.А. Кукушкина, Р.С. Соболева. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. 147 с.

3. Человеческий фактор в управлении социальными и экономическими системами: сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. М.А. Кукушкина, А.А. Большакова. Пенза: РИО ПГСХА, 2006. 148 с.

Боробов Василий Николаевич –
доктор экономических наук,
профессор Российской академии государственной службы при Президенте РФ

Кукушкин Михаил Александрович –
кандидат философских наук, доцент,
докторант Российской академии государственной службы при Президенте РФ

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.09.09

УДК 330.46:332.012.2.001

А.А. Большаков, Л.Ю. Чечнев

ДУАЛЬНАЯ АЛГОРИТМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ В КЛАСТЕРНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Показана системная организация кластерного социального и экономического движения. Раскрыта сущность дуальной алгоритмизации управления субъектными и объектными отношениями в кластерных социальных и экономических системах.

Экономика, управление, алгоритм, система, кластер

A.A. Bolshakov, L.U. Chechnev

DUAL ALGORITHMIZATION OF MANAGEMENT IN CLUSTER SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

The system organisation cluster social and economic movement is shown. The essence of dual algorithmization of control by subject and object relations in cluster social and economic systems is opened.

Economics, management, algorithm, system, cluster

Сущность задачи дуального: субъектного или социального и объектного или экономического – и сопряженного (толерантного по социо- и эконометрике дуальных состояний и свойств) управления структурными и системными характеристиками человеческого фактора в социальных и экономических системах (СЭС) состоит в нижеследующем.

На любом поперечном двухмерном сечении «предложение S (supply) – спрос D (demand)» – S-D-сечения (рис. 1–3) – любой фазы продольного в географическом и рыночном пространствах экономического S-D-движения его товарных и денежных носителей необходимо оперативно выявлять, алгоритмически сопрягать, структурно связывать, содержательно анализировать и конструктивно синтезировать подсистемные и системные характеристики человеческого фактора по методологии И.В. Кнышева (рис. 4, 5):

– объектные, экономико-психологические (разомкнутые, подсистемные) и экономические (замкнутые, системные: с прямой и обратной связями) характеристики: переменные управляющего и управляемого состояний как экономические феномены, объектные концепты; управляющие и управляемые свойства и их феноменологические факторы, экономические конструкты в форме объектных параметров, отношений выход/вход – экономического S-D-движения его системных: товарных и денежных – носителей на пространственно распределенном множестве взаимодействующих хозяйствующих субъектов;

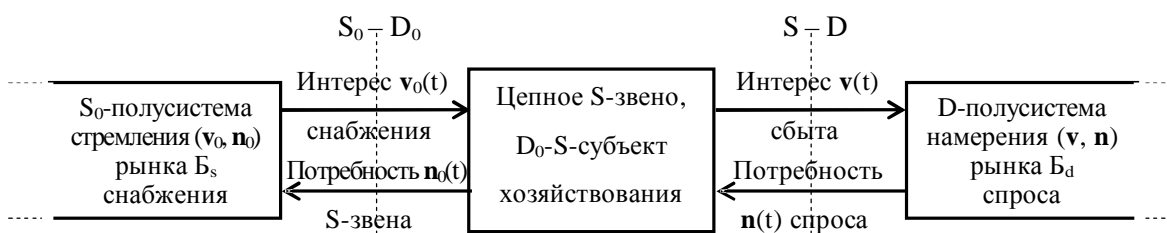
– субъектные, социально-психологические (разомкнутые, подсистемные, в состоянии пассивного или активного ожидания) или социальные (замкнутые, системные) характеристики: переменные управленческого и управляемого состояния как ноумены, субъектные концепты; управленческие и управляемые свойства и их ноуменологические факторы, социальные конструкты в форме субъектных параметров, отношений выход/вход – социального S-D-движения его системных носителей: финансовых интересов и материальных потребностей – на пространственно распределенном множестве взаимосвязанных субъектов хозяйствования, которые одновременно являются и хозяйствующими субъектами [1].

Исследование двух главных классов состояний и свойств человеческого фактора – его дуальных отношений: ноуменологических субъектных, социально-психологических и социальных взаимосвязей; феноменологических объектных, экономико-психологических и экономических взаимодействий – обозначено современной, сформированной в последнее десятилетие теорией управления в СЭС как содержательная проблема выявления, количественного учета, редукции сложности, анализа и синтеза человеческого фактора. В сопряженной: социальной и экономической – практике управления дуальными системами проблема характеристик человеческого фактора, как правило, разрешалась вербальными методами: интуитивно и эклектично.

Объективные свойства субъектных и объектных дуальности, сопряженности и системности характеристик человеческого фактора на поперечных двухмерных S-D-сечениях и



а – первичная системная сущность организации социального S-D-движения субъектных носителей: финансовых интересов $v(t)$ и материальных потребностей $n(t)$ – на двумерном S-D-сечении «стремление к предложению S → намерение спроса D». Обозначения: $v(t)$, $n(t)$ – объемы интересов и потребностей в едином времени t ; v – основная переменная социального S-D-состояния – прямая социальная связь; n – комплементарная переменная социального S-D-состояния – обратная социальная связь

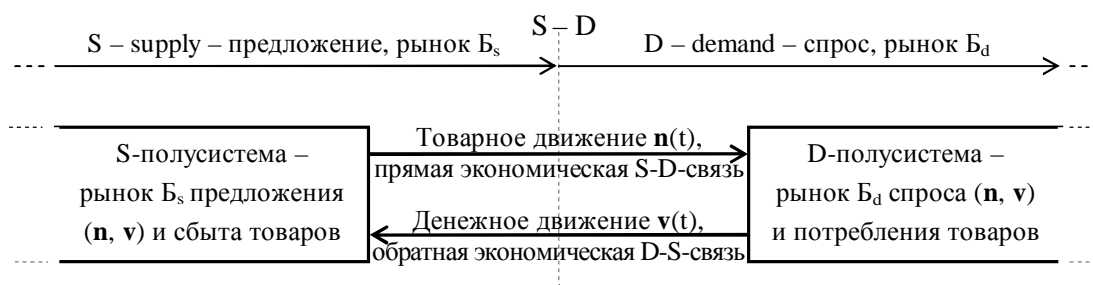


б – первичная системная сущность цепной организации социального S-D-движения (а) на двух поперечных сечениях: S_0 - D_0 -сечении стремления рынка снабжения и намерения S-звена, S-D-сечении стремления S-звена и намерения рынка B_d спроса – и трех главных продольных компонентах: S-D-выходном D_0 -S-звене, S_0 - и D-подсистемах рынков B_s снабжения и B_d спроса

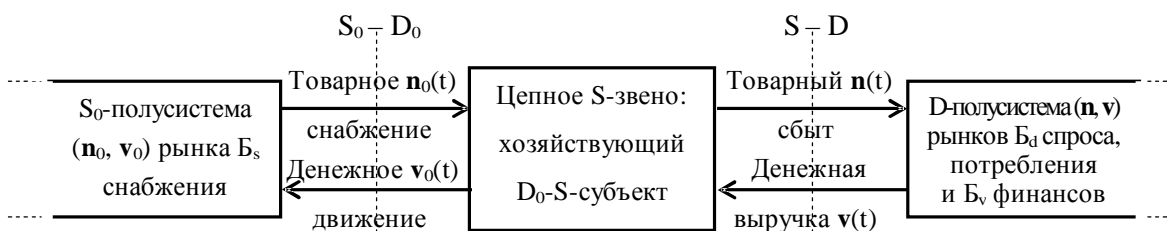


в – первичная системная сущность организации социального S-D-движения (а) на двух поперечных сечениях: S-D-сечении стремления к сбыту, S_1 - D_1 -сечении стремления к потреблению – и трех главных продольных компонентах: D- S_1 -звене, S- и D_1 -подсистемах

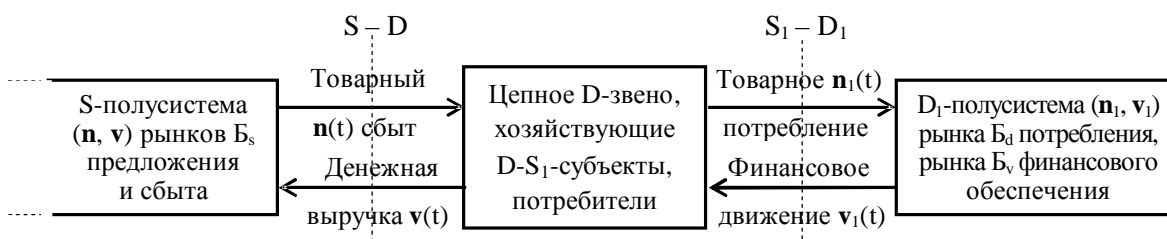
Рис. 4. Системная цепная целостность социального S-D-движения финансовых интересов (основных, S-D-носителей) и материальных потребностей (комплементарных, D-S-носителей), дуального экономическому S-D-движению. Все двумерные выходы компонент структуры (см. рис. 1–3) S-D-движения находятся в собственных системах координат (СК), а двумерные входы – в транспонированных СК



а – первичная системная сущность организации экономического S-D-движения товарных $\mathbf{n}(t)$ и денежных $\mathbf{v}(t)$ носителей на двухмерном поперечном S-D-сечении «предложение $S \rightarrow$ спрос D ». Обозначения: $\mathbf{n}(t)$, $\mathbf{v}(t)$ – объемы товара и денег на едином интервале времени t ; \mathbf{n} – основная переменная S-D-состояния – прямая объектная связь; \mathbf{v} – комплементарная переменная S-D-состояния – обратная объектная связь; Б – бизнес



б – первичная системная сущность цепной организации экономического S-D-движения (а) на двух поперечных сечениях: S_0 - D_0 -сечении снабжения, S-D-сечении сбыта – и трех главных продольных компонентах: D_0 -S-звене, S_0 - и D-подсистемах



в – первичная системная сущность организации экономического S-D-движения (а) на двух поперечных сечениях: S-D-сечении сбыта, S_1 - D_1 -сечении товарного потребления – и трех главных продольных компонентах: D-S₁-звене, S- и D₁-подсистемах

Рис. 5. Системная цепная целостность экономического S-D-движения товарных (основных) и денежных (комплементарных) носителей (см. рис. 4). Все двухмерные выходы компонент структуры (см. рис. 1–4) S-D-движения находятся в собственных системах координат (СК), а двухмерные входы – в транспонированных СК

в продольных звеньях дуального S-D-движения хорошо формализуются структурными универсалиями: социальными и экономическими сопротивлениями и проводимостями (импедансами и адмиттансами в англоязычной естественно-научной этимологии) – отношениями экстенсивных или интенсивных переменных состояния: денежных и товарных, ценовых и потоковых и т.д. Дуальные: субъектные и объектные – сопротивления и алгебраически обратные им проводимости в СЭС объединены [2] термином социальные и экономические иммитансы. Свойство социально и экономически естественной идентифицируемости иммитансов является основным в методологически симметричных дуальных редукции системной сложности и решении проблемы системной алгоритмизации управления субъектными и объектными характеристиками человеческого фактора в СЭС [3].

Таким образом, определилась актуальная задача разработки единых: ноуменологических и феноменологических – методов системной алгоритмизации и редукции сложности первичных структурных и системных характеристик человеческого фактора для дуального управления ими в СЭС.

В XX веке отсутствовали адекватные дуальные системные алгоритмы, формализующие дуальные задачи управления человеческим фактором в СЭС. В начале XXI века возникла и стала интенсивно развиваться новая научная парадигма ноуменологического и феноменологического анализа и синтеза характеристик человеческого фактора для управления ими в СЭС [2]. Методы единой алгоритмизации дуальных компонентов систем управления: объектов и предметов управления, воздействий, регуляторов – характеристиками человеческого фактора в СЭС, в их субъектной и объектной реальностях основаны на методологической симметрии социального и экономического S-D-движения соответствующих сопряженных носителей в различных отраслях народного хозяйства: промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, транспорте, связи и информатизации, сфере услуг.

Дуальное управление субъектными и объектными состояниями и свойствами СЭС не может быть социально и экономически эффективным без дуальной обратной связи – главного ноуменологического и феноменологического условия существования систем в их первичном: «интерес – потребность», «товар – деньги» – и производных (ценовых, потоковых) структурных представлениях. В этом состоит первичная сущность ноуменологического и феноменологического подходов. Без них в построении конструктивных системных методов анализа-синтеза структурных и системных характеристик человеческого фактора не мог быть преодолен барьер вербальной эклектики во многих толкованиях управления в СЭС. В теории СЭС практически не использовалась фундаментальная для общенаучной теории управления терминология объектов управления и регуляторов, иммитансов и передаточных функций, а также управляемых социальных и экономических переменных состояния. Причина заключалась в отсутствии четкого разделения ноуменов и феноменов, концептов и конструктов, управленческих и управляющих воздействий.

Новая научная парадигма единого методологического: ноуменологического и феноменологического – подхода к изучению дуальных структурных и системных характеристик человеческого фактора позволяет перейти к проектированию управления человеческим фактором в СЭС. Содержательные категории дуальности и сопряженности в СЭС получают широкие теоретическую значимость и практическую ценность, распространяясь на множество объектов социального изучения, объектов экономического исследования и дуальных предметов анализа-синтеза в СЭС.

Научная новизна результатов исследования дуальной алгоритмизации управления в СЭС состоит в нижеследующем:

1) развит метод разделения на группы в физическом и рыночном пространствах социального и экономического движения субъектных и объектных носителей, основанный на известном свойстве подобия фракталов, отличающийся доказательством свойства дуальной двухмерной цепной масштабной инвариантности первичных продольных звеньев – дуальных

фракталов: субъектов хозяйствования и хозяйствующих субъектов – сходящихся и расходящихся двухмерных и двухсвязных цепей в социальном и экономическом движении;

2) модифицирован метод содержательного выявления главных дуальных: субъектных и социальных, объектных и экономических – компонентов: объектов, предметов и регуляторов – структуры управления человеческим фактором в сопряженных СЭС, разработанный на основе общих принципов теории управления, отличающийся однозначным определением методологически симметричных ноуменологических и феноменологических свойств компонентов и адекватным разделением их структурно асимметричных субъектных и объектных свойств: этиологической направленности, системной ориентированности, поперечной концептуальной двухмерности, продольной конструктивной секционированности, алгебраически обратной факторной связности, социальности или ноуменологичности и объектности или феноменологичности;

3) выявлены дуальные алгоритмы взаимосвязи эквивалентных подсистемных: социально- и экономико-психологических – характеристик человеческого фактора в замкнутых СЭС, отличающиеся введением в структуру объектов управления и регуляторов четырех групп конструктивно определенных элементов: группы субъектных, социально-психологических и социальных, а также группы объектных, экономико-психологических и экономических сопротивлений (импедансов) и проводимостей (адмиттансов, алгебраически обратных импедансам), – объединенных термином дуальные: субъектные и объектные – имитансы поперечных структурных и системных свойств человеческого фактора;

4) обоснованы первичные системные алгоритмы моделирования и принципы структурного отображения дуальной: субъектной и объектной – управляемости в СЭС, отличающиеся возможностью разделения алгоритмов моделирования, структурных представлений и системных принципов управления в любом дуальном фрактале СЭС на четыре эквивалентные группы: социальные аксиологическую и поведенческую, экономические технологическую и мотивационную;

5) усовершенствованы базовые системные модели и типовые субъектные и объектные характеристики дуального управления человеческим фактором, основанные на принципах общенаучного системного анализа, отличающиеся однозначным разделением главных системных характеристик: передаточных функций и суперпозиций воздействий – линеаризованных сопряженных социальных и экономических структур на две группы: ноуменологическую для социальной системы и феноменологическую для экономической системы, – определяющие типовые формы решений: социотипы и экономические фенотипы – алгоритмов функционирования и дуального управления в СЭС;

6) улучшен способ оценки системной эффективности управления характеристиками человеческого фактора, отличающийся введением содержательных понятий социально-экономических и экономико-социальных эффектов и эффективностей по любым субъектным и объектным переменным состояниям в сопряженных СЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вестник СГТУ. 2008. №2 (33). Вып. 2. 272 с.
2. Кнышев Ил.В. Философские основания управления в социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2009. 354 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.10.2009, № 649-B2009.
3. Кнышев Иг.В. Методологические основы междисциплинарных взаимосвязей гуманитарных и естественных наук: монография / Иг.В. Кнышев, Л.Ю. Чечнев. Саратов, 2008. 225 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.08.2008, № 727-B2008.

Большаков Александр Афанасьевич –

доктор технических наук, профессор кафедры «Системы искусственного интеллекта» Саратовского государственного технического университета

Чечнев Леонид Юрьевич –

аспирант Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

И.Ю. Квятковская, Д.Ю. Чечнев

ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СУБЪЕКТНЫХ И ОБЪЕКТНЫХ ОТНОШЕНИЙ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Рассмотрены принципы построения алгебраических, геометрических и системных моделей социального движения финансовых интересов и материальных потребностей, а также сопряженного ему экономического движения товаров и денег в социальных и экономических системах.

Экономика, движение, модель, управление, система

I.J. Kvyatkovskaya, D.J. Chechnev

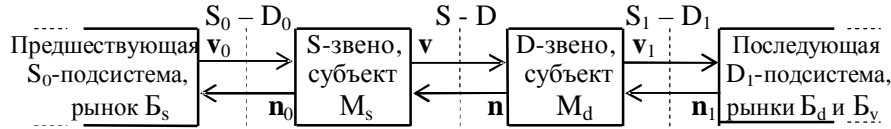
PRINCIPLES OF MODELLING OF SUBJECT AND OBJECTIVE RELATIONS IN SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

Principles of construction of algebraic, geometrical and system models of social movement of financial interests and material requirements, and also the adjoint economic movement of the goods and money in social and economic systems are considered.

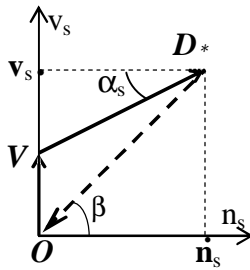
Economics, movement, model, management, system

Для разработки теоретических положений алгоритмизации (рис. 5, 6) сопряженного управления характеристиками человеческого фактора в социальных и экономических системах (СЭС), как доказано в [1], необходимо применять современные новационные методологические: ноуменологический и феноменологический – подходы, разработанные И.В. Кнышевым [2].

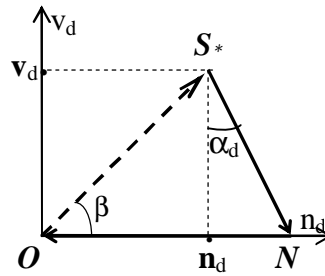
В рыночной – субъектной и объектной – реальности главным результатом социальной и экономической активностей «замыслы – поведение – деятельность – последствия» являются два согласованных, конкурентоспособных вида дуальной деятельности: социальное движение финансовых интересов \mathbf{v} и материальных потребностей \mathbf{n} , экономическое движение товарных \mathbf{n} и денежных \mathbf{v} носителей по принципу «предложение S (supply) – спрос D (demand)» (рис. 1–5). Социальная S-D-система существует на системных – социальных – взаимосвязях (\mathbf{v}, \mathbf{n}) двухмерного S-стремления $(\mathbf{v}_s, \mathbf{n}_s)$ продавца (рис. 6): S-желания $\mathbf{v}_s = \mathbf{v}_d$ D-



а – концептуальная модель «S-интересы v_* – D-потребности n_* » социальной S-D-системы на четырех субъектах: B_s, M_s, M_d, B_d – в основных системных S-D-координатах $\{v, n\}$



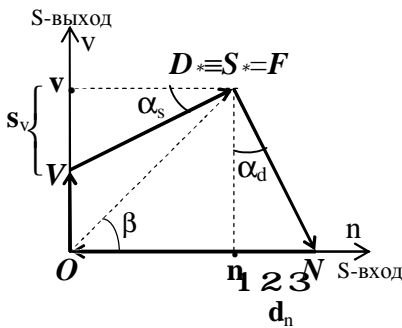
Параметры социального стремления (v_s, n_s) к экономическому предложению (n_s, v_s):
 $p_s = s_v/n_s = m_p \cdot \text{tg } \alpha_s$,
 $p = v_s/n_s = m_p \cdot \text{tg } \beta$,
 $p = p_v + p_s, p_v = V/n_s$,
 $V + s_n = v_s, m_p = m_v/m_n$



Параметры социального намерения (v_d, n_d) экономического спроса (n_d, v_d):
 $1/p_d = d_n/v_d = 1/m_p \cdot \text{tg } \alpha_d$,
 $1/p = n_d/v_d = 1/m_p \cdot \text{ctg } \beta$,
 $1/p = 1/p_N - 1/p_d, 1/p_N = N/v_d$,
 $n = N - d_n, 1/m_p = m_n/m_v$

б – условно D-замкнутая геометрическая модель $OV + VD + D \cdot O = 0$ линеаризованной социальной S-полусистемы в собственной системе S-координат $\{v_s, n_s\}$

в – условно S-замкнутая геометрическая модель $OS + S \cdot N + NO = 0$ линеаризованной социальной D-полусистемы в S-комплементарной системе транспонированных D-координат $\{v_d, n_d\}$



Векторное уравнение равновесия на S-D-сечении

$$OV + VF + FN + NO = 0, \quad D \cdot O + OS = 0;$$

уравнения проекций: $V + s_v - v = 0, \quad n + d_n - N = 0;$

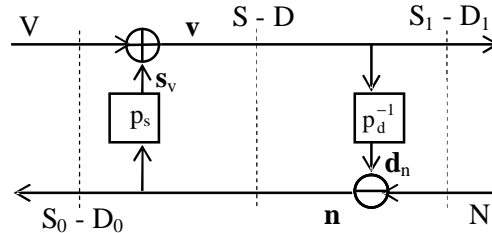
уравнения связей (выходы мультипликативных звеньев):

$$p_s n = s_v, \quad d_n = p_d^{-1} v;$$

ценная алгебраическая модель (выходы S-D-сечения)

$$\begin{cases} V + s_v = V + p_s n = v & \text{– основная} \\ n = N - d_n = N - p_d^{-1} v & \text{– комплементарная} \end{cases} \text{ переменные S-D-состояния}$$

г – системные геометрическая и алгебраические модели в основной системе координат $\{v, n\}$



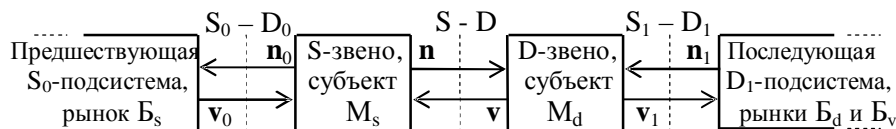
д – базовая четырехточечная – четырехзвенная на трех S-D-сечениях – системная модель минимальной социальной S-D-структуры (см. рис. 1) с отрицательной обратной связью w:

$$\Phi(V + p_s N) = v, \quad d_n = \Phi p_d^{-1} (V + p_s N), \quad n = \Phi (N - p_d^{-1} V), \quad \Phi p_s (N - p_d^{-1} V) = s_v;$$

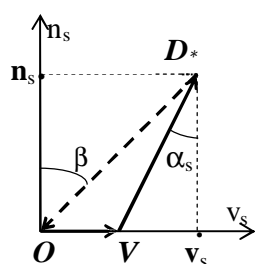
$$w = p_s p_d^{-1} = p_d^{-1} p_s, \quad \Phi = 1/(1+w); \quad 1 - \Phi - \Phi w = 0$$

е – решения – социотипы v, d_n, n, s_v – системной модели (г, д) посредством субъектных иммитансов p_s, p_d^{-1} S- и D-звеньев, передаточных функций – социальных нозтипов – w и Φ , источников V, N управленческих воздействий и системных нозтик $V + p_s N, N - p_d^{-1} V$

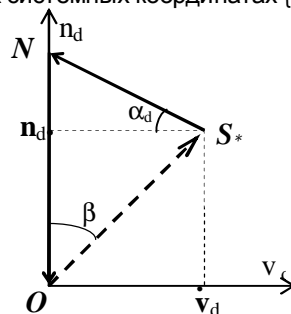
Рис. 6. Принципы управления системными характеристиками человеческого фактора в социальной S-D-системе (см. рис. 1–5) с источниками управленческих воздействий: желанием V денег рынком B_s снабжения, предельным хотением N S-продукта n рынком B_d спроса; инициатор и лидер – S-полусистема; D-полусистема – ведомая



а – концептуальная модель «товарные объемы n^* – деньги v^* » объектной S-D-системы на четырех объектах: B_s, M_s, M_d, B_d – в основных системных координатах $\{n, v\}$ (см. рис. 2)



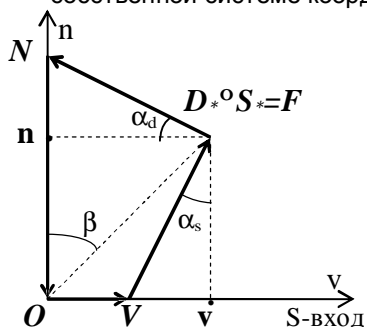
Параметры экономического предложения S:
 $1/p_s = n_s/v_s = 1/m_p \cdot \text{ctg } \alpha_s,$
 $1/p = n_s/v_s = 1/m_p \cdot \text{ctg } \beta,$
 $1/p = 1/(p_s + p_v), 1/p_v = n_s/V,$
 $s_v = v_s - V, 1/m_p = m_n/m_v$



Параметры экономического спроса D:
 $p_d = v_d/d_n = m_p \cdot \text{ctg } \alpha_d,$
 $p = v_d/n_d = m_p \cdot \text{tg } \beta,$
 $p = p_d N / (p_d - p_n), p_n = v_d/N,$
 $d_n = N - n_d, m_p = m_v/m_n$

б – условно D-замкнутая геометрическая модель $OV + VD + D \cdot O = 0$ S-полусистемы в собственной системе координат $\{n_s, v_s\}$

в – условно S-замкнутая геометрическая модель $OS + S \cdot N + NO = 0$ D-полусистемы в комплементарной системе координат $\{n_d, v_d\}$



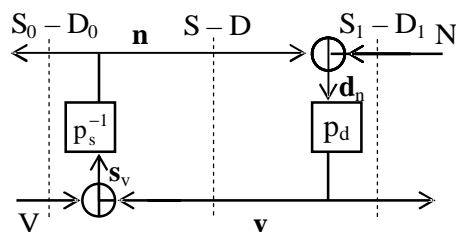
Векторное уравнение равновесия $OV + VF + FN + NO = 0$;
 уравнения проекций: $n + d_n - N = 0, V + s_v - v = 0$;
 уравнения связей (выходы мультипликативных звеньев):

$$p_s^{-1} s_v = n, v = p_d d_n;$$

цепная алгебраическая модель (выходы S-D-сечения)

$$\left\{ \begin{array}{l} p_s^{-1} (v - V) = p_s^{-1} s_v = n \quad \text{– основная} \\ v = p_d d_n = p_d (N - n) \quad \text{– комплементарная} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{переменные} \\ \text{S-D-состояния} \end{array}$$

г – системные геометрическая и алгебраические модели в основной системе координат $\{n, v\}$



д – эквивалентная четырехточечная, четырехзвенная – на трех S-D-сечениях – разностная системная модель минимальной экономической S-D-структуры с объектной отрицательной обратной связью w_* :

$$s_v = \Phi \cdot (p_d N - V), \Phi \cdot p_s^{-1} (p_d N - V) = n, \Phi \cdot (N + p_s^{-1} V) = d_n, v = \Phi \cdot p_d (N + p_s^{-1} V);$$

$$w_* := p_s^{-1} p_d = p_d p_s^{-1}, \Phi_* := 1 / (1 + w_*), w_* = 1 / \Phi_* - 1; 1 - \Phi_* - \Phi_* w_* = 0$$

е – решения – экономические фенотипы s_v, n, d_n, v – системной модели посредством объектных иммитансов p_s^{-1}, p_d S- и D-звеньев, передаточных функций – экономических генотипов – w_*, Φ_* , управляющих входов V, N и экономических фенетиков $p_d N - V, N + p_s^{-1} V$

Рис. 7. Принципы управления системными характеристиками человеческого фактора в экономической S-D-системе (см. рис. 6) с источниками управляющих воздействий: юридическим требованием денег V рынком B_s снабжения, предельным спросом N рынка B_d сбыта; лидер – S-полусистема; D-полусистема – ведомая

ценностей v_d и S-надежды $n_s = n = n_d$ предложить за них S-благо n_s – и двухмерного D-намерения (n_d, v_d) покупателя: D-хотения $n_d = n = n_s$ S-блага n_s и D-побуждения $v_d = v = v_s$ предложить за него D-ценность или деньги v_d . В этом состоит первичная двухмерная субъектная сущность секционирования по методологии И.В. Кнышева системных характеристик (рис. 4, 5) – ноуменов S-D-состояния – человеческого фактора на любой упорядоченной S-D-последовательности двухмерных поперечных S-D-сечений продольного социального S-D-движения интересов v и потребностей n по дуальному ноуменологическому принципу «стремление продавца – намерение покупателя» [1, 2].

Системная экономическая S-D-феноменология (рис. 7): предложение (n_s, v_s) как S-функция $n_s(v_s)$ объектного S-выхода поставки $n_s = n$ товара от объектного S-входа оплаты $v_s = v$, спрос (v_d, n_d) как D-функция $v_d(n_d)$ объектного D-выхода оплаты $v_d = v$ за D-входной товар $n_d = n$, S-D-товарное $n_s = n = n_d$ и D-S-денежное $v_d = v = v_s$ движение – в свободном рынке является системным, экономическим S-D-следствием «предложение S – спрос D» системной, социальной S-D-причины «S-стремление – D-намерение» – S-D-ноуменологии существующей субъектной S-D-реальности. Нормальный свободный S-D-рынок – это свобода выбора S-D-предметов социальной и экономической S-D-активностей, а также субъектных и объектных S- и D-акторов в рамках норм действующего законодательства, деловой S-D-этики и социальных норм S-D-морали [3].

Каждое S- или D-звено социального и экономического движения на своих дуальных двухмерных входах и выходах удовлетворяет вышеприведенным закономерностям, поэтому оно может быть субъектным (субъектом хозяйствования) и объектным (хозяйствующим субъектом) фракталом СЭС в любой его масштабности: человек, коллектив, предприятие, государственная организация, отрасль или рынок, социум, природная среда.

Конструкции субъектных и объектных структур СЭС синергетически организуются, существуют и дезорганизуются на главных взаимобратных, методологически симметричных, но этиологически и алгебраически асимметричных характеристиках структурных свойств человеческого фактора:

– в социальном движении финансовых интересов $v_s = v = v_d$ и материальных потребностей $n_d = n = n_s$ – на первичных субъектных S-сопротивлениях $p_s = v_s/n_s$ (затратно/продуктовых импедансах – алгебраических отношениях субъектных переменных v_s, n_s S-состояния) и D-проводимостях $1/p_d = n_d/v_d$ (продуктивно/затратных адмиттансах – отношениях выход/вход);

– в экономическом движении товарных n и денежных v носителей – на объектных S-проводимостях $1/p_s = n_s/v_s$ (товарно/денежных адмиттансах – отношениях выход/вход объектных переменных n_s, v_s S-состояния) и D-сопротивлениях $p_d = v_d/n_d$ (импедансах – денежно/товарных отношениях).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вестник СГТУ. 2008. №2 (33). Вып. 2. 272 с.
2. Кнышев Ил.В. Системный подход в экономической социологии : монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2005. 183 с. Деп. в ВИНТИ РАН 19.08.2005, №1167-B2005.
3. Кнышев Иг.В. Методологические основы междисциплинарных взаимосвязей гуманитарных и естественных наук: монография / Иг.В. Кнышев, Л.Ю. Чечнев. Саратов, 2008. 225 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.08.2008, № 727-B2008.

Квятковская Ирина Юрьевна –

кандидат технических наук, доцент, директор института информатизации Астраханского государственного технического университета

Чечнев Дмитрий Юрьевич –

аспирант Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

О.М. Проталинский, Л.Ю. Чечнев

УСЛОВИЯ СИСТЕМНОСТИ СОПРЯЖЕННЫХ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Рассмотрены содержательные подходы к учету человеческого и социального факторов в социальных и экономических системах. Приведены главные условия системности характеристик социального движения интересов и потребностей и экономического движения товаров и денег.

Экономика, движение, управление, система, человеческий фактор

O.M. Protalinsky, L.J. Chechnev

CONDITIONS OF THE SYSTEMS OF THE INTERFACED SOCIAL AND ECONOMIC CHARACTERISTICS

Contentive approaches to the account of human and social factors in social and economic systems are considered. The main systemness conditions of characteristics of social movement of interests and requirements and economic movement of the goods and money are resulted.

Economics, movement, management, system, human factor

Главная и трудноразрешимая проблема управления в социальных и экономических системах (СЭС) состояла в выявлении, алгоритмизации и содержательном учете влияния человеческого и социального факторов на состояния и свойства СЭС. Междисциплинарный подход [1], упорядочение аппарата исследования [2] и расширение инструментов анализа человеческого фактора [3] позволили существенно продвинуться в таком направлении.

При дуальной двухмерной концепции «предложение S (supply) – спрос D (demand)» S-D-концепции – сопряженного: управленческого на социальную и управляющего на экономическую систему – воздействия минимальное управление осуществляется посредством дуальных пар основных входов в СЭС. Воздействия с учетом согласующих иммитансов образуют ограниченное множество дуальных: социальных и экономических – суперпозиций воздействий – управленческих ноэтик (рис. 6,е) и управляющих фенетик (рис. 7 е) [2].

Первичными предметами управления S-D-состояниями человеческого фактора в сопряженных социальных и экономических S-D-системах являются первичные субъектные и объектные переменные состояния \mathbf{v} , \mathbf{s}_v , \mathbf{n} , \mathbf{d}_n (рис. 6, 7), а при параметрическом управлении первичные параметры интенсивности – иммитансы p_s , $1/p_d$ и $1/p_s$, p_d . Относительно управленческих или управляющих входов в дуальные структуры и управляемых выходов – дуальных переменных S-D-состояния – существуют две взаимообратные пары: социальные объект управления и регулятор, экономические объект управления и регулятор, – на которых и организуются социальная и/или экономическая системы [1, 2].

В зависимости от предмета управления дуальными объектами w_y управления и регуляторами w_p в локализованных сопряженных социальной и экономической системах могут быть следующие основные классы социальных и экономических структурных характеристик человеческого фактора (рис. 6 б-д, 7 б-д):

- социальные иммитансы – сопротивление p_s и проводимость $1/p_d$;
- экономические иммитансы – проводимость $1/p_s$ и сопротивление p_d ;
- произведения социальных $w = p_s/p_d = w_y w_p$ и экономических $w_{\bullet} = p_d/p_s = w_{y\bullet} w_{p\bullet}$ иммитансов как передаточные функции разомкнутых по одной переменной состояния социальной и экономической структур;
- единичные $w_y = 1$, $w = w_p$ или $w_p = 1$, $w = w_y$ при однородной социо- и эконометрике связей «вход → выход» [1].

Сопряженные социальные объект w_y управления и регулятор w_p , экономические объект $w_{y\bullet}$ управления и регулятор $w_{p\bullet}$ всегда этиологически взаимообратны. Из дуальных пар «объект управления – регулятор» по известному из теории управления алгоритму определяются главные социальный ноэтип $\Phi = 1/(1 \pm w)$ и экономический генотип $\Phi_{\bullet} = 1/(1 \pm w_{\bullet})$ в формах передаточных функций замкнутых линеаризованных сопряженных социальной и экономической структур (рис. 6 е, 7 е).

Полные наборы взаимосвязанных решений для всех управляемых переменных состояния социальной и экономической систем названы соответственно социотипами и экономическими фенотипами дуальной S-D-системы [1, 2].

Затратная \mathbf{v} и продуктовая \mathbf{n} структурные (в разомкнутых, социально-психологических S- и D-подсистемах, рис. 6 б, в) или системные (в замкнутой социальной S-D-системе, рис. 6, г, д) связи после достижения продольной субъектной и/или социальной S-D-эквивалентности ноуменов (переменных состояния социальной системы):

«S-желание $\mathbf{v}_s =$ D-побуждению $\mathbf{v}_d =$ финансовому S-D-интересу \mathbf{v} » или

«субъектная S-цель $\mathbf{v}_s =$ субъектному D-средству $\mathbf{v}_d =$ S-D-интересу \mathbf{v} »,

«материальная D-S-потребность $\mathbf{n} =$ S-надежде $\mathbf{n}_s =$ D-хотению \mathbf{n}_d » или

«D-S-потребность $\mathbf{n} =$ S-средству $\mathbf{n}_s =$ субъектной D-цели \mathbf{n}_d » –

идентифицируют локализованную продольную причинно-следственную системную ноуменологическую сущность согласования социально-психологических S- и D-подсистем в социальной S-D-системе.

Объектные товарная \mathbf{n} и денежная \mathbf{v} структурные (в разомкнутых, экономико-психологических S- и D-подсистемах, рис. 7, б, в) или системные (в замкнутой экономической S-D-системе, рис. 7, г, д) связи в их объектной и/или экономической S-D-эквивалентности феноменов (переменных состояния экономической системы):

«S-поставка товара $\mathbf{n}_s =$ D-приемке $\mathbf{n}_d =$ S-D-потреблению \mathbf{n} » или

«S-деятельность $\mathbf{n}_s =$ объектному D-мотиву $\mathbf{n}_d =$ объектной D-S-цели \mathbf{n} »,

«D-S-выручка $\mathbf{v} =$ S-получению денег $\mathbf{v}_s =$ D-оплате \mathbf{v}_d » или

«D-S-деятельность $\mathbf{v} =$ объектному S-мотиву $\mathbf{v}_s =$ объектной S-цели \mathbf{v}_d » – идентифицируют локализованную продольную причинно-следственную системную феноменологическую сущность сопряжения экономико-психологических S- и D-подсистем в экономической S-D-системе.

Системная цепь финансовых S-D-интересов $\sum V_* + \sum s_{v_*} = V + s_v = v_s$ (рис. 6, г, д) в социальной S-D-системе организована по интегративному социальному принципу: на любом поперечном первичном субъектном S-D-сечении суммируются все предшествующие S-желания V_* рынка B_s снабжения и внутренние S-желания s_{v_*} S-звена как парциальные субъектные или социально-психологические S-цели всего предшествующего поперечному S-D-сечению социального S-мира желаний субъектов S-хозяйствования в стоимостной и/или ценовой субъектных формах. Методологически симметричная D-S-направленная закономерность $\mathbf{n} = \mathbf{N} - \mathbf{d}_n$ существует и в социальной D-S-цепи материальной потребности \mathbf{n} : на любом субъектном S-D-сечении вычитается неудовлетворенный спрос \mathbf{d}_n из предельного D-хотения \mathbf{N} всего последующего за поперечным сечением социального D-мира субъектов D-хозяйствования в продуктовой и/или потоковой формах [2].

Экономико-психологическая и экономическая S-D-модели отражают организацию денежной D-S-цепи в S-звене по объектному, дифференцирующему, разностному принципу, системно вычлняя из выручки \mathbf{v}_s , в первую очередь, внутренние экономические мотивы s_v каждым хозяйствующим субъектом. Главные экономические переменные состояния в локализованном объектном S-звене – это собственные для хозяйствующего субъекта денежные поступления $s_v = v_s - V$ и неудовлетворенные потребности $\mathbf{d}_n = \mathbf{N} - \mathbf{n}$ хозяйствующего D-субъекта. Социо- и эконометрически естественная алгоритмизация (рис. 1-7) системных S-D-моделей объясняет, с одной стороны, социальную необходимость интегрально существовать и взаимодействовать с S-D-социальным миром, а с другой стороны – экономическое стремление отсоединиться от общего экономического мира и иметь финансовую самостоятельность в делении денежных ресурсов \mathbf{v}_s, s_v [1].

Алгоритмизация и минимизация – редукция до двух пар переменных состояния в субъектных и объектных S-D-сечениях – первичных управляемых характеристик позволили разработать алгоритмические и структурные основы теории управления человеческим фактором в социальных и экономических системах. Новая научная парадигма методологической симметрии [2] социального движения субъектных носителей: интересов и потребностей – и экономического движения объектных: товарных и денежных – носителей позволила разработать алгоритмические основы учета структурных и системных характеристик человеческого фактора и дуального управления ими в социальных и экономических системах [3].

Для обеспечения дуальной управляемости социальной и экономической систем в каждой из них требуется выполнение трех основных условий: концептуального, конструктивного и факторного. На двухмерном поперечном S-D-сечении любая дуальная пара зависимых концептов – переменных состояния – является концептуально системообразующей: одна из них как выход объекта управления и вход регулятора – прямая связь; другая – выход регулятора и вход объекта управления – обратная связь. Для любой дуальной управляемой переменной состояния существуют конструктивные, минимальные по сложности, сопряженные социальный ноэтип Φ и экономический генотип Φ_* , определяемые иммитансами, которые в минимальном ненулевом их наборе названы дуальными парами структурных – факторных – характеристик свойств человеческого фактора.

Третьим и достаточным условием системообразования дуальных базовых системных моделей на S-D-сечении является наличие хотя бы одного субъектного или объектного воздействия – управленческого V и/или N (рис. 6 б-е) на социальную структуру и/или управляющего V и/или N (рис. 7 б-е) на экономическую структуру.

При соблюдении концептуального (управленческого ноэтического и управляющего фенетического), конструктивного (ноэтипического w , Φ и генотипического w_{\bullet} , Φ_{\bullet}) и факторного (воздействий и иммитансов) условий всегда на субъектном или объектном сечении может быть спроектирована его управляемая дуальная системная модель – пара базовых моделей (рис. 6 г, д, 7 г, д). Алгоритмы (рис. 6 г, 7 г) и их решения (рис. 6 е, 7 е) для базовых системных моделей (рис. 6 д, 7 д), содержащих дуальные системные регуляторы в обратных связях, раскрывают механизм рыночного, дуального по сути и сопряженного по метрике саморегулирования социального и экономического движения в любой его двухмерной поперечной дуальной концепции – на любой тетраде поперечных концептов [2, 3].

Исходя из структурной симметрии регулятивных механизмов сопряженных социальной и экономической систем, предложен способ согласованной – социально и экономически естественной – сравнительной оценки и социальной, и экономической эффективности дуального управления в социальных и экономических системах. Такой способ позволяет, исходя из решений (рис. 6 е, 7 е) системных моделей социального и экономического движения, вычислять эффективность управления человеческим фактором по любой переменной состояния социальной и экономической систем как для производителей, так и для потребителей продукции. На основ предложенного способа выявляются наиболее дуально неэффективные переменные состояния в социальной и экономической системах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кнышев Иг.В. Развитие методов сопряженного управления в социальных и экономических системах: дис. ... канд. экон. наук / Иг.В. Кнышев. Саратов, 2006. 244 с.
2. Кнышев Ил.В. Методологические новации в количественном анализе сопряженных социальных и экономических процессов: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2007. 177 с. Деп. в ВИНТИ РАН 15.05.07, № 520-В2007.
3. Кукушкин М.А. Человеческий фактор в управлении социальными и экономическими системами / М.А. Кукушкин. Саратов: Научная книга, 2007. 347 с.

Проталинский Олег Мирославович –

доктор технических наук, профессор, проректор по информатизации Астраханского государственного технического университета

Чечнев Леонид Юрьевич –

аспирант Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001 5

Н.В. Кнышева, А.М. Кукушкин

ПРИЗНАКИ КЛАСТЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ КОРПОРАЦИИ

Рассмотрены признаки и типы взаимодействий промышленной корпорации с внешней социальной и экономической средой, приведены основные условия кластерности корпорации.

Экономика, управление, система, кластер, корпорация

N.V. Knysheva, A.M. Kukushkin

SIGNS CLUSTER INDUSTRIAL CORPORATION

Features and types of interactions of industrial corporation with the external social and economic environment are considered, the basic conditions of the corporations clusterness are resulted.

Economics, management, system, cluster, corporation

Применение структурных и системных методов [1] позволило выявить многоуровневый подход (рис. 3) к формированию долгосрочных конкурентных преимуществ и развитию (рис. 8, 9) кластерных промышленных корпораций, а также основные отличительные (от картеля, концерна, синдиката, треста и т.д.) признаки и типы взаимодействий промышленной корпорации [1], помимо акционерной формы управления ее деятельностью:

1) крупное производство промышленной корпорации – товарный выход корпорации (рис. 1 а, 2 а) во внешний экономический мир и одновременно вход в заданный отраслевой рынок сбыта;

2) значительные для региона, где корпорация – резидент, финансовые ресурсы, получаемые от сбыта продукции, – денежный вход корпорации (рис. 1 а, 2 а) из внешнего экономического мира и одновременно выход рынка спроса и потребления;

3) разветвленные, сходящиеся на товарном входе корпорации, экономические цепи «экология – ресурсы – производство – распределение – обмен» экономического мира ее снабжения (рис. 3);

4) разветвленные, расходящиеся от товарного выхода (рис. 2 а) сбыта корпорации, цепи «производство – распределение – обмен – потребление – сервис – экология» экономического мира спроса, сбыта и кредитования потребления (рис. 3);

5) стремление корпорации (рис. 2 в) увеличивать долю выручки в отраслевом рынке, вплоть до его монополизации в своей стране и превращения на мировом рынке в транснациональную корпорацию;

6) новационные намерения (рис. 9 в), инновационный спрос (рис. 9 а) и опережающее конкурентов, инновационное воспроизводство (рис. 8) экономических и социальных ресурсов (рис. 1-7) корпорации, обеспечивающих ее долгосрочные экономические и социальные, а не только технологические, конкурентные преимущества;

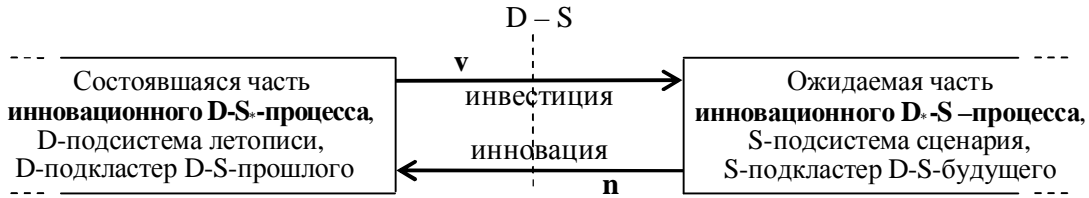
7) многослойный характер свойства системности: экономической и социальной, пространственной (рис. 1, 2) и хронологической (рис. 9).

Назовем множество экономических цепей, сходящихся на экономическом входе снабжения корпорации, ее лигандом снабжения, а множество экономических цепей, расходящихся на ее экономическом выходе, – лигандом спроса. Наличие экономических и социальных лигандов снабжения и спроса – это необходимое, но еще недостаточное условие кластерности промышленной корпорации (рис. 3).

Приведем основные этиологические – причинно-следственные – свойства пространственной (рис. 1, 2) и хронологической (рис. 8, 9) кластерности (рис. 3) конкурентоспособной промышленной корпорации:

1) системность экономических связей корпорации по каждому определяющему ее объектную конкурентоспособность лиганду снабжения;

2) системность социальных, сопряженных с экономическими, связей корпорации по каждому определяющему ее социальную конкурентоспособность лиганду снабжения;

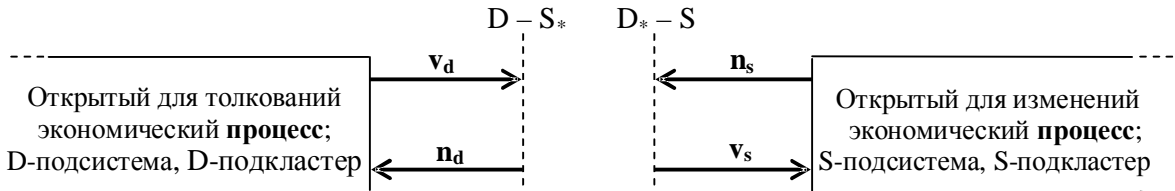


а – экономическая D-S-система (ср. рис. 1, а) хронологического процесса изменения экономических координат «**инвестиция v – инновация n**» на объектном хронологическом D-S-сечении (D-S – demand – supply – спрос – предложение); **лидер** – D-подсистема; S-подсистема – **ведомая**, комплементарная. Системные носители экономического процесса: инвестиция v, инновация n



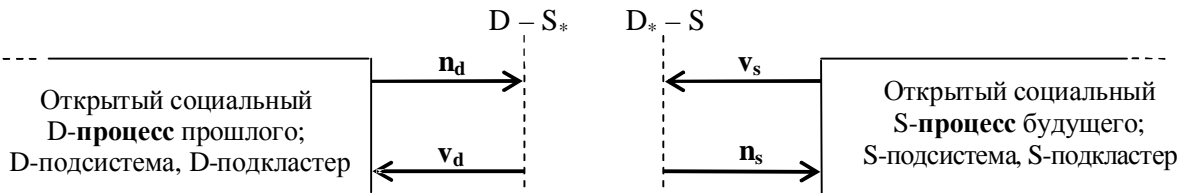
б – социальная D-S-система хронологического процесса изменения социальных координат «**новационная потребность n – инвестиционный интерес v**» на субъектном хронологическом (ср. рис. 1, б) D-S-сечении; D – подсистема **новационного намерения**; S – подсистема **инвестиционного стремления**; **лидер** – D-подсистема; S-подсистема – **ведомая**, комплементарная. Системные носители социального процесса: потребность n, интерес v

Рис. 8. Первичные системные модели **хронологических экономического и социального D-S-процессов** (ср. рис. 1) формирования конкурентных преимуществ



а – **спрос** (v_d, n_d) D-подсистемы (лидер) в собственной системе координат $\{v_d, n_d\}$: v_d – **инвестиция**, вложение денег; n_d – **ожидание инновации**, собственности

б – **предложение** (n_s, v_s) S-подсистемы (лидер) в собственной системе координат $\{n_s, v_s\}$: n_s – **создание новации**, собственности; v_s – **ожидание инвестиции**, денег



в – **намерение** (n_d, v_d) D-подсистемы (лидер) в собственной (основной) системе координат $\{n_d, v_d\}$: n_d – **хотение новации**, новой собственности; v_d – **побуждение** инвестировать инновацию

г – **стремление** (v_s, n_s) S-подсистемы (лидер) в собственной системе координат $\{v_s, n_s\}$: v_s – **желание** инвестиции, денег; n_s – **надежда** создать инновацию

Рис. 9. Структурные модели спроса заказчика и предложения исполнителя, новационного намерения инвестора и инвестиционного стремления подрядчика на D-S-сечениях (ср. рис. 2): **экономико-психологических** (а) и **социально-психологических** (б) – D-S-систем

3) системность экономических связей корпорации по каждому конкурирующему лиганду спроса, сбыта и потребления;

4) системность социальных, сопряженных с экономическими, связей корпорации по каждому социально значимому лиганду спроса;

5) способность корпорации быть долгосрочным лидером – кластерообразователем – для всех лигандов снабжения, сбыта, потребления и управлять формированием, согласованием и реализацией конкурентоспособных кластерных: системных собственных и лигандных – экономического движения товаров и денег, а также социального движения финансовых интересов и материальных потребностей (рис. 1, 3);

6) способность кластерообразователя обеспечивать хронологическую устойчивость новационного (рис. 9 в, г) и инновационного (рис. 9 а, б) воспроизводств социальной и экономической конкурентоспособности каждого субъектного и объектного звена мультилигандного кластера на любом его хронологическом сечении (рис. 3, 8, 9);

7) способность кластерообразователя создавать и удерживать необходимые и достаточные для обеспечения долгосрочных конкурентных преимуществ многослойные обеспечивающие экономические и поддерживающие социальные лиганды, подсистемы, подкластеры и кластеры: науки, здравоохранения, переподготовки, финансовые, страховые, новаторов, инновационных подрядчиков и т.д.

Саратовской методологической школой разработан ряд методов: сечений, переменных состояния, секционирования, эквивалентных замещений, иммитансов, передаточных функций – выявления и классификации типов взаимодействий и взаимосвязей, оценки управляемых состояний и свойств экстенсивной (товарно-денежной) и интенсивной (ценопотокной) конкурентоспособности экономической и социальной систем промышленной корпорации. Разработан многоуровневый кластерный подход к формированию долгосрочных конкурентных преимуществ и развитию кластерных промышленных корпораций, позволивший эффективно распределить функции поддержки и регулирования развития кластерных корпораций со стороны государства, региональных, муниципальных органов власти и общественных структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кнышев Ил.В. Философские основания управления в социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2009. 354 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.10.2009, № 649-B2009.

2. Кнышев Иг.В. Базовые структуры сопряженного управления в социальных и экономических системах: монография / Иг.В. Кнышев. Саратов, 2009. 134 с. Деп. в ВИНТИ РАН 14.04.2009, № 215-B2009.

3. Кукушкин М.А. Человеческий фактор в управлении социальными и экономическими системами / М.А. Кукушкин. Саратов: Научная книга, 2007. 347 с.

Кнышева Наталия Валентиновна – соискатель Саратовского государственного социально-экономического университета

Кукушкин Александр Михайлович – кандидат экономических наук, помощник руководителя территориального органа Федеральной службы государственной статистики по городу Санкт-Петербургу и Ленинградской области

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

Ж.П. Бурдонова, А.М. Кукушкин

ГРАНИЦЫ КЛАСТЕРНОСТИ СОЦИАЛЬНОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Определены свойства кластерной промышленной корпорации, формирующей долгосрочные конкурентные преимущества, установлены границы кластерности социальной и экономической систем корпорации.

Экономика, управление, система, кластер, конкуренция

Z.P. Burdonova, A.M. Kukushkin

BORDERS CLUSTER SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEM

Properties of the cluster industrial corporation, forming long-time competitive advantages, are defined, clusteriness borders of social and economic systems of corporation are established.

Economics, management, system, cluster, competition

Существует множество публикаций, посвященных экономическим кластерам. Однако адекватные определение и построение многоуровневого мультилигандного кластера без использования структурных и системных методов, модифицированных И.В. Кнышевым [1], вряд ли были возможны. Промышленная корпорация, формирующая долгосрочную конкурентоспособность, будет кластерной, если ей присущи следующие свойства (рис. 1-9): 1) наличие главного кластерообразователя – активного кластерного лидера, инициатора новации и инновационного воспроизводства; 2) наличие у него рыночных (кластерно независимых) и кластерных (ведомых, зависимых от результатов кластерной деятельности) лигандов снабжения и спроса, сбыта, сервиса, кредитования потребления; 3) системность связей лидера с ведомыми кластерными лигандами и субъектами внутри лидера и лигандов, при этом все дуальные системные связи в конкурентоспособном кластере являются системообразующими; 4) экономическая и социальная управляемость таких связей; 5) системная устойчивость пространственной распределенности (рис. 1-3) взаимодействующих хозяйствующих субъектов (в экономической системе кластера) и взаимосвязанных субъектов хозяйствования (в его социальной системе), а также степеней свободы субъектов и кластера в целом; 6) системная устойчивость хронологической распределенности (рис. 3, 8, 9) взаимодействующих (в экономической системе процесса инновационного кластерного воспроизводства) и взаимосвязанных (в социальной системе процесса новационного кластерного воспроизводства) состояний каждого субъекта, социальных и экономических степеней свободы конкурентоспособности кластера; 7) устойчивая многослойность экономической и социальной систем кластера в инновационном развитии поддерживающих экономических кластеров и новационном воспроизводстве обеспечивающих кластеров; 8) возможность образования лояльных вторичных кластерообразователей в многоуровневых и многослойных лигандах кластера.

Экономические взаимодействия между хозяйствующими субъектами кластера могут быть двух основных видов: 1) системные или кластерные, когда товарный и денежный компоненты на сечении долговременно связаны и зависят от результатов экономической деятельности ведущего кластерообразователя и кластера в целом (рис. 3); 2) структурные или рыночные, когда товарный или денежный компонент в сечении не зависит от последующих кластерных экономических состояний, а зависит только от объемов собственных поставок.

В последнем случае экономическая структурная связь идентифицируется управляющим или граничным воздействием на экономическую систему кластера. Граница экономической системы кластера проходит по всем таким чисто рыночным отношениям «продал – забыл» на всех лигандах снабжения и сбыта [2].

Социальные взаимосвязи между субъектами хозяйствования также могут быть двух основных видов: 1) системные или кластерные, когда финансовый интерес и материальная потребность субъекта хозяйствования на сечении долговременно связаны и зависят от результатов социальной деятельности кластера (рис. 1); 2) структурные или субъектные, когда интерес или потребность субъекта не зависит от последующих кластерных социальных состояний, а зависит только от величин собственных интересов или потребностей субъекта.

В последнем случае субъектная структурная связь является управленческим или же граничным воздействием на социальную систему кластера. Граница социальной системы кластера проходит по всем таким чисто субъектным (не социальным) отношениям внешнего мира к социальному кластеру на всех лигандах и по всем степеням социально-психологической и социальной свобод кластера.

Саратовской методологической школой разработан ряд принципов построения кластеров экономического управления: технологического и мотивационного (рис. 1 а, 2 а, б) – и социальной организации: аксиологической на ценностях снабжения и спроса, поведенческой на надеждах производителя и побуждениях потребителя (рис. 1 б, 2 в, г) – как необходимого начального условия новационного производства долгосрочных конкурентных преимуществ кластерной промышленной корпорации [3].

Разработаны методы формирования стратегии достижения долгосрочных конкурентных преимуществ кластерной промышленной корпорации, основанные на кластерном мировоззрении хозяйствования, включающем адекватные механизмы реагирования на социальные, экономические и экологические изменения внешней среды.

Границы внешних и внутренних, пространственных и хронологических экономической и социальной сред кластера проходят по множеству управляющих (граничных экономических) и управленческих (граничных социальных) воздействий на кластер: его лиганды, кластерообразователь и все степени экономической, социальной, психологической, правовой и юридической свобод всех звеньев кластера.

В кластерном механизме реализации долгосрочных конкурентных преимуществ промышленной корпорации внутренняя, как правило, цепная ветвящаяся среда кластера представляет собой множество звеньев: хозяйствующих субъектов и их степеней экономической свободы предложения и спроса (рис. 1а, 2а, б, 8а, 9 а, б), субъектов хозяйствования и их степеней социальной свободы стремлений и намерений (рис. 1 б, 2 в, г, 8б, 9 в, г), – соединенных экономическими и социальными системными связями. Вся внешняя по отношению к кластерным связям среда заменяется – имитируется и замещается – сравнительно простыми эквивалентными граничными условиями. Вся внутренняя среда кластера идентифицируется кластерными системными экономическими и социальными отношениями [2].

Важным свойством, упрощающим кластерный механизм управления в пространственных экономических кластерах, является сквозной цепной пространственный характер экономических и технологических операций «природа – экология – сырье – производство – распределение – обмен – потребление – сервис – экология – природа» на каждой экономической цепи «лиганд снабжения – кластерообразователь – лиганд сбыта и потребления», показанной на рис. 3.

Механизмами реализации долгосрочных конкурентных преимуществ кластерной промышленной корпорации являются проектирование преобразований экономической и социальной структуры корпорации; формирование социальной системы, в которой человеческий капитал корпорации является доминирующим фактором развития; оценка внешних социальных, экономических и психологических эффектов функционирования кластерной промышленной корпорации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кнышев Иг.В. Базовые структуры сопряженного управления в социальных и экономических системах: монография / Иг.В. Кнышев. Саратов, 2009. 134 с. Деп. в ВИНТИ РАН 14.04.2009, № 215-В2009.

2. Кнышев Ил.В. Философские основания управления в социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2009. 354 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.10.2009, № 649-В2009.

3. Кукушкин М.А. Управление человеческим фактором в социальных и экономических системах / М.А. Кукушкин. Саратов: Научная книга, 2007. 347 с.

Бурдонова Жанна Павловна –

соискатель Саратовского государственного технического университета

Кукушкин Александр Михайлович –

кандидат экономических наук, помощник руководителя Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по городу Санкт-Петербургу и Ленинградской области, г. Санкт-Петербург

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

Иг.В. Кнышев

**ФРАКТАЛЫ И МАСШТАБНАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ В КЛАСТЕРНЫХ
СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Разработаны принципы фрактального структурирования социальной и экономической систем кластерной промышленной корпорации. Приведена классификация и определены структурные условия масштабной инвариантности цепных звеньев как фракталов в кластерной корпорации.

Экономика, управление, фрактал, система, кластер

Ig.V. Knyshev

**FRACTALS AND SCALE INVARIANCY IN CLUSTER SOCIAL
AND ECONOMIC SYSTEMS**

Principles of fractal structurizations of social and economic systems of cluster industrial corporation are developed. Classification is resulted and structural conditions of scale invariance of chain links as fractals in cluster corporations are defined.

Economics, management, fractal, system, cluster

Сопряженные социальные и экономические системы (СЭС) существуют везде и всегда [1], как только возникли идеи стоимости товара и товарного обмена, были изобретены деньги и товарно-денежный обмен «предложение S (supply) – спрос D (demand)».

СЭС основаны на цепях системных пар хозяйствующих субъектов, например: пред-

приятие и рынки снабжения и сбыта; человек и Природа; человек и социум; гендер; семья, предприятие и государственная организация или само государство; этнос и социум, социум и природа – во всех вариациях их дуальных субъектных и объектных отношений. Всякий хозяйствующий субъект одновременно является и субъектом хозяйствования [1].

Такой дуальный субъект – это как двуликий Янус, одно лицо – сознание – которого обращено в субъектную или социальную реальность, а другое – мышление – в объектную или экономическую реальность. Сопряженные сознание (рис. 10-15, 22-27) и мышление (рис. 16-21, 28-33) образуют разум, много сознаний взаимосвязанных субъектов – когниталитет, много мышлений взаимодействующих субъектов – менталитет, а коллективные когниталитет и менталитет – коллективный разум субъектов [2].

С другой стороны, любому хозяйствующему субъекту необходимо разветвленные снабжение – хотя бы ресурсами жизнеобеспечения – и сбыт результатов существования и деятельности. Тогда ноуменологический субъект хозяйствования (рис. 10-12), содержащийся в феноменологическом хозяйствующем субъекте с его объектным мышлением, в своем субъектном сознании должен сформировать намерение экономического спроса снабжения и стремление к экономическому предложению и сбыту продукции и/или отходов (рис. 10-12). В такой трактовке любые функционально однородные субъектные и объектные акторы обладают свойством самоподобия, масштабной инвариантности – скейлинга – и являются дуальными фракталами в цепных, кластерных и сетевых СЭС.

Всякая СЭС является кластерной или, по меньшей мере, квазикластерной на разветвленном снабжении и сбыте. Любознательный человек всегда пытался осознать суть субъектной реальности и осмыслить сущность объектной реальности в их первичных взаимоотношениях. Однако до недавнего времени законы фрактальных субъектных и объектных отношений не поддавались их дуальной, тетрадной и октадной алгоритмизации [2].

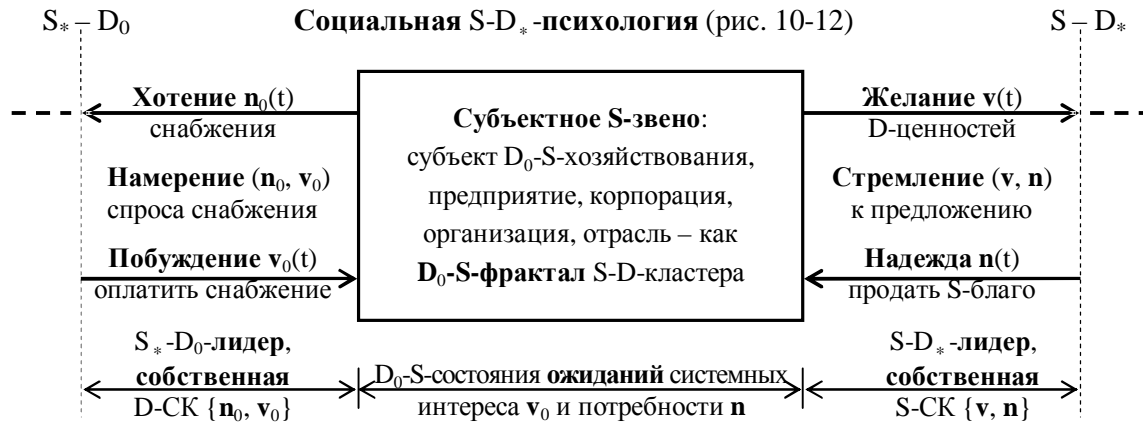
Не были разработаны и философские их основания, особенно в условиях жесткого разделения мировоззрения на идеализм и материализм. Дуальное управление в СЭС было в основном интуитивным. Для эффективного – и разумного – управления в СЭС требовались обоснованные дуальное мировоззрение, знание законов и методов сопряжения субъектных и объектных отношений, умение их анализировать и синтезировать, навыки проектирования дуального управления, применимого для всего многообразия СЭС, активно конкурирующих в дуальных и сопряженных социальной и экономической средах.

Современная философия, политика, экономика, социология, психология, право и ряд других наук гуманитарной сферы – гуманологии – чрезмерно углубились в их метафоризацию, в поиск ярких слоганов, которыми можно удивить кредиторов науки.

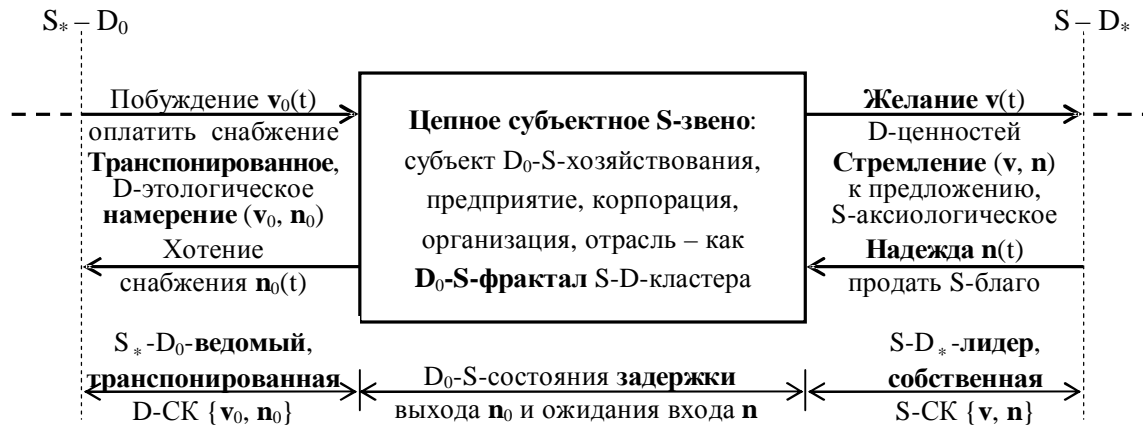
Посвятить себя разработке – практически с нуля – «сухих, неярких», но содержательных оснований в методологии, алгоритмизации в теории, аппарата для анализа-синтеза и инструментов для проектирования управления субъектными и объектными отношениями в кластерных СЭС могут только редкие единицы ученых-энтузиастов нашей страны [1–3].

На рис. 10-33 показаны следующие восемь главных классов кластерных организации и управления, в которых может быть любой субъект – фрактал – кластерной СЭС: 1) хорологическая организация социально-психологических $S-D_*$ -состояний субъектов хозяйствования M_s (рис. 10-12), социальной $S-D_*$ -психологии стремления к экономическому предложению в хорологической реальности социального $S-D$ -движения $\{v(t), n(t)\}$ финансовых интересов $v(t)$ и материальных потребностей $n(t)$; 2) хорологическая организация социально-психологических S_*-D -состояний субъектов хозяйствования M_d (рис. 13-15), социальной S_*-D -психологии намерения спроса и потребления в хорологической реальности социального движения $\{n(t), v(t)\}$ материальных потребностей $n(t)$ и финансовых интересов $v(t)$; 3) хорологическое управление экономико-психологическими $S-D_*$ -состояниями хозяйствующих субъектов M_s (рис. 16-18), экономической $S-D_*$ -психологией предложения в хорологической реальности экономического движения $\{n(t), v(t)\}$ товаров $n(t)$ и денег $v(t)$; 4) хорологическое управление экономико-психологическими S_*-D -состояниями хозяйствующих субъектов M_d (рис. 19-21), экономической S_*-D -психологией спроса в хорологической реальности экономического движения $\{v(t), n(t)\}$ денег $v(t)$ и товаров $n(t)$;

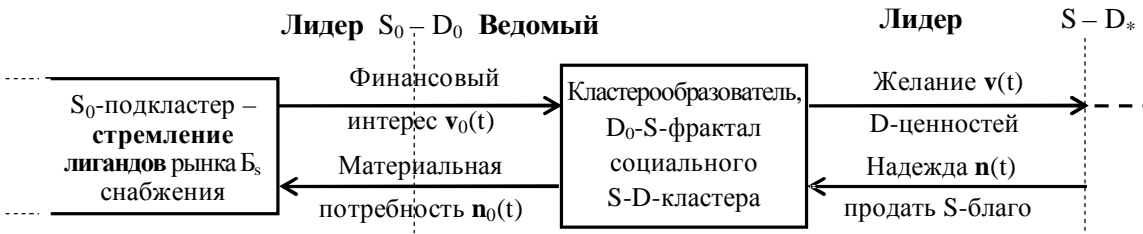
ФРАКТАЛЬНАЯ ХОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ СУБЪЕКТОВ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ (рис. 10-15)



а – социальное S-звено – **S-D_{*}-кластерообразователь** – в **основных социально-психологических состояниях со входами ожиданий** финансового интереса $v_0(t)$ и материальной потребности $n(t)$. D-СК, S-СК – пара двумерных систем **социально-психологических S-D-координат намерения** спроса (demand) и **стремления** к предложению (supply)

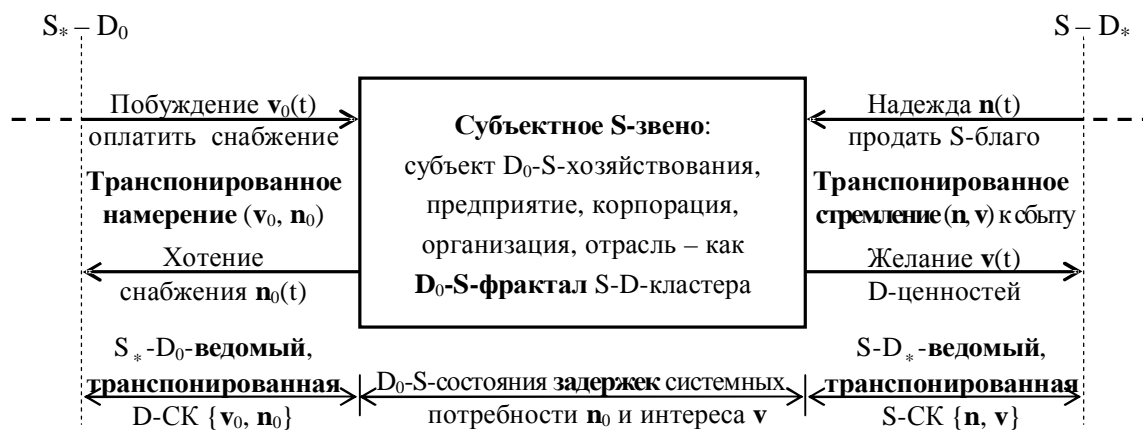


б – S-кластерообразователь (а) с **транспонированным** намерением снабжения в социально-психологических состояниях с разомкнутыми, **пассивными выходом** потребности $n_0(t)$ снабжения и **входом** потребности $n(t)$ спроса

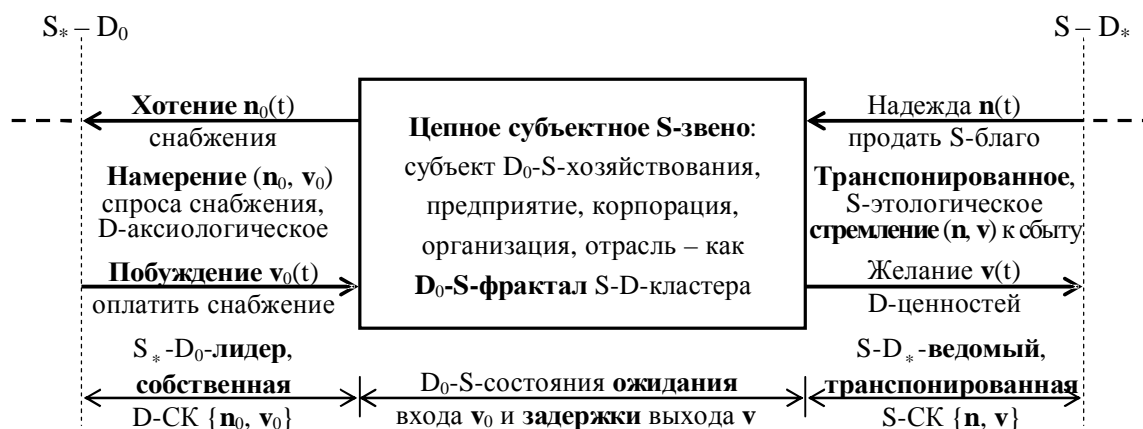


в – S-подкластер в **основном цепном социально-психологическом S-D_{*}-состоянии (v, n)**: согласованы желание и финансовый интерес $v(t)$, ожидается потребность $n(t)$

Рис. 10. Ноуменные модели двумерных социально-психологических концепций типового – фрактального – субъектного S-звена как S-кластерообразователя в **S-D_{*}-подкластере социального S-D-движения** интересов $v_*(t)$ и потребностей $n_*(t)$. Пунктиром отмечены замыкания **активных** выходов (а–в) или входа (б), **пассивные** входы (**ожидания**) и выходы (**задержки**) разомкнуты; t – параметр времени



а – **S-D_{*}-кластерообразователь** (рис. 10,а) в **транспонированных** социально-психологических состояниях с **задержками** согласования материальной потребности $n_0(t)$ снабжения и финансового интереса $v(t)$. СК – система социально-психологических S-D-координат

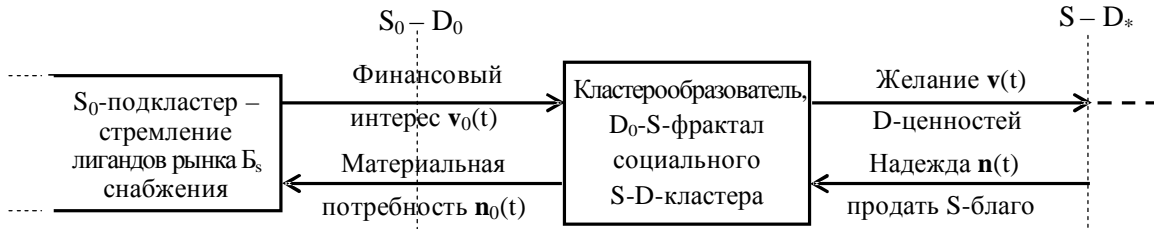


б – **S-D_{*}-кластерообразователь** с **транспонированным стремлением** к сбыту (ср. рис. 10,а) в социально-психологических состояниях с **пассивным входом** финансового интереса $v_0(t)$ снабжения и **выходом** финансового S-D_{*}-интереса $v(t)$



в – S-подкластер (рис. 10,в) в **транспонированном цепном социально-психологическом** состоянии (n, v) : имеется надежда или согласована материальная потребность $n(t)$, задержано согласование финансового интереса $v(t)$ – на базе фрактала (б)

Рис. 11. Транспонированные ноуменные модели **социально-психологических** концепций (рис. 10) S-кластерообразователя в **S-D_{*}-подкластере социального S-D-движения** финансовых потребностей n_* и материальных интересов v_*



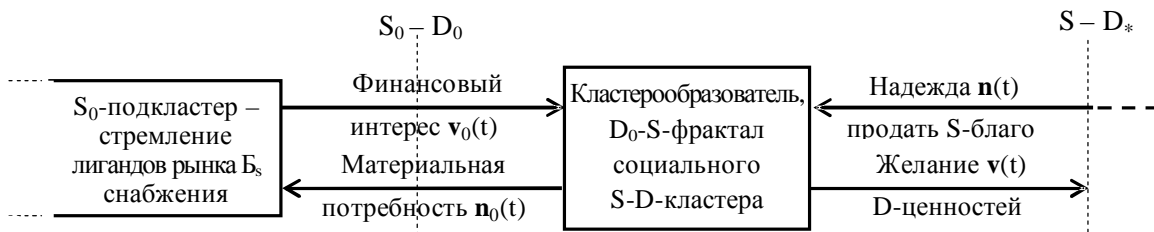
а – S-подкластер в **основном** цепном **социально-психологическом** S-D* -состоянии (v, n) (рис. 10,б,в): S-D* -подкластер – **лидер**; ожидаемый S* -D-подкластер – **ведомый, комплементарный**; S-кластерообразователь – **ведомый** в **намерении** (v_0, n_0) снабжения и **лидер** в **стремлении** (v, n) к сбыту



б – S-D* -кластерообразователь (рис. 10,а) в **его основных** S-D* -состояниях **двухстороннего лидера** в **намерении** (n_0, v_0) снабжения и **стремлении** (v, n) к сбыту



в – S-D* -подкластер (а) в **транспонированном** цепном **социально-психологическом** состоянии (n, v): S-D* -подкластер – **ведомый**; ожидаемый S* -D-подкластер – **лидер**; S-кластерообразователь (рис. 11,б,в) – **лидер** в **намерении** (n_0, v_0) снабжения и **ведомый** в **стремлении** (n, v) к сбыту



г – S-D* -кластерообразователь (рис. 11,а) в его **транспонированных** S-D* -состояниях **двухстороннего ведомого** в **намерении** (v_0, n_0) снабжения и **стремлении** (n, v) к сбыту

Рис. 12. Тетрада основных классов ноуменных моделей первичных сопряженных социально-психологических концепций (v_*, n_*) и (n_*, v_*) S-D* -кластерообразователя в составе S-D* -подкластера социального S-D-движения финансовых интересов $v_*(t)$ и материальных потребностей $n_*(t)$ в **едином времени** t

5) хронологическая организация социально-психологических $D-S_*$ -состояний субъекта хозяйствования M_d (рис. 22-24), социальной (новационно-инвестиционной) $D-S_*$ -психологии новационного намерения в хронологии социального $D-S$ -процесса $\{n(r), v(r)\}$ изменения новационной потребности $n(r)$ и инвестиционного интереса $v(r)$; 6) хронологическая организация социально-психологических D_*-S -состояний субъекта хозяйствования M_s (рис. 25-27), социальной (инвестиционно-новационной) D_*-S -психологии инвестиционного стремления в хронологии социального $D-S$ -процесса $\{v(r), n(r)\}$ изменения инвестиционного интереса $v(r)$ и новационной потребности $n(r)$; 7) хронологическое управление экономико-психологическими $D-S_*$ -состояниями хозяйствующего субъекта M_d (рис. 28-30), экономической (инвестиционно-инновационной) $D-S_*$ -психологии инвестиционного спроса в хронологической реальности экономического $D-S$ -процесса $\{v(r), n(r)\}$ изменения инвестиции $v(r)$ и инновации $n(r)$; 8) хронологическое управление экономико-психологическими D_*-S -состояниями хозяйствующего субъекта M_s (рис. 31-33), экономической (инновационно-инвестиционной) D_*-S -психологии инновационного предложения в хронологической реальности экономического $D-S$ -процесса $\{n(r), v(r)\}$ изменения инновации $n(r)$ и инвестиции $v(r)$.

В каждом $S-D$ -движении субъектных и объектных носителей существует дуальный $S-D$ -процесс изменения их характеристик. В каждом $D-S$ -процессе изменения характеристик субъекта и/или объекта существует дуальное $D-S$ -движение соответствующих носителей.

Внимательному читателю, познавшему фрактальность кластерных СЭС на рис.10–33 в настоящей и последующей статьях, все они прояснят Мир и упорядочат Мировоззрение на его единую тетрадную: хорологическую и хронологическую субъектную и объектную – Природу и облегчат проблему выбора объектов и предметов анализа-синтеза.

С позиций административного квантования активности социальной – субъектов хозяйствования – и экономической (хозяйствующих субъектов) сред, любое предприятие принято считать юридическим лицом, с одной стороны, на всем хронологическом интервале, начиная с даты административной регистрации и заканчивая датой ликвидации, и, с другой стороны, в обязательной пространственной – хорологической – привязке местонахождения юридического лица, его недвижимого и движимого имущества, взаимоотношений предприятия с другими юридическими и физическими лицами.

С подобных позиций административного, социального, физиологического и физического квантований, человека – социуса в социуме – как минимального кванта социума принято считать физическим лицом на всем хронологическом интервале, начиная с момента зарождения и заканчивая датой регистрации смерти, и также в пространственной – хорологической – привязке его неделимого личностного местонахождения, недвижимого и движимого имущества, взаимоотношений с другими физическими и юридическими лицами.

В новой научной парадигме принципиальных модельных различий между социально (в соционимике) и экономически (в содержательной экономике) активными физическими и юридическими, созданными, в первую очередь, на физических лицах, лицами почти не существует. При этом, безусловно, существуют смысловые, содержательные и сущностные различия субъектных, социальных и объектных, экономических отношений. Первичные доказательства единого методологического подхода к гуманомике: соционимике, экономике и правонимике – юридических и физических лиц изложены и наглядно: геометрически, структурно и системно – отражены в работе [2].

Такой подход позволил применить фрактальное квантование и идеи масштабной инвариантности – скейлинга – социальных и экономических фракталов к редукции сложности человеческого и социальных «факторов» (по современным представлениям: фактор – характеристика свойства; факт – характеристика состояния) в исследовании сопряженных кластерных СЭС, организации и управлении ими:

– в социальной системе – аксиологическими или субъектными телеологическими, поведенческими (этологическими) или субъектными технологическими стремлениями и наме-

рениями, интересами и потребностями, совместимыми с характеристиками в сопряженной экономической системе (рис. 10-33);

– в экономической системе – мотивационными или объектными телеологическими, технологическими или объектными этологическими (поведенческими) предложением и спросом, товарными и денежными движениями и процессами.

Однако ВАК закрыл экономическую часть специальности 05.13.10, единственную обобщающую прикладную специальность в гуманитарной сфере, непонятую экспертами-экономистами узкоспециализированных ориентаций. Такое решение вполне может быть отнесено к классу мировоззренческих и методологических ошибок в области изучения человеческого и социальных факторов в СЭС, которая, исходя из результатов саратовской методологической школы, имеет все основания стать энциклопедически и методологически – по современным взглядам – широкой наукой гуманонологией и в ее составе гуманомикой: психономикой, социономикой, экономикой, правономикой и т.д.

Идеи фрактального самоподобия и масштабной инвариантности юридических и физических субъектов в дуальном, тетрадном и октадном расширении понятия фрактала доказательно и продуктивно применимы в СЭС. Познавательный и информационный объемы фракталов и подсистем на рис. 10-33 гораздо шире текстов, их описывающих.

Стремление: желание денег продавцом в зависимости от надежды продать продукт – и намерение: хотение продукта потенциальным покупателем и побуждение оплатить удовлетворяемое хотение – являются первичными и определяющими компонентами организации социального движения его субъектных носителей: основных – финансовых интересов; комплементарных – материальных потребностей. В свободной рыночной экономике только при наличии социальных интересов и потребностей развивается и организуется ими экономическое движение его объектных носителей: основных – товаров; комплементарных – денег.

Организация в СЭС состоит в формировании и согласовании управленческих воздействий на социально-психологическую и социальную компоненты СЭС с целью долгосрочного удержания высоких социальных пассионарности [2] и конкурентоспособности субъектных отношений во всех звеньях кластерной СЭС. Управление в СЭС заключается в формировании, согласовании и преобразовании управляющих воздействий на экономико-психологическую и экономическую компоненты СЭС с целью долгосрочного обеспечения экономических пассионарности [2] и конкурентоспособности объектных отношений во всех звеньях кластерной СЭС.

В свободной рыночной развивающейся и конкурентоспособной экономике только при наличии социальных новационных потребностей и инвестиционных интересов возникает, развивается и организуется ими (формируется и согласуется субъектными акторами) экономический процесс изменения объектных носителей: основных – инвестиций, собственных или заимствованных финансовых ресурсов, денег; комплементарных – преобразуемых новаций в инновацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Междисциплинарная методология гуманитарных и естественных наук: сб. науч. статей / под науч. ред. Иг.В. Кнышева. – Саратов: Научная книга, 2008. 244 с.
2. Кнышев Ил.В. Философские основания управления в социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2009. 354 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.10.2009, № 649-В2009.
3. Кукушкин М.А. Человеческий фактор в управлении социальными и экономическими системами / М.А. Кукушкин. Саратов: Научная книга, 2007. 347 с.

Кнышев Игорь Валентинович –

кандидат экономических наук, руководитель службы внутреннего контроля ООО «Экологические проекты», г. Москва

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

А.А. Захаров, Р.С. Соболев

КЛАСТЕРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НАМЕРЕНИЯ СПРОСА

Изложены принципы фрактального структурирования подсистемы социального намерения экономического спроса в кластерной промышленной корпорации. Показаны методы отображения субъектных лидера и ведомого в цепных звеньях – фракталах – намерения экономического спроса.

Экономика, спрос, организация, фрактал, кластер

A.A. Zakharov, R.S. Sobolev

CLUSTER THE ORGANIZATION OF INTENTION OF DEMAND

Principles fractal structurizations of a subsystem of social intention of economic demand in cluster industrial corporation are stated. Methods of display of the subject leader and dependent in chain links – fractals – of intentions of economic demand are shown.

Economics, demand, organization, fractal, cluster

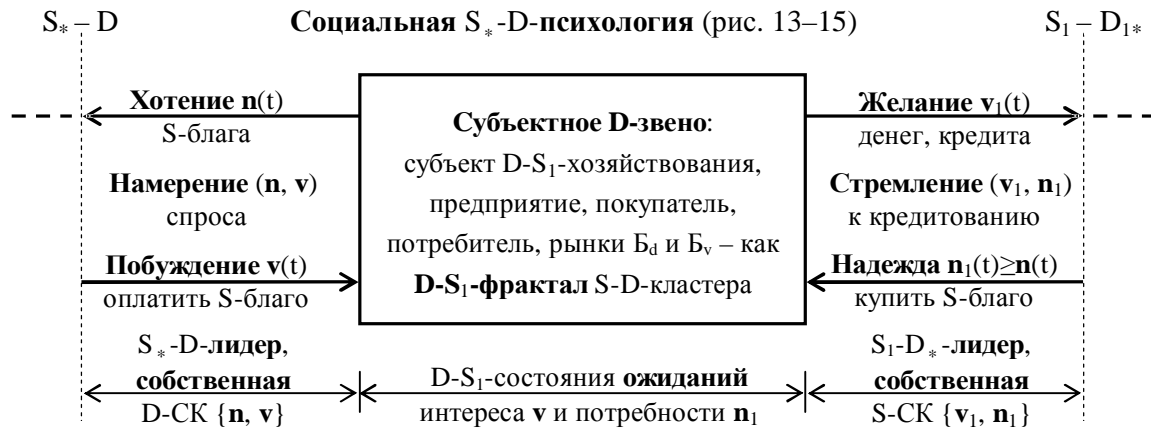
Методология фрактальной типологизации звеньев, лигандов (цепных ветвящихся подкластеров) и подсистем (рис. 10-33) в кластерных социальных и экономических системах (СЭС) впервые предложена И.В. Кнышевым [1] и активно развивается в работах саратовской методологической школы [2]. Количество публикаций, связанных с кластерными системами, превысило миллион. Однако общая теория и основы проектирования организации и управления в кластерных СЭС развиваются практически только в рамках вышеуказанной школы.

Рассмотрим структурные особенности кластерной организации намерения (рис. 13-15) экономического спроса D (demand) в сравнении с кластерной организацией стремления (рис. 10-12) к экономическому предложению S (supply). Всякое D -звено, фактически $D-S_1$ -звено, имеет две главные стороны: D -сторону намерения и S -сторону стремления.

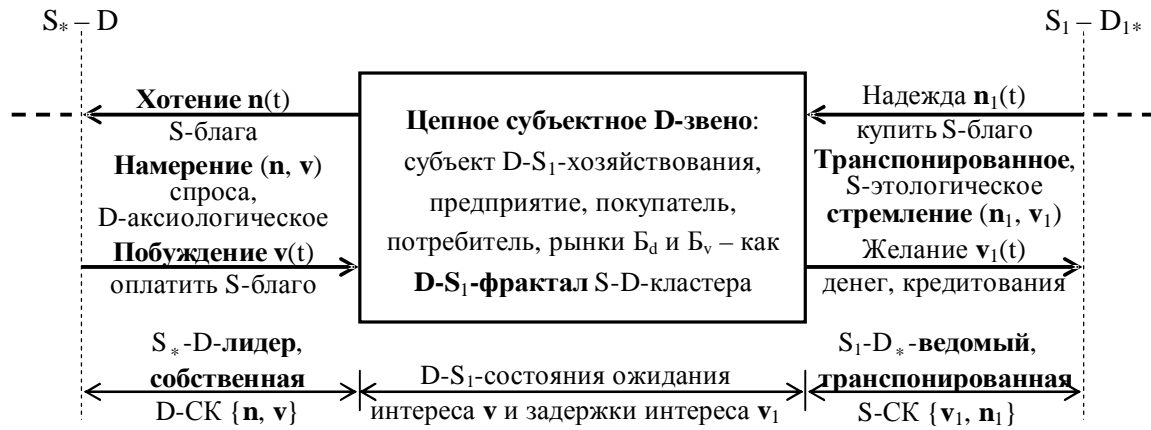
С D -стороны типологизируемого D -звена намерение (\mathbf{n}, \mathbf{v}) спроса (рис. 13) – это всегда двухмерная характеристика, содержащая выход \mathbf{n} и вход \mathbf{v} в нее: хотение $\mathbf{n}(t)=1/p \cdot \mathbf{v}(t)$ S -благ субъектным D -звеном или S_* - D -подсистемой, D -выход звена во внешний социально-экономический мир; побуждение $\mathbf{v}(t)$ оплатить хотимое S -благо по продуктовой цене $1/p=n/v=n_v/1_v$, D -вход звена из внешнего социально-экономического мира. Квант n_v продукта эквивалентен единице 1_v стоимости. Многообразие продуктов «корзины» намерения приводимо к ее общей единице 1_n наблюдения интегрального хотения \mathbf{n} (табл. 3–6).

Фрактальность намерения состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3-6): продуктивно-затратной (\mathbf{v}, \mathbf{n}) , потоко-ценовой (\mathbf{p}, \mathbf{q}) и т.д. – оно всегда содержит выход во внешний мир и вход из него. Одномерное намерение: только хотение или только побуждение – является субъектным, а не социальным ноуменом, и не имеет прямого отношения к системной (с прямой и обратной связями) организации намерений в СЭС.

Социально-психологическое намерение спроса (рис. 13) телеологически направлено на реализацию последующих объектных владения, потребительского пользования и/или распоряжения товаром, услугой или выполненной работой – вначале хотимыми продуктами.



а – социальное D-звено – **S*-D-кластерообразователь** (ср. рис. 10–12) – в социально-психологических (разомкнутых) состояниях с входами **системных ожиданий** – согласований финансового интереса $v(t)$ и потребности $n_1(t)$ спроса. D-CK, S-CK – система **социально-психологических** координат намерения спроса (demand) и стремления к предложению (supply) на S-D-сечениях

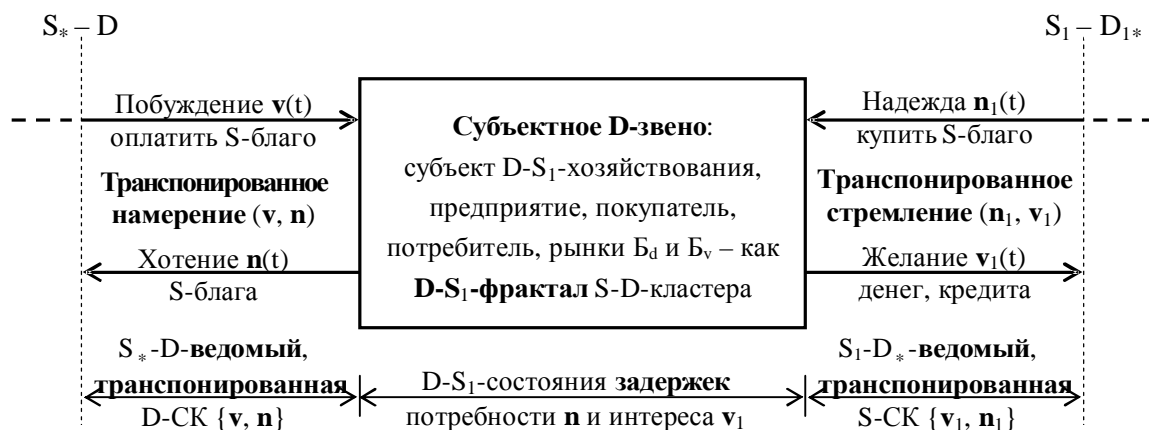


б – D-кластерообразователь (а) с транспонированным стремлением к кредитованию в социально-психологических состояниях с разомкнутыми, **пассивным входом** финансового интереса $v(t)$ продавца и **выходом** интереса $v_1(t)$ к кредитованию

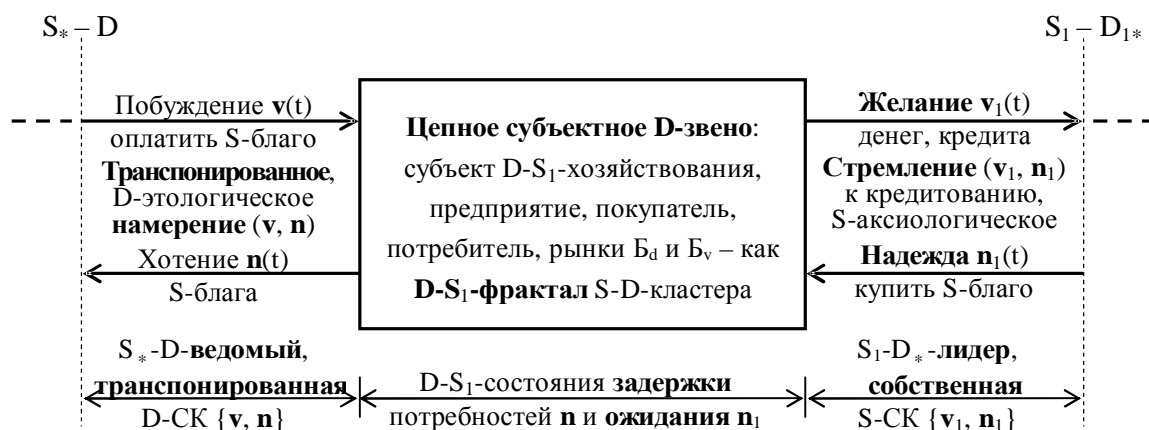


в – S*-D-подкластер в **основном** социально-психологическом состоянии (n, v) : имеется хотение или согласована потребность $n(t)$, ожидается финансовый интерес $v(t)$

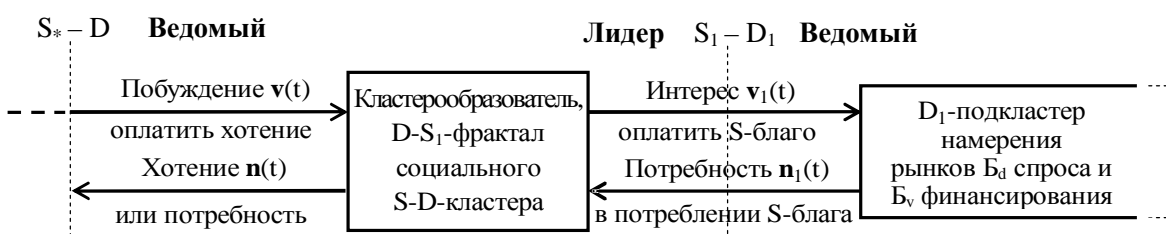
Рис. 13. Ноуменные модели социально-психологических концепций фрактального D-кластерообразователя в **S*-D-подкластере социального S-D-движения** потребностей n_* и интересов v_* . Пунктиром отмечены замыкания **активных** выходов (а-в) или входа (б), **пассивные** входы (ожидания) и выходы (задержки) разомкнуты



а – транспонированный S* -D-кластерообразователь в **социально-психологических** состояниях (ср. рис. 13 а) с **пассивными выходами задержек** согласования материальной потребности $n(t)$ и финансового интереса $v_1(t)$ к кредитам. СК – двухмерная система **социально-психологических** координат на поперечных S-D-сечениях



б – D-кластерообразователь (рис. 13 а) с транспонированным намерением спроса в социально-психологических (разомкнутых) состояниях с **пассивными выходом** (задержкой) согласования материальной S* -D-потребности n и **выходом** (ожиданием) предельной потребности $n_1 \geq n$

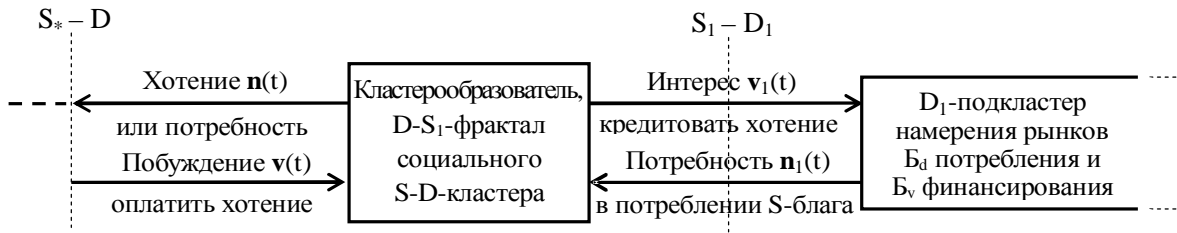


в – S* -D-подкластер (рис. 13,в) в **транспонированном** социально-психологическом состоянии (v, n): имеется побуждение или согласован интерес $v(t)$, задержана потребность $n(t)$

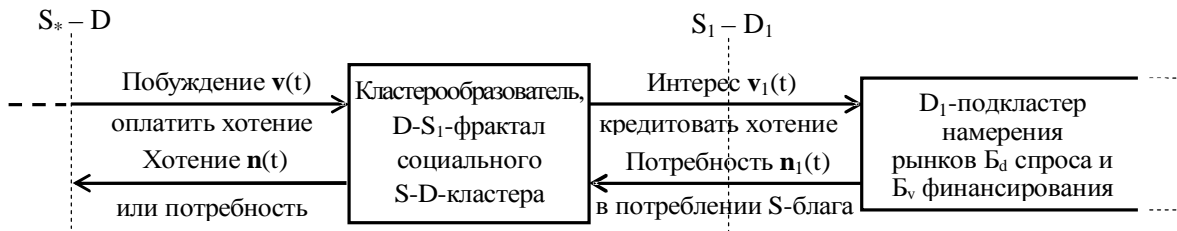
Рис. 14. Ноуменные модели социально-психологических концепций типового – фрактального – субъектного D-звена как D-кластерообразователя в транспонированном цепном S* -D-подкластере социального S-D-движения финансовых интересов v_* и материальных потребностей n_*



а – социальный S_* -D-подкластер (рис. 13 б,в) в **основном** социально-психологическом цепном состоянии (n, v) : S_* -D-подкластер – **лидер**; ожидаемый S-D $_*$ -подкластер – **ведомый, комплементарный**; D-кластерообразователь (рис. 13 б) – **лидер в намерении (n, v) спроса и ведомый в стремлении (n_1, v_1) к кредитованию**



б – D-кластерообразователь (рис. 13 а) в социально-психологических состояниях **двухстороннего лидера** в намерении (n, v) спроса и стремлении (v_1, n_1) к кредитованию



в – S_* -D-подкластер (а) в **транспонированном** цепном социально-психологическом состоянии (v, n) : S_* -D-подкластер – **ведомый**; ожидаемый S-D $_*$ -подкластер – **лидер**; D-кластерообразователь (рис. 14 б) – **ведомый в намерении (v, n) спроса и лидер в его стремлении (v_1, n_1) к кредитованию** (ср. рис. 10–12)



г – D-кластерообразователь (рис. 14 а) в состояниях **двухстороннего ведомого** в намерении (v, n) спроса и стремлении (n_1, v_1) к кредитованию потребления

Рис. 15. Тетрада основных классов ноуменных моделей социально-психологических концепций (n_*, v_*) и (v_*, n_*) S_* -D-кластерообразователя в составе S_* -D-подкластера социального S-D-движения материальных потребностей $n_*(t)$ и финансовых интересов $v_*(t)$ в **едином** субъектном, социальном и рыночном **времени t**

Намерение снабжения (рис. 10) имеет ту же правовую (всегда субъектную) и/или юридическую (всегда объектную) значимость, что и намерение спроса. Однако снабжение телеологически направлено на технологическую, производственную или жизнеобеспечивающую деятельность. Цель намерения снабжения – обосновать стремление к экономическому предложению и в последующем обеспечить производство предлагаемых S-благ \mathbf{n} всеми социально, экономически и технологически необходимыми компонентами по всем их степеням экономико-психологической и экономической свобод. Итак, D-намерение спроса (рис. 13) методологически симметрично S-намерению снабжения (рис. 10), они представимы в одной основной системе субъектных координат $\{\mathbf{n}, \mathbf{v}\}$ хотений \mathbf{n} и побуждений \mathbf{v} .

С S-стороны фрактально типологизируемого субъектного D-звена должно существовать стремление $(\mathbf{v}_1, \mathbf{n}_1)$ к кредитованию спроса – всегда двухмерная характеристика, содержащая выход \mathbf{v}_1 и вход в нее \mathbf{n}_1 : желание $\mathbf{v}_1(t) = p\mathbf{n}_1(t)$ денег, кредита субъектным D-звеном или S_1 - D_{1*} -подсистемой, D_1 -выход звена во внешний экономико-социальный мир; надежду $\mathbf{n}_1(t) > \mathbf{n}(t)$ купить S-благо по стоимостной цене $p = \mathbf{v}_1 / \mathbf{n}_1 = \mathbf{v}_n / 1_n$, D_1 -вход звена из внешнего экономико-социального, финансового, кредитующего мира. Квант \mathbf{v}_n стоимости эквивалентен единице 1_n хотимого продукта. Множество затрат на «корзину» хотения \mathbf{n}_1 приводимо к предельной V_1 затратной способности D-звена в единой валюте 1_v .

Фрактальность стремления к кредитованию состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3-6), оно, как и намерение спроса, содержит выход во внешний мир и вход из него. Функционально и телеологически стремление к предложению (рис. 10) и стремление (рис. 13) к кредитованию спроса различается по следующим принципам: S-принцип – есть желание \mathbf{v} (S-следствие) получить деньги \mathbf{v} , этиологически основанное на надежде \mathbf{n} (S-причине) продать произведенный продукт \mathbf{n} (рис. 10); D-принцип – есть желание \mathbf{v}_1 (D-следствие) получить (заработать, заимствовать и т.д.) деньги, вызванное надеждой \mathbf{n}_1 (D-причиной) купить продукт \mathbf{n}_1 . Итак, D-стремление к кредитованию методологически симметрично S-стремлению к экономическому предложению.

Лидером и/или ведомым субъектный D-фрактал может быть как в его намерении, так и в стремлении. Всего возможны четыре комбинации лидерства и подчиненности (рис. 15), как и в случае субъектного S-фрактала (рис. 12). Двойным лидером субъект хозяйствования будет тогда, когда он находится в собственных системах координат: намерения $\{\mathbf{n}, \mathbf{v}\}$ спроса; стремления $\{\mathbf{v}_1, \mathbf{n}_1\}$ к кредитованию; выходы являются ординатами, а входы – абсциссами. Ведомым субъект будет в транспонированных системах координат. Лидер характеризуется выходной характеристикой $\mathbf{n}(\mathbf{v})$ и/или $\mathbf{v}_1(\mathbf{n}_1)$, а ведомый – входной характеристикой $\mathbf{v}(\mathbf{n})$ и/или $\mathbf{n}_1(\mathbf{v}_1)$. Кластерообразователь как фрактал, связующий все входные и/или выходные хронологические лиганды в кластерную СЭС (рис. 3, 12, 15), как правило, должен быть лидером в своем основном функциональном назначении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методология первичной самоорганизации хозяйственных систем / под общ. ред. С.В. Павлова. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2002. 144 с.
2. Междисциплинарная методология гуманитарных и естественных наук: сб. науч. статей / под науч. ред. Иг.В. Кнышева. Саратов: Научная книга, 2008. 244 с.
3. Кукушкин М.А. Человеческий фактор в управлении социальными и экономическими системами / М.А. Кукушкин. Саратов: Научная книга, 2007. 347 с.

Захаров Александр Александрович –

доктор технических наук, профессор Саратовского государственного технического университета

Соболев Роман Сергеевич –

кандидат экономических наук, заместитель директора ГП «МПФ Гознака», г. Москва

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

Р.С. Соболев, М.Ф. Степанов

ФРАКТАЛЬНОСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Изложены принципы фрактального структурирования подсистем экономического предложения в кластерной промышленной корпорации. Показаны методы отображения объектных лидера и ведомого в цепных звеньях – фракталах – экономического предложения.

Экономика, предложение, управление, фрактал, кластер

R.S. Sobolev, M.F. Stepanov

FRACTAL THE ECONOMIC OFFER

Principles of fractal structurizations of subsystems of the economic supply in cluster industrial corporation are stated. Methods of display of the object leader and dependent in chain links – fractals – of the economic supply are shown.

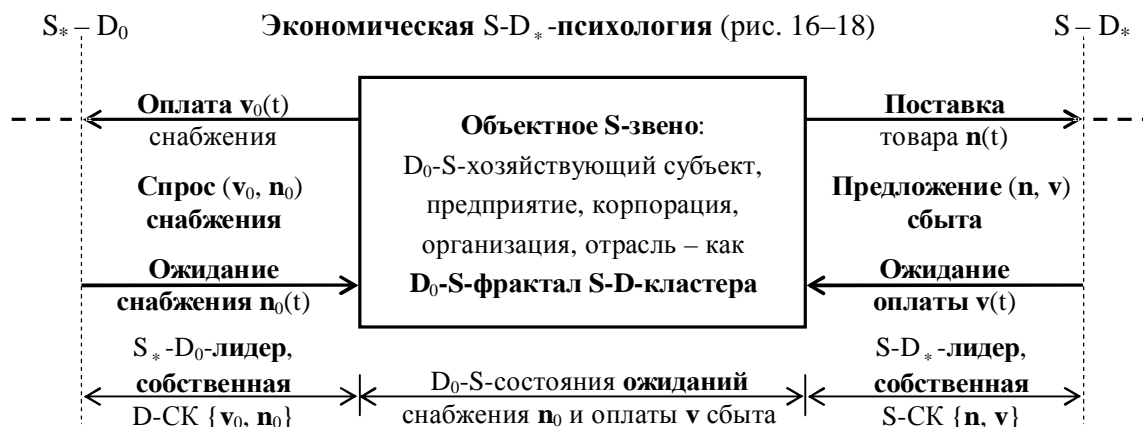
Economics, supply, management, fractal, cluster

В данной и последующих статьях, описывающих фрактальную структуру кластерных социальных и экономических систем (СЭС), предельно использованы принципы методологической симметрии и структурной асимметрии фракталов, разработанные И.В. Кнышевым, включая принцип методологической автокомпиляции текстов [1].

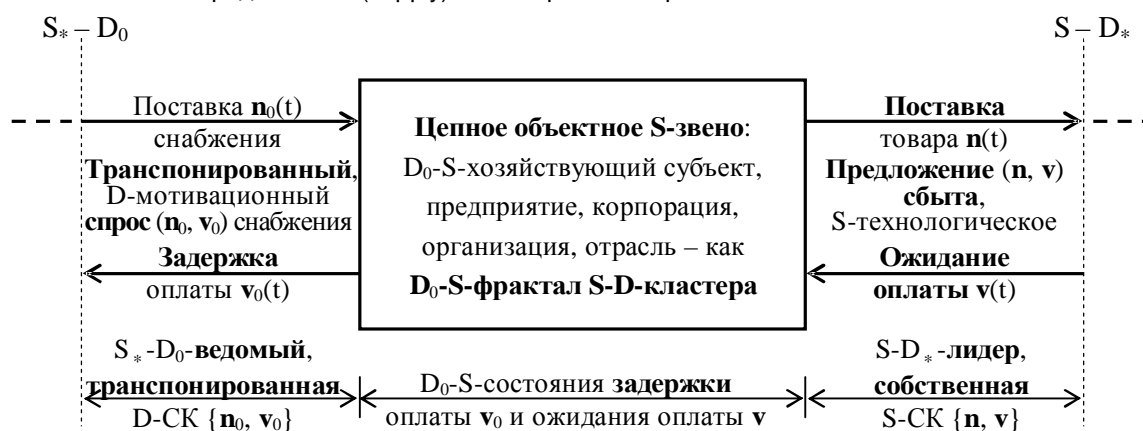
Рассмотрим структурные особенности управления экономическим предложением S (supply), показанные на рис. 16-18, в сравнении с кластерной организацией стремления (рис. 10-12) к экономическому предложению и намерения (рис. 13-15) экономического спроса D (demand). Всякое объектное S -звено имеет две главные экономические стороны: D -сторону спроса снабжения и S -сторону предложения и сбыта товара, услуги или работы.

С D -стороны фрактально типологизируемого S -звена спрос $(\mathbf{v}_0, \mathbf{n}_0)$ (рис. 16) – это всегда двухмерная характеристика, содержащая выход \mathbf{v}_0 и вход \mathbf{n}_0 в нее: оплату $\mathbf{v}_0 = p_0 \mathbf{n}_0$ объектным S -звеном или S_0 - D_0 -подсистемой S_0 -благ снабжения, S_0 -выход звена во внешний экономический мир; поставку S_0 -благ \mathbf{n}_0 по стоимостной цене $p_0 = v_0 / n_0 = v_{n0} / 1_{n0}$, S_0 -

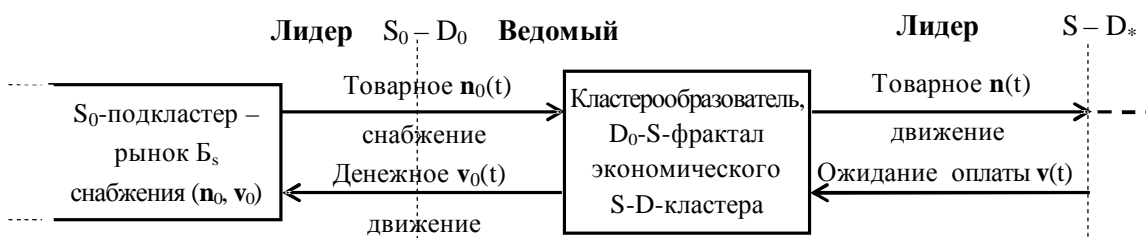
ФРАКТАЛЬНОЕ ХОРОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИМИ СОСТОЯНИЯМИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ (рис. 16–21)



а – экономическое S-звено – **S-D_{*}-кластерообразователь** – в **основных** **экономико-психологических** состояниях со входами **ожиданий** снабжения $n_0(t)$ и оплаты $v(t)$ сбыта. D-СК, S-СК – двумерные системы координат спроса (demand) и предложения (supply) на поперечных хорологических S-D-сечениях

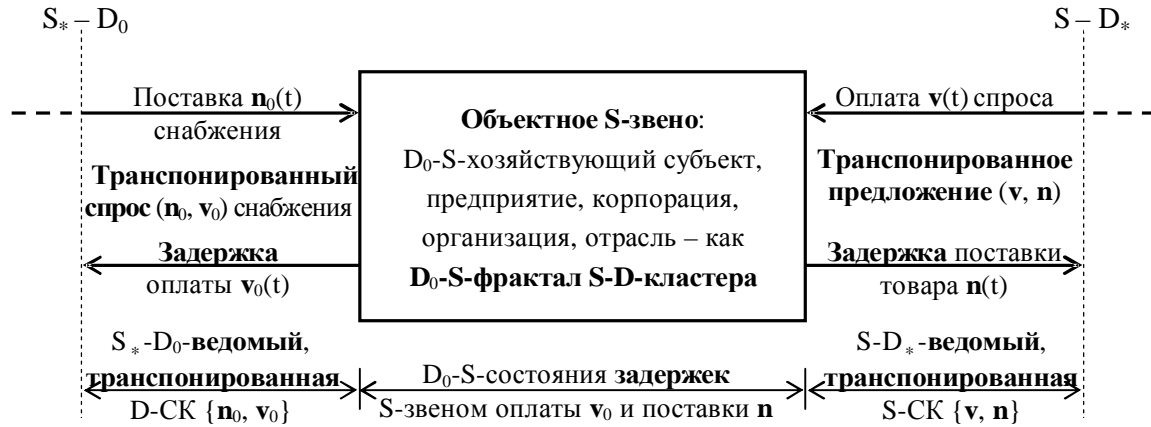


б – S-кластерообразователь (а) с транспонированным экономико-психологическим состоянием снабжения и **пассивными выходом** оплаты $v_0(t)$ снабжения и **входом** оплаты $v(t)$ сбыта

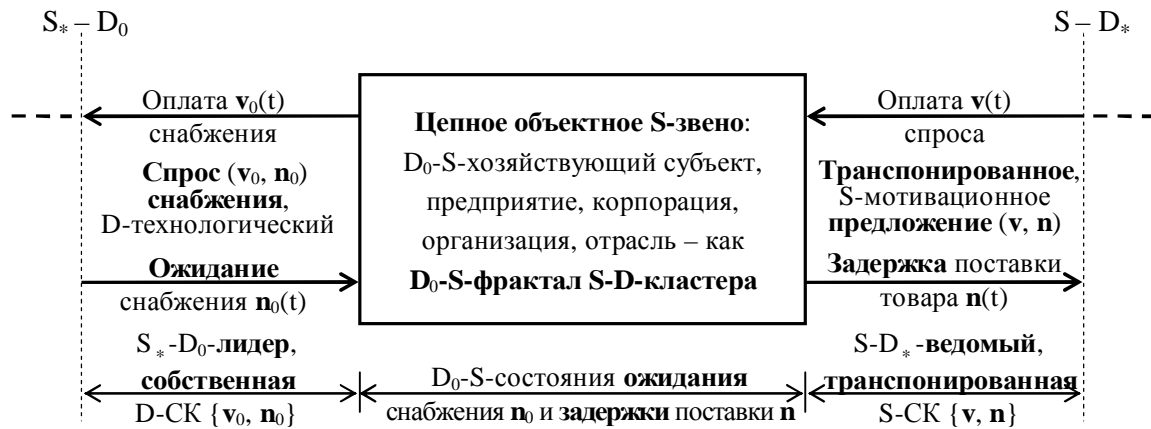


в – экономический S-подкластер в **основном** **цепном экономико-психологическом** S-D_{*}-состоянии (n, v) : имеется или поставлен товар $n(t)$, ожидается оплата $v(t)$

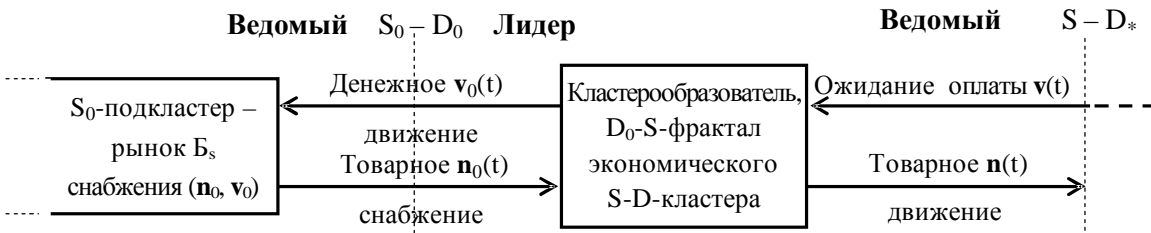
Рис. 16. Феноменные модели **экономико-психологических** концепций фрактального объектного S-звена как S-D_{*}-кластерообразователя в **S-D_{*}-подкластере** **экономического S-D-движения** товаров n_* и денег v_* в едином времени t . Пунктиром отмечены **активные** объектные выходы (а-в) и вход (б), **пассивные** входы (ожидания) и выходы (задержки) разомкнуты



а – двухсторонне транспонированный (см. рис. 16 а) S-кластерообразователь в **экономико-психологических** состояниях с **пассивными выходами**: задержкой оплаты $v_0(t)$ снабжения, задержкой сбыта $n(t)$. СК – двумерная система **экономико-психологических** координат на поперечных S-D-сечениях

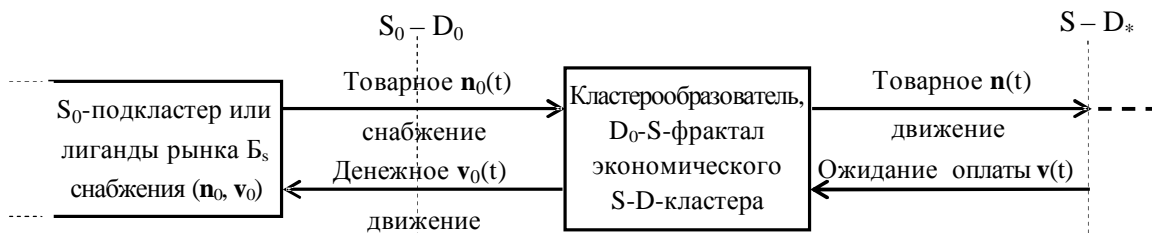


б – **S-D*-кластерообразователь** с транспонированным предложением в разомкнутых, экономико-психологических состояниях на пространственных S-D-сечениях с **пассивным** входом снабжения $n_0(t)$ и **выходом** сбыта $n(t)$

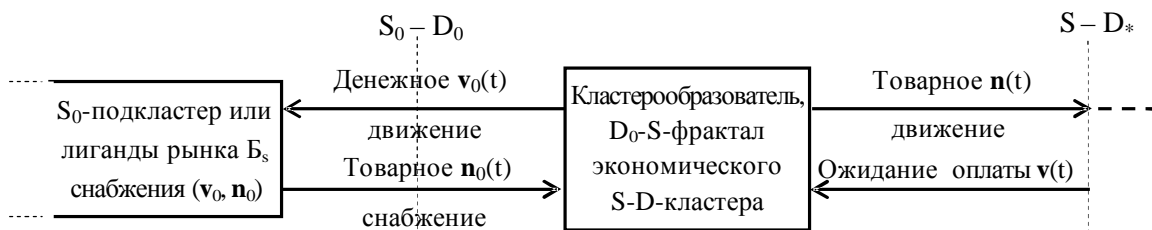


в – экономический S-подкластер (рис. 16 в) в транспонированном **экономико-психологическом** S-D*-состоянии (n, v) : получена или ожидается оплата $v(t)$, задержана поставка $n(t)$. t – параметр **единого** времени

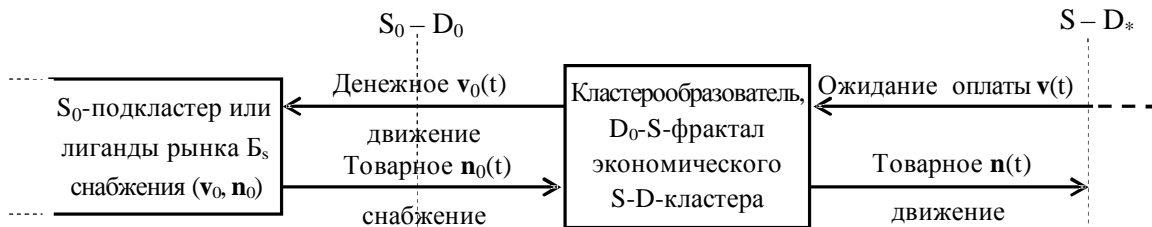
Рис. 17. Феноменные модели **экономико-психологических** концепций S-кластерообразователя в транспонированном **S-D*-подкластере экономического S-D-движения** денег v_* и товаров n_* (ср. рис. 10-12, 16 в). Пунктиром отмечены замыкания **активных** одномерных входов (а-в) или выхода (б), **пассивные** входы и выходы разомкнуты



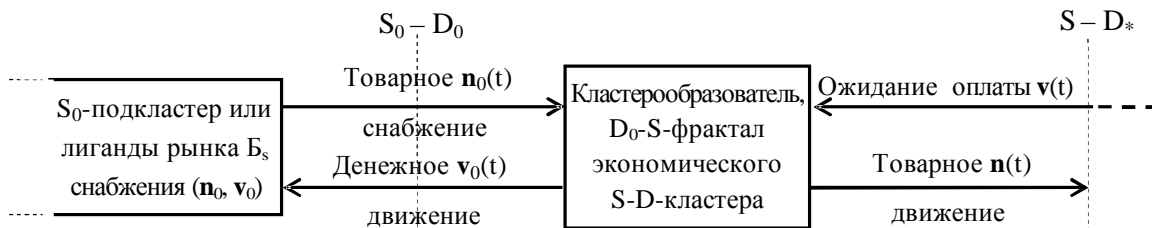
а – экономический S-подкластер в **основном** цепном **экономико-психологическом** S-D_{*}-состоянии (n, v): S-D_{*}-подкластер – **лидер**; ожидаемый S_{*}-D-подкластер – **ведомый, комплементарный**; S-D_{*}-кластерообразователь – **ведомый** в снабжении (n_0, v_0) и **лидер** в сбыте (n, v) (рис. 16 б, в). t – параметр **единого** объектного времени



б – экономический S-подкластер в **экономико-психологическом** S-D_{*}-состоянии (n, v) с транспонированным снабжением (v_0, n_0); S-D_{*}-кластерообразователь – **двухсторонний лидер** в снабжении (v_0, n_0) и **сбыте** (n, v) (рис. 16 а)



в – экономический S-подкластер (а) в **транспонированном** цепном **экономико-психологическом** S-D_{*}-состоянии (v, n); S-D_{*}-подкластер – **ведомый**; ожидаемый S_{*}-D-подкластер – **лидер**; S-D_{*}-кластерообразователь – **лидер** в снабжении (v_0, n_0) и **ведомый** в сбыте (v, n) (рис. 17 б, в)



г – экономический S-подкластер (в) в **экономико-психологическом** состоянии (v, n) с транспонированным снабжением (рис. 17,а); S-D_{*}-кластерообразователь – **двухсторонний ведомый** в снабжении (n_0, v_0) и **сбыте** (v, n)

Рис. 18. Тетрада основных классов феноменных моделей сопряженных экономико-психологических концепций (n_*, v_*) и (v_*, n_*) S-кластерообразователя в S-D_{*}-подкластере экономического S-D-движения товаров $n_*(t)$ и денег $v_*(t)$

вход звена из внешнего экономического мира. Квант v_{n_0} стоимости эквивалентен единице 1_{n_0} интегрального продукта n_0 . Многообразии товарной «корзины» снабжения, как показано в статье Ил.В. Кнышева, приводимо к ее общей единице 1_{n_0} измерения.

Фрактальность спроса снабжения состоит в том, что независимо от его двумерной

концепции (табл. 3-б): денежно-товарной (v_0, n_0), цено-потокковой (p_0, q_0) и т.д. – он всегда содержит выход во внешний финансовый мир и товарный вход из него. Одномерный спрос: только оплата или только получение товара – является объектным, а не экономическим феноменом, и не имеет прямого отношения к системному управлению в СЭС.

Спрос снабжения (рис. 16) телеологически направлен на последующие объектные технологические пользование и/или распоряжение товаром, услугой или выполненной работой для преобразования в товар $n(t)$, предлагаемый к сбыту (n, v).

Снабжение (рис. 16-18) и намерение снабжения (рис. 10-12) имеют разную законодательную основу: правовую, всегда субъектную для намерения; юридическую, всегда объектную для спроса. Цель снабжения – обеспечить реализацию экономического предложения S-благ n всеми социально, экономически и технологически необходимыми компонентами по всем их степеням экономико-психологической и экономической свобод.

С S-стороны фрактально типологизируемого объектного S-звена должно существовать предложение (n, v) сбыта – всегда двухмерная характеристика, содержащая выход n и вход в нее v : поставка товара $1/p \cdot v = n$ объектным S-звенем или S-D_{*}-подсистемой, S-выход звена во внешний экономический мир; получение денег v за поставленное S-благо по товарной цене $1/p = n/v = n_v / 1_v$, S-вход звена из внешнего экономического, финансового, денежного мира. Квант n_v товара эквивалентен единице 1_v его стоимости. Множество товаров в «корзине» поставки n приводимо к интегральной единице 1_n S-звена.

Фрактальность экономического предложения (рис. 16-18) состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3-б) оно, как и стремление к сбыту (рис. 10-12), содержит выход во внешний мир и вход из него.

Лидером и/или ведомым объектный S-фрактал может быть как в его снабжении, так и в сбыте. Всего возможно четыре комбинации объектного лидерства и подчиненности (рис. 18), как и в случае субъектных S- и D-фракталов и кластерообразователей (рис. 12, 15). Лидером хозяйствующий субъект будет тогда, когда он находится в собственной системе экономических координат: снабжения $\{v_0, n_0\}$; предложения $\{n, v\}$; выход является ординатой, а вход – абсциссой. Ведомым хозяйствующий субъект будет в транспонированных системах экономических координат. Лидер характеризуется выходной характеристикой $v_0(n_0)$ и/или $n(v)$, а ведомый входной характеристикой $n_0(v_0)$ и/или $v(n)$. Объектный кластерообразователь как фрактал, связующий входные и/или выходные хорологические лиганды в кластерной СЭС (рис. 3, 12, 15, 18), как правило, должен быть двойным лидером в своем основном функциональном и экономическом назначении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова / под науч. ред. М.А. Кукушкина. 2005. №2. 132 с.
2. Основы конструктивизма в аналитическом менеджменте: матер. Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. Ил.В. Кнышева. Пенза, 2001. 106 с.
3. Кнышев Иг.В. Базовые структуры сопряженного управления в социальных и экономических системах: монография / Иг.В. Кнышев. Саратов, 2009. 134 с. Деп. в ВИНТИ РАН 14.04.2009, № 215-B2009.

Соболев Роман Сергеевич –

кандидат экономических наук, заместитель директора ГП «МПФ Гознака», г. Москва

Степанов Михаил Федорович –

доктор технических наук, профессор Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

Н.Е. Бакал, М.Б. Бровкова

ФРАКТАЛЬНОСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СПРОСА

Изложены принципы фрактального структурирования подсистем экономического спроса в кластерной промышленной корпорации. Показаны методы отображения объектных лидера и ведомого в цепных звеньях – фракталах – экономического спроса.

Экономика, спрос, управление, фрактал, кластер

N.E. Bakal, M.B. Brovkova

FRactal Economic Demand

Principles of fractal structurizations of subsystems of economic demand in cluster industrial corporation are stated. Methods of display of the object leader and dependent in chain links – fractals – of economic demand are shown.

Economics, demand, management, fractal, cluster

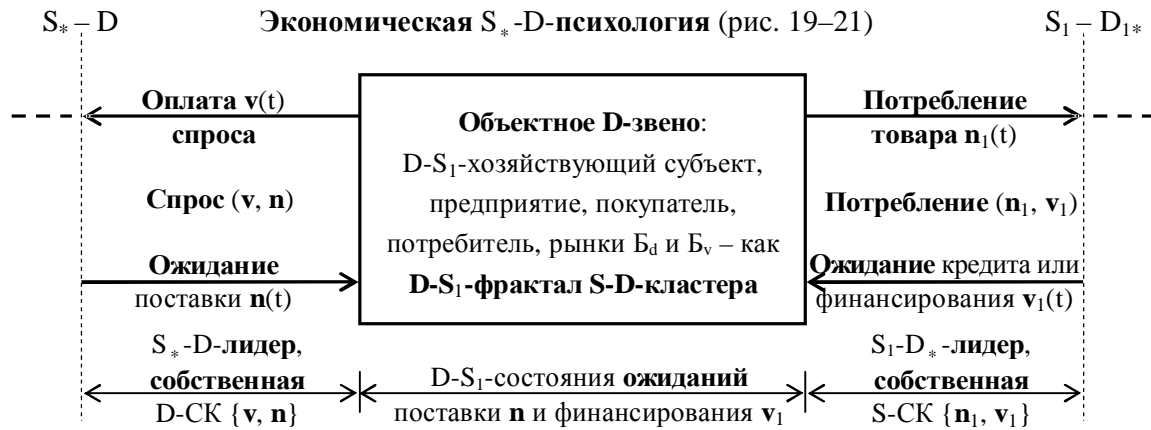
В задаче фрактальной типологизации хозяйствующих субъектов необходимо показать методологическую симметрию структурных связей и фрактальность цепных звеньев в разветвленных лигандах кластерной социальной и экономической системы (СЭС), объектные отношения в которой основаны на принципе «предложение S (supply) – спрос D (demand)», как это показано на рис. 19-21, в сравнении с фракталами на рис. 10-18.

Используя результаты предшествующих трех статей и рис. 10–18, рассмотрим структурные особенности кластерного управления экономическим спросом D (рис. 19-21), сопряженного с кластерным управлением экономическим предложением S (рис. 16-18). Всякое D-звено имеет две главные объектные, экономические стороны: D-сторону спроса и S-сторону потребления. С D-стороны фрактально типологизируемого D-звена спроса (\mathbf{v} , \mathbf{n}) (рис. 19) – это всегда двухмерная характеристика, содержащая выход \mathbf{v} и вход \mathbf{n} в нее: оплату $\mathbf{v}(t)=\mathbf{p}\mathbf{n}(t)$ S-благ объектным D-звеном или S_* -D-подсистемой, D-выход звена во внешний экономический мир; поставку и приемку S-блага $\mathbf{n}(t)$ по стоимостной цене $p=v/n=v_n/1_n$, D-вход звена из внешнего экономического мира. Квант v_n стоимости эквивалентен единице 1_n товара. Многообразии товаров «корзины» спроса приводимо к ее общей единице 1_n измерения поставки.

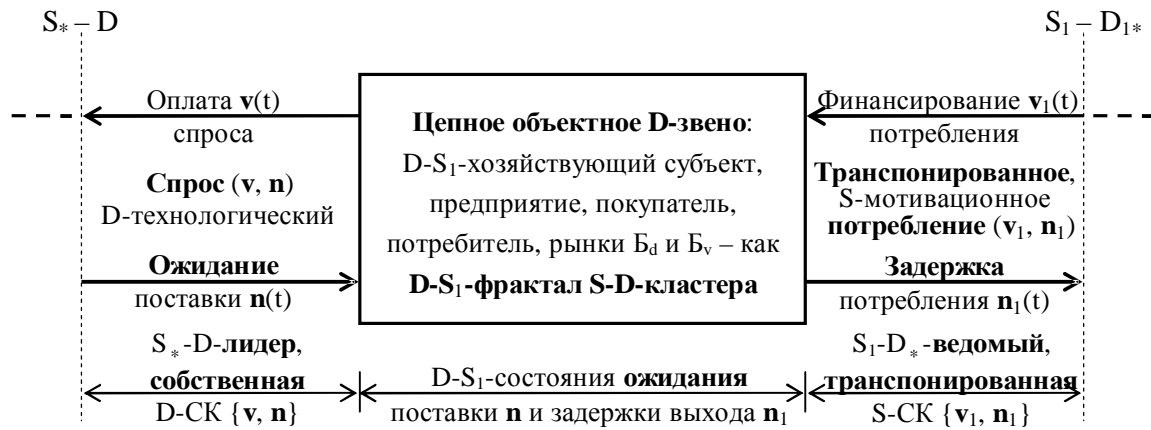
Фрактальность экономического спроса состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3-6): денежно-товарной (\mathbf{v} , \mathbf{n}), цено-потокковой (\mathbf{p} , \mathbf{q}) и т.д. – спрос всегда содержит выход во внешний мир и вход из него. Одномерный спрос: только оплата \mathbf{v} или только приемка \mathbf{n} – является объектным или юридическим, а не экономическим феноменом, и не имеет прямого отношения к системному управлению спросом в СЭС.

Спрос (рис. 19) телеологически направлен на объектные владение, потребительское пользование и/или распоряжение товаром, услугой или выполненной работой.

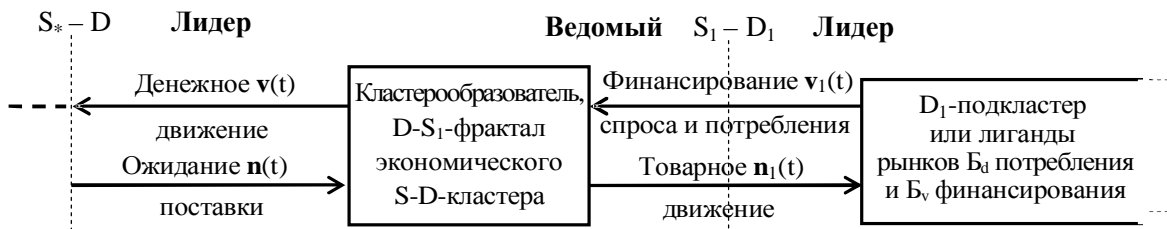
Потребление (рис. 19-21) имеет правовую, всегда субъектную, и юридическую, всегда объектную, законодательные основы. Спрос (\mathbf{v} , \mathbf{n}) (рис. 19) методологически симметричен снабжению S-звена (рис. 10), они представимы в одной основной системе объектных координат $\{\mathbf{n}, \mathbf{v}\}$, а D-потребление ($\mathbf{n}_1, \mathbf{v}_1$) методологически симметрично предложению (\mathbf{n}, \mathbf{v}) S-звена (рис. 16-18).



а – экономическое D-звено – **S*-D-кластерообразователь** – в экономико-психологических состояниях с **пассивными входами ожиданий** поставки $n(t)$ и финансирования $v_1(t)$ спроса. D-СК, S-СК – двумерные системы координат спроса (demand) и предложения (supply)

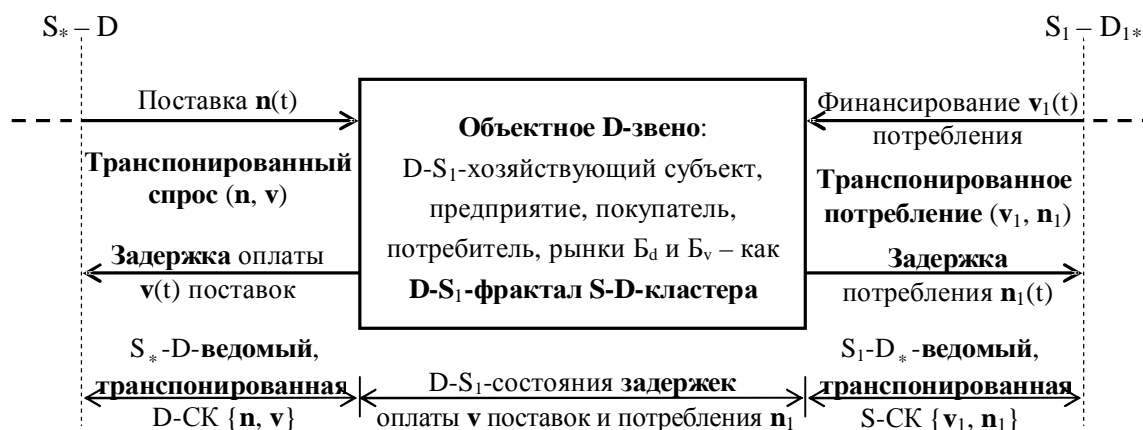


б – **D-кластерообразователь** (а) с транспонированным потреблением, со **входом ожидания** поставки $n(t)$ и **выходом задержки** спроса и потребления $n_1(t)$

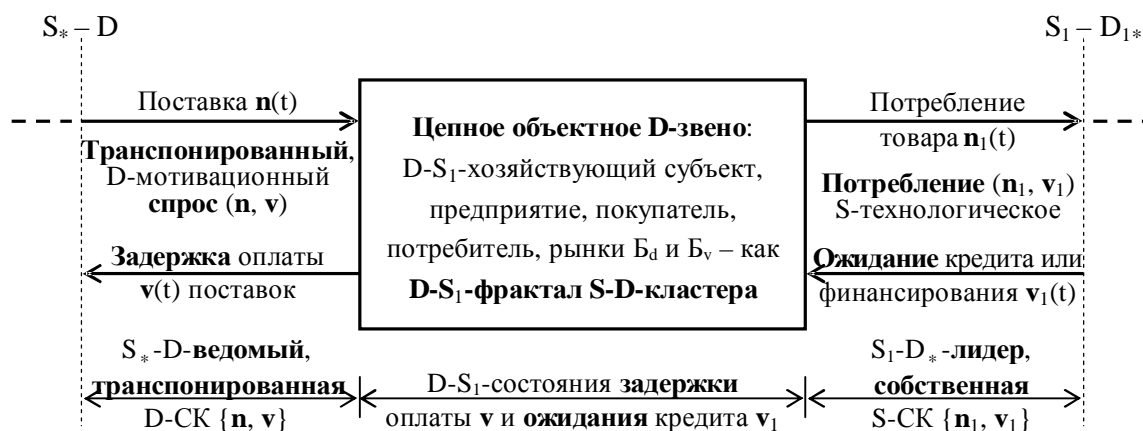


в – экономический S^*-D -подкластер в **основном экономико-психологическом** цепном состоянии (v, n) : перечислены деньги $v(t)$, ожидается поставка $n(t)$

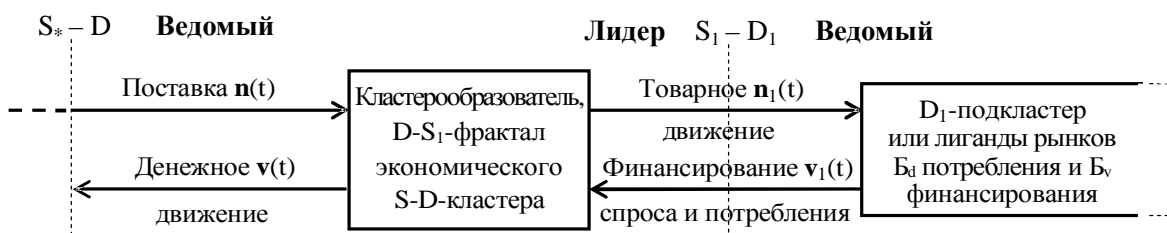
Рис. 19. Феноменные модели **экономико-психологических** концепций (см. рис. 13-15) S^*-D -кластерообразователя в S^*-D -подкластере **экономического S-D-движения** денег v^* и товаров n^* . Пунктиром отмечены **активные** выходы (а-в) или вход (б), **пассивные** входы (ожидания) и выходы (задержки) разомкнуты



а – D-кластерообразователь в **транспонированных экономико-психологических** состояниях (см. рис. 19 а) с разомкнутыми, **пассивными выходами**: задержки оплаты v(t) поставок, задержки потребления n₁(t) на S₁-выходе



б – D-кластерообразователь (рис. 19 а) с транспонированным спросом (n, v) в **экономико-психологических** состояниях с **пассивным выходом** (задержкой) оплаты v(t) поставок и **входом** (ожиданием) финансирования v₁(t)



в – экономический D-подкластер в **транспонированном экономико-психологическом** состоянии (n, v): осуществлена поставка n(t) товара, задержана оплата v(t) (см. рис. 19 в)

Рис. 20. Феноменные модели **экономико-психологических** концепций фрактального объектного D-звена как D-кластерообразователя в транспонированном **S* -D-подкластере** экономического **S-D-движения** товаров n* и денег v* в **едином** объектном времени t. Пунктиром отмечены замыкания одномерных **активных входов** (а-в) или **выхода** (б), **пассивные входы** и **выходы** разомкнуты



а – экономический S_* -D-подкластер в **основном экономико-психологическом** цепном состоянии (v, n) : S_* -D-подкластер – **лидер**; ожидаемый S-D-подкластер – **ведомый**, комплементарный; S_* -D-кластерообразователь – **лидер** в спросе (v, n) и **ведомый** в потреблении (v_1, n_1) (рис. 19 б, в). t – **единое объектное время**



б – экономический S_* -D-подкластер (а) с транспонированным потреблением (n_1, v_1) ; S_* -D-кластерообразователь – **двухсторонний лидер** в спросе (v, n) и **потреблении** (n_1, v_1) (рис. 19 а)



в – экономический D-подкластер (а) в **транспонированном экономико-психологическом** состоянии (n, v) : S_* -D-подкластер – **ведомый**; ожидаемый S-D-подкластер – **лидер**; S_* -D-кластерообразователь – **ведомый** в спросе (n, v) и **лидер** в потреблении (n_1, v_1) (рис. 20 б, в)



г – экономический D-подкластер (а) с **транспонированным** спросом (n, v) ; S_* -D-кластерообразователь – **двухсторонний ведомый** в спросе (n, v) и **потреблении** (v_1, n_1) (рис. 20 а)

Рис. 21. Тетрада основных классов феноменных моделей сопряженных экономико-психологических концепций S_* -D-кластерообразователя в S_* -D-подкластере экономического S-D-движения денег v_* и товаров n_*

внешнего экономического мира. Квант v_n стоимости эквивалентен единице 1_n товара. Многообразии товаров «корзины» спроса приводимо к ее общей единице 1_n измерения поставки.

Фрактальность экономического спроса состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3-6): денежно-товарной (v, n), цено-потокковой (p, q) и т.д. – спрос всегда содержит выход во внешний мир и вход из него. Одномерный спрос: только оплата v или только приемка n – является объектным или юридическим, а не экономическим феноменом, и не имеет прямого отношения к системному управлению спросом в СЭС.

Спрос (рис. 19) телеологически направлен на объектное владение, потребительское пользование и/или распоряжение товаром, услугой или выполненной работой.

Потребление (рис. 19-21) имеет правовую, всегда субъектную, и юридическую, всегда объектную, законодательные основы. Спрос (v, n) (рис. 19) методологически симметричен снабжению S-звена (рис. 10), они представимы в одной основной системе объектных координат $\{n, v\}$, а D-потребление (n_1, v_1) методологически симметрично предложению (n, v) S-звена (рис. 16-18).

С S-стороны фрактально типологизируемого объектного D-звена должно существовать потребление (n_1, v_1), основанное на том или ином финансировании и кредитовании спроса. Потребительское движение $\{n_1(t), v_1(t)\}$ всегда определяется двухмерной характеристикой, содержащей выход n_1 и вход в нее v_1 : потребление товара $1/p \cdot v_1 = n_1$ объектным D-звеном или S_1 - D_{1*} -подсистемой, D_1 -выход звена во внешний экономический мир; финансирование $v_1(t)$ покупки S-блага по товарной цене $1/p_1 = n_1/v_1 = n_{v_1}/1_{v_1}$, D_1 -вход звена из внешнего экономического, финансового, кредитующего мира. Квант n_{v_1} товара эквивалентен единице 1_v его стоимости. Множество товаров в «корзине» n_1 потребления приводимо к предельной N_1 потребительской способности D-звена в интегральной товарной единице 1_n .

Фрактальность потребления состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3-6) оно содержит выход во внешний мир и вход из него. Функционально и телеологически предложение (рис. 16) и потребление (рис. 19) различается по следующим принципам: S-принцип – надо получить деньги v (S-причина) за произведенный и проданный товар n (S-следствие, рис. 16); D-принцип – есть потребление n_1 (D-следствие) и надо получить (зарабатывать, заимствовать и т.д.) деньги (D-причина) для покупки товара n_1 . Итак, D-потребление методологически симметрично экономическому предложению S.

Лидером и/или ведомым объектный D-фрактал может быть как в его спросе, так и в потреблении. Всего возможны четыре комбинации лидерства и подчиненности (рис. 21), как и в случае объектного S-фрактала (рис. 16-18). Лидером хозяйствующий субъект будет тогда, когда он находится в собственной системе экономических координат: спроса $\{v, n\}$; потребления $\{n_1, v_1\}$; выход является ординатой, а вход – абсциссой. Ведомым хозяйствующий субъект будет в транспонированных системах объектных координат. Лидер характеризуется выходной характеристикой $v(n)$ и/или $n_1(v_1)$, а ведомый – входной характеристикой $n(v)$ и/или $v_1(n_1)$. Кластерообразователь как фрактал, связующий входные S-лиганды и/или выходные D-лиганды в кластерной СЭС (рис. 3, 12, 15, 18, 21), как правило, должен быть лидером в своем основном функциональном, социальном и экономическом назначении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методология первичной самоорганизации хозяйственных систем / под общ. ред. С.В. Павлова. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2002. 144 с.

2. Соболев Р.С. Хозяйственные системы промышленной экономики: методология, теория, моделирование / Р.С. Соболев. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2002. 288 с.

3. Кнышев Иг.В. Теоретические основы структурной логистики: монография / Иг.В. Кнышев, Ил.В. Кнышев. Саратов, 2004. 274 с. Деп. в ВИНТИ РАН 10.06.04, № 984-В2004.

Бакал Наталия Евгеньевна –

соискатель Саратовского государственного технического университета

Бровкова Марина Борисовна –

доктор технических наук, профессор Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

Н.В. Кнышева, О.Е. Кузнециков

КЛАСТЕРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НОВАЦИОННОГО НАМЕРЕНИЯ

Изложены принципы фрактального хронологического структурирования подсистемы новационного намерения в кластерной промышленной корпорации. Показаны методы отображения субъектных лидера и ведомого в цепных звеньях инвестиционного стремления и новационного намерения.

Новация, инвестиция, организация, фрактал, кластер

N.V. Knysheva, O.E. Kuznechikov

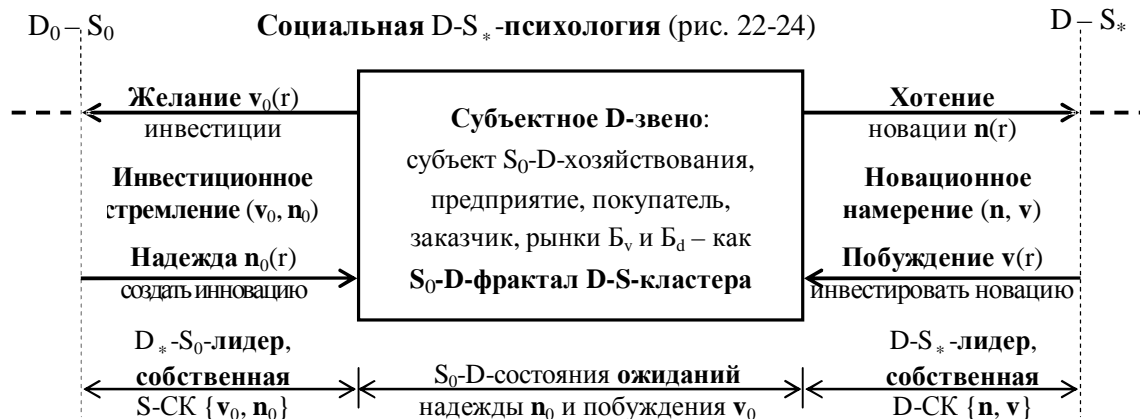
CLUSTER THE ORGANIZATION NOVATION INTENTIONS

Principles of fractal chronological structurization of a novation intentions subsystem in cluster industrial corporation are stated. Methods of display of the subject leader and dependent in chain links of investment pursuit and novation intention are shown.

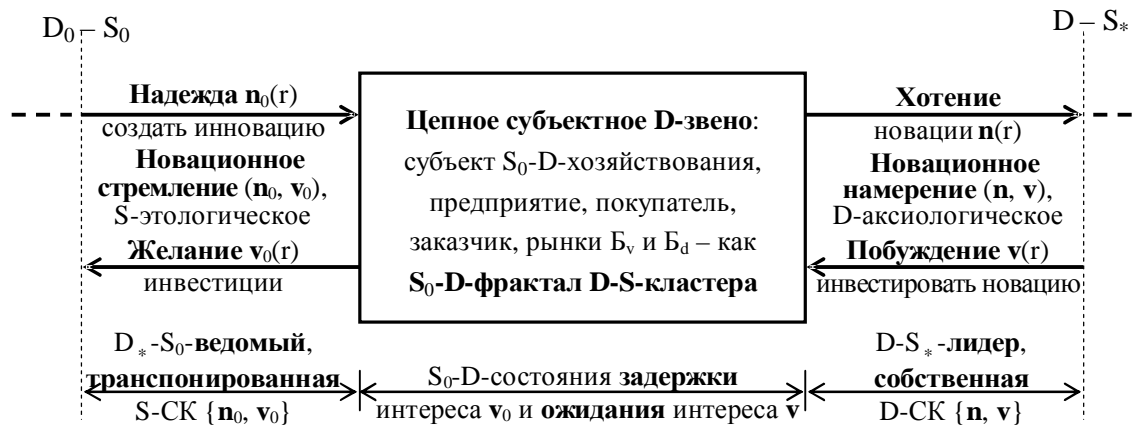
Novation, investment, organization, fractal, cluster

Существует множество публикаций и выступлений политиков, экономистов, социологов по вопросам инновационной и умной экономики, экономики знаний и т.д. Однако активная инновационная экономика невозможна без проектирования распределенных во времени, хронологических новационных стремлений и инвестиционных намерений (рис. 22-24), а также без инвестиционного стремления и новационного намерения (рис. 25-27). Такие стремления и намерения являются социально-психологическими характеристиками социальных D-S-процессов (D – demand, S – supply) изменения их социальных носителей: новационных потребностей и инвестиционных интересов. Стремления включают в себя желания инвестиции и надежды создать инновацию, а намерения – хотения новации и побуждения ее инвестировать. Необходимо повышать социально-психологический уровень таких желаний и надежд, хотений и побуждений, а также социальные (системные) пассионарности интересов

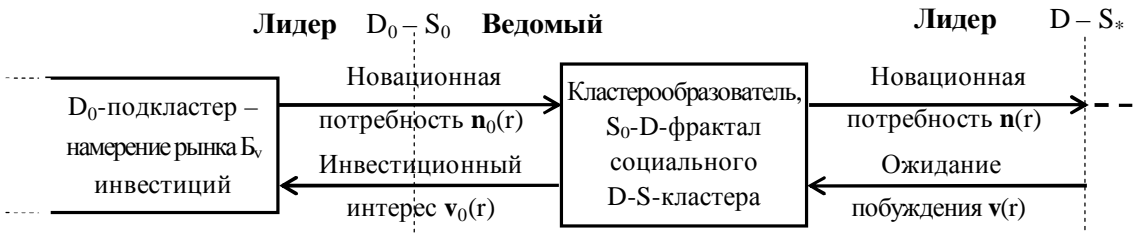
ФРАКТАЛЬНАЯ ХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ СУБЪЕКТА ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ (рис. 22-27)



а – социальное D-звено – **D-S* -кластерообразователь** – в **основных социально-психологических (разомкнутых) состояниях с пассивными входами ожиданий**: согласования новации $n_0(r)$, инвестиционного интереса $v(r)$

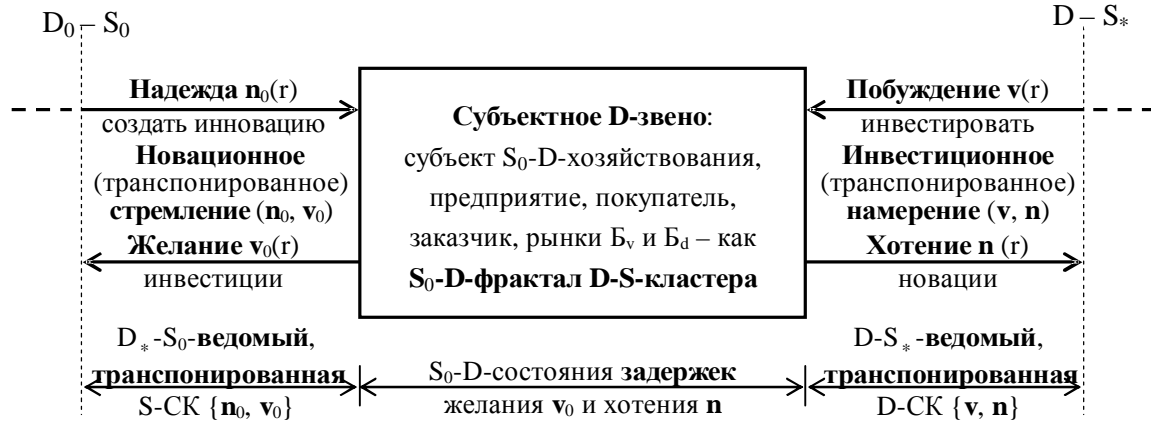


б – D-кластерообразователь (а) с транспонированным, новационным стремлением в социально-психологических состояниях с разомкнутыми, **пассивными выходом** инвестиционного интереса $v_0(r)$ и **входом** инвестиционного интереса $v(r)$

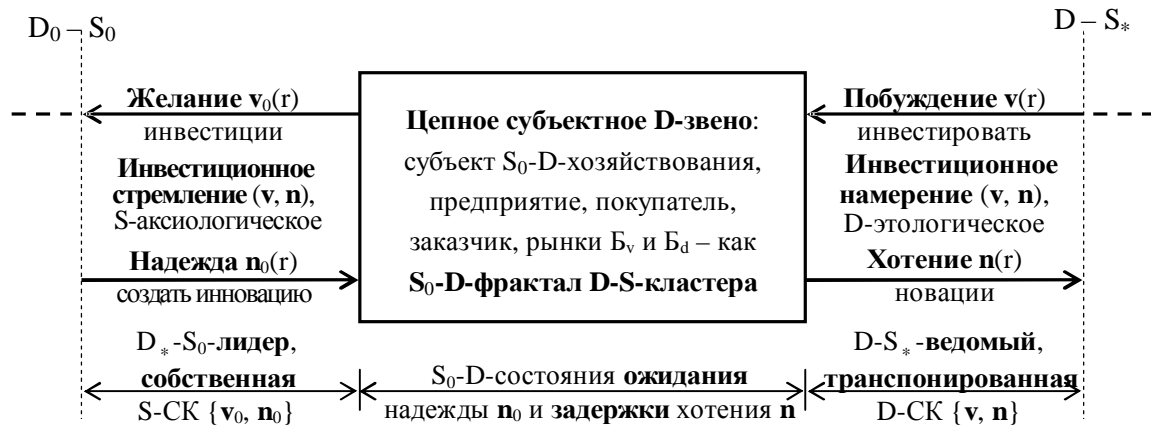


в – социальный D-подкластер в **основном** социально-психологическом D-S* -состоянии (n, v) : имеется, согласована потребность $n(r)$; ожидается инвестиционный интерес $v(r)$

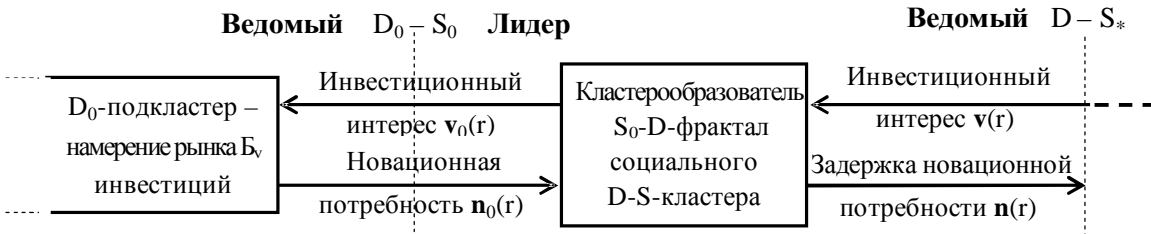
Рис. 22. Ноуменные модели **социально-психологических** концепций фрактального субъектного D-звена как D-кластерообразователя в **D-S* -подкластере социального D-S-процесса** изменения новационных потребностей n_* и инвестиционных интересов v_* (ср. рис. 13-15). S- и D-CK – двумерные системы социально-психологических координат стремления как **социального предложения** (supply) и намерения как **социального спроса** (demand); r – параметр пространства новации



а – D-кластерообразователь (рис. 22 а) в транспонированных социально-психологических состояниях с разомкнутыми, **пассивными выходами** задержек инвестиционного интереса $v_0(r)$ и новационной потребности $n(r)$. S- и D-СК – системы социально-психологических координат новационного предложения (supply) и инвестиционного спроса (demand)



б – $D-S_*$ -кластерообразователь (рис. 22 а) с транспонированным, инвестиционным намерением (v, n) и **пассивным входом** ожидания согласования прошлой новационной потребности $n_0(r)$ и **выходом** задержки согласования будущего новации n



в – $D-S_*$ -подкластер (рис. 22 в) в **транспонированном** социально-психологическом $D-S_*$ -состоянии (n, v) : имеется побуждение или согласован инвестиционный интерес $v(r)$; задержаны хотение новации и/или новационная потребность $n(r)$

Рис. 23. Ноуменные модели **социально-психологических** концепций D-кластерообразователя в транспонированном $D-S_*$ -подкластере **социального D-S-процесса** изменения «**прошлое – настоящее – будущее**» инвестиционных интересов v_* и новационных потребностей n_* , формируемых в **едином** географическом, социальном и рыночном **пространстве r**

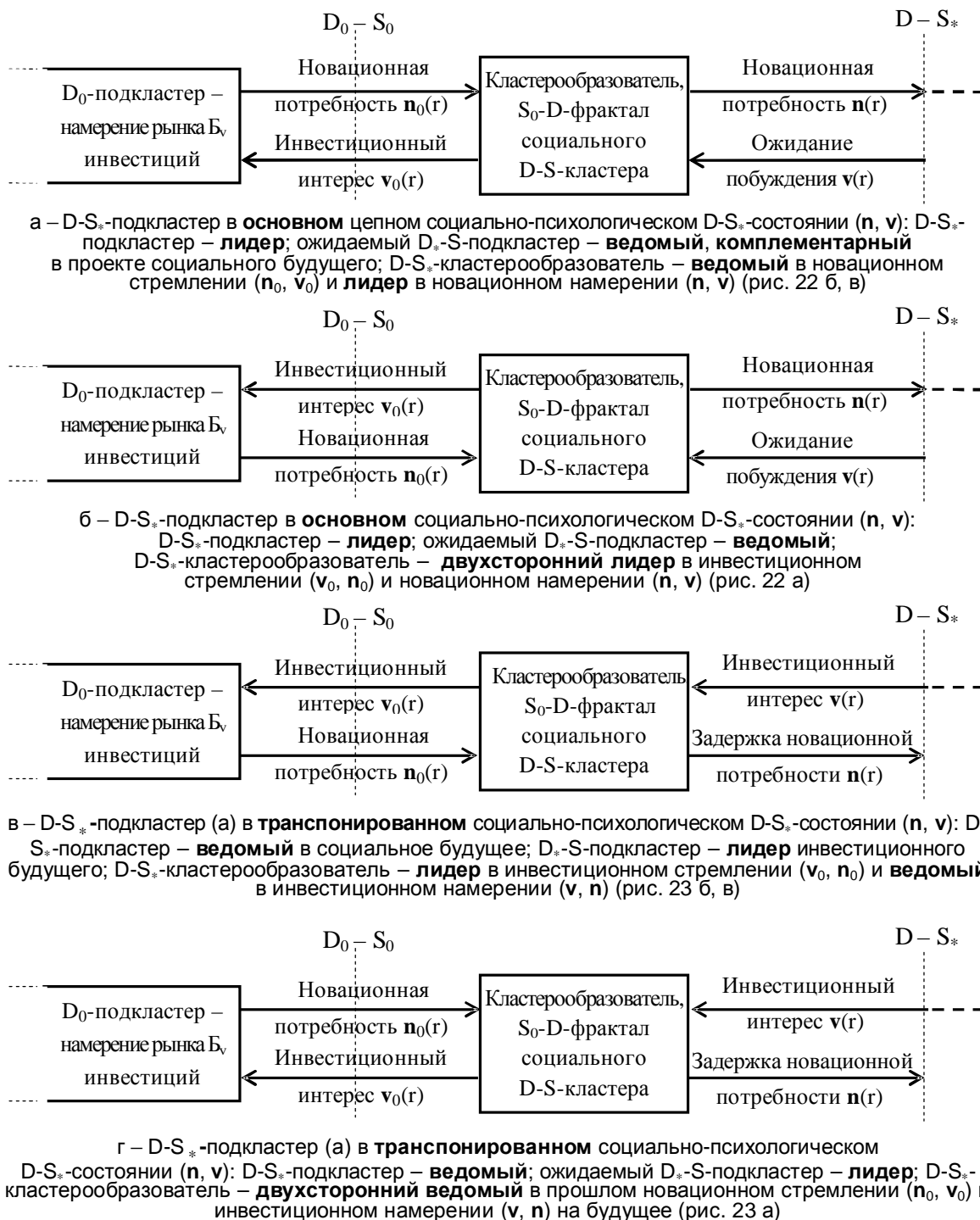


Рис. 24. Тетрада основных классов ноуменных моделей сопряженных социально-психологических концепций (**n_{*}, v_{*}**) и (**v_{*}, n_{*}**) D-S_{*}-кластерообразователя в составе D-S_{*}-подкластера социального D-S-процесса изменения новационных потребностей **n_{*}(t)** и инвестиционных интересов **v_{*}(t)** в хронологической последовательности «согласованное D₀-S₀-прошлое – D-S_{*}-настоящее – проектируемое D_{*}-S-будущее»

и потребностей (рис. 22-27). Без соответствующего уровня таких характеристик, которые должны быть присущи сознанию большинства предпринимателей, инновационная экономика (рис. 28-33) не возникнет. При это важнейшее значение имеют генерации, производство, хранение, распределение, обмен и потребление отечественных технологических новаций и преобразование их в инновации.

В данной статье рассмотрим содержательное решение проблемы фрактализации хронологии и структурного отображения кластерной организации новационного D-намерения в D-S-процессе. Хронологические (рис. 22-33) новационные, субъектные и социальные по их сути, и инновационные, экономические в их объектной сущности, кластерные социальные и экономические системы (СЭС) в проблеме фрактальной их типологизации методологически симметричны [1] хорологическим СЭС (рис. 10-21).

Каждый хозяйствующий субъект в экономических цепях, следуя общему для всех субъектов законодательству, структурно и системно (рис. 1, 2, 8, 9) подобен другим хозяйствующим субъектам в кластере, а потому является экономическим фракталом в их хозяйственно-финансовых цепях [1]. Такой хорологический фрактал добавляет свои товарную и/или стоимостную доли (рис. 6, 7) в общее, кластерное движение (рис. 3) как преобразование товаров, услуг, работ и стоимости, финансовых услуг, рисков.

Принцип хорологического фрактального самоподобия (рис. 10-21) применим к кластерному механизму организации новационного D-S-процесса и к любому состоянию субъекта хозяйствования в социальных цепях хронологического социального кластера (рис. 3), сопряженного с хронологическим экономическим кластером хозяйствующего субъекта [2]. Каждое состояние субъекта хозяйствования в новационных социальных цепях подобно инновационным экономическим цепям. Такой социальный фрактал добавляет свою долю инвестиционного, финансового интереса и новационной материальной потребности в общий кластерный процесс и преобразование желаний инвестиций и надежд произвести новый продукт, хотений новации и побуждений инвестировать удовлетворяемое хотение (рис. 8, 9).

Методы фрактального представления состояний субъекта, их системных хронологических связей в лигандных цепях (рис. 3), эквивалентного объединения таких цепей и предельной минимизации сложности хронологической кластерной СЭС позволили упорядочить единые методы кластерного механизма организации отношений: состояний и свойств (соотношений «выход/вход») – в экономических и социальных структурах типовой развивающейся промышленной корпорации. Свойство хронологической фрактальности практически всех звеньев экономических и социальных цепей изменяющейся кластерной промышленной корпорации существенно упростило и проектирование стратегических направлений формирования долгосрочных конкурентных преимуществ корпорации. Методология фрактальной типологизации хронологических звеньев, лигандов (цепных ветвящихся хронологических сборок) и подсистем (рис. 22-33) в кластерных СЭС впервые предложена И.В. Кнышевым и активно развивается в работах саратовской методологической школы [1-3].

Всякое субъектное D-звено имеет две главные хронологические стороны: D-сторону новационного намерения, направленного в D_* -S-будущее, и S-сторону инвестиционного стремления, направленного в D_0 -S₀-прошлое (рис. 22-24).

С D-стороны типологизируемого D-звена новационное намерение (\mathbf{n} , \mathbf{v}) инновационного спроса (рис. 22) – это всегда двухмерная характеристика, содержащая выход \mathbf{n} и вход \mathbf{v} в нее: хотение $\mathbf{n}(\mathbf{r})=1/\mathbf{p}\cdot\mathbf{v}(\mathbf{r})$ S-инновации субъектным D-звеном или D-S_{*}-подсистемой, D-выход звена в будущий внешний социально-экономический мир; побуждение $\mathbf{v}(\mathbf{r})$ инвестировать хотимую S-инновацию по новационной цене $1/\mathbf{p}=\mathbf{n}/\mathbf{v}=\mathbf{n}_v/1_v$, D-вход звена из будущего, внешнего социально-экономического мира. Квант \mathbf{n}_v новации как продукта эквивалентен единице 1_v инвестиции. Многообразие компонент новационной «корзины» намерения приводимо к ее общей единице 1_n (табл. 3-6) наблюдения новационного хотения \mathbf{n} .

Фрактальность намерения состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3-6): новационно-инвестиционной как продуктово-затратной (\mathbf{n} , \mathbf{v}), потокоценовой (\mathbf{p} , \mathbf{q}) и т.д. – оно всегда содержит выход в будущий, внешний мир и вход из него, из новационного будущего. Одномерное намерение: только хотение новации или только побуждение инвестировать ее – является субъектным, а не социальным ноуменом, и не имеет прямого отношения к системной организации новационных намерений в СЭС.

Новационное намерение инновационного спроса (рис. 22) телеологически направлено на последующие объектные владение, потребительское пользование и/или распоряжение новыми товаром, услугой и/или выполненной работой – вначале хотимым новым продуктом.

Новационное намерение (рис. 22) имеет ту же методологическую правовую (всегда субъектную) и/или юридическую (всегда объектную) законодательную основу, что и намерение обычного потребительского спроса. Однако новационное намерение телеологически направлено на применение инновации в технологической, производственной или жизнеобеспечивающей деятельности. Цель новационного намерения – обосновать стремление к экономическому инвестиционному предложению и в последующем обеспечить производство предлагаемой S-инновации \mathbf{n} всеми социально, экономически и технологически необходимыми компонентами по всем их степеням экономико-психологической и экономической свобод.

Итак, новационное D-намерение (рис. 22) методологически симметрично D-намерению спроса (рис. 19), они представимы в одной основной системе субъектных координат $\{\mathbf{n}, \mathbf{v}\}$, различающихся внутренней параметризацией: хорологической, в пространстве \mathbf{r} для D-S-процесса; хронологической, во времени t для S-D-движения, – а также структурной дискретизацией: хорологической, в пространстве \mathbf{r} многих субъектов хозяйствования для S-D-движения; хронологической, по времени t , в пространстве многих состояний субъекта хозяйствования.

С S-стороны фрактально типологизируемого состояния субъектного D-звена должно существовать стремление ($\mathbf{v}_0, \mathbf{n}_0$) к инвестированию инновационного спроса – всегда двухмерная характеристика, содержащая выход \mathbf{v}_0 и вход в нее \mathbf{n}_0 : желание $\mathbf{v}_0(\mathbf{r}) = \mathbf{p}\mathbf{n}_0(\mathbf{r})$ инвестиции или кредита субъектным D-звеном или S₀-D-подсистемой, D₀-выход звена во внешний, прошлый социально-экономический мир; надежду $\mathbf{n}_0(\mathbf{r}) > \mathbf{n}(\mathbf{r})$ создать инновацию S-подрядчиком по инвестиционной цене $\mathbf{p} = \mathbf{v}_0/\mathbf{n}_0 = \mathbf{v}_{n0}/1_{n0}$, D₀-вход звена из прошлого, внешнего социально-экономического, инвестиционного, кредитуемого мира. Квант $\mathbf{v}_{n0} = \mathbf{p}1_{n0}$ инвестиции эквивалентен единице 1_{n0} хотимого новационного продукта. Множество затрат на «корзину» новационного хотения \mathbf{n}_0 приводимо к предельной V₀ затратной, инвестиционной способности D-звена в единой валюте $1_{\mathbf{v}}$.

Фрактальность стремления к инвестированию состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3-6) оно содержит выход во внешний хронологический мир и вход из его прошлого. Функционально и телеологически стремление к инвестиции (рис. 22) и стремление (рис. 13) к кредитованию спроса различается по следующим принципам: хорологический D₁-принцип – есть желание \mathbf{v}_1 (D-следствие) получить деньги \mathbf{v}_1 , основанное на надежде \mathbf{n}_1 (D₁-причине) купить уже произведенный продукт \mathbf{n}_1 (рис. 10); хронологический D-принцип – есть желание \mathbf{v}_0 (D₀-следствие) получить инвестицию, основанную на надежде \mathbf{n}_0 (D₀-причине) создать в будущем новый продукт \mathbf{n}_0 . Итак, инвестиционное D-стремление методологически симметрично D-стремлению экономического спроса.

Лидером и/или ведомым субъектный D-фрактал может быть как в его новационном намерении, так и в инвестиционном стремлении. Всего возможно четыре комбинации новационно-инвестиционного лидерства и подчиненности (рис. 22-24), как и в случае субъектного D-фрактала на рис. 13-15. Лидером субъект хозяйствования будет тогда, когда он находится в собственной системе социальных координат: новационного намерения $\{\mathbf{n}, \mathbf{v}\}$; инве-

стиционного стремления $\{v_0, n_0\}$; выход является ординатой, а вход – абсциссой. Ведомым субъект будет в транспонированных системах социальных координат. Лидер характеризуется выходной характеристикой $n(v)$ и/или $v_0(n_0)$, а ведомый входной характеристикой $v(n)$ и/или $n_0(v_0)$. Кластерообразователь как хронологический фрактал, связующий входные и/или выходные хронологические лиганды в кластерной СЭС (рис. 24), как правило, должен быть лидером в своем основном функциональном, социальном и новационно-инвестиционном назначении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вестник СГТУ. 2008. №2 (33). Вып. 2. 272 с.
2. Кнышев Иг.В. Методологические основы управления в кластерных социальных и экономических системах: монография / Иг.В. Кнышев. Саратов, 2009. 288 с. Деп. в ВИНТИ РАН 21.11.2009, № 812-B2009.
3. Кнышев Ил.В. Философские основания управления в социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2009. 354 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.10.2009, № 649-B2009.

Кнышева Наталия Валентиновна –
соискатель Саратовского государственного социально-экономического университета

Кузнечиков Олег Евгеньевич –
соискатель Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

Ж.П. Бурдонова, И.В. Кулинин

ФРАКТАЛЬНОСТЬ ИНВЕСТИЦИОННОГО СТРЕМЛЕНИЯ

Разработаны принципы фрактального структурирования инвестиционного стремления экономической системы в кластерной промышленной корпорации. Приведена классификация цепных звеньев как фракталов подрядчика с учетом его новационного намерения.

Социономика, экономика, организация, фрактал, кластер

Z.P. Burdonova, I.V. Kulinin

FRACTAL INVESTMENT ASPIRATION

Principles of fractal structurizations of investment pursuit of economic system in cluster industrial corporation are developed. Classification of chain links as fractals of the contractor taking into account its novation intention is resulted.

Socionomics, economics, organization, fractal, cluster

Рассмотрим структурные особенности кластерной организации инвестиционного стремления (рис. 25-27) к инновационному экономическому предложению S (supply) в сравнении с кластерной организацией намерения (рис. 22-24) новационного спроса D (demand). Всякое хронологическое S -звено имеет две главные хронологические стороны: S -сторону инвестиционного стремления и D -сторону новационного намерения [1].

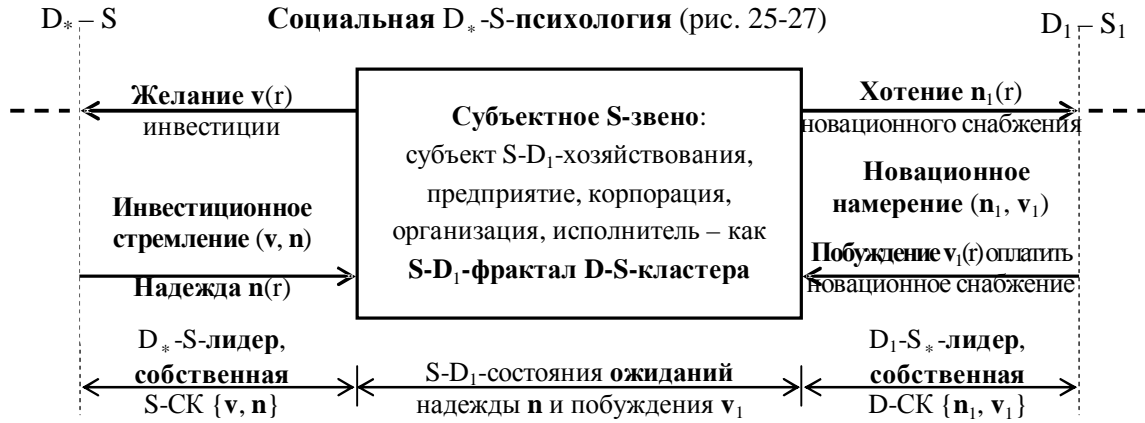
С S -стороны фрактально типологизируемого S -звена инвестиционное стремление (\mathbf{v}, \mathbf{n}) (рис. 25) – это всегда двухмерная характеристика, содержащая выход \mathbf{v} и вход \mathbf{n} в нее: желание $\mathbf{v}(r)=r\mathbf{n}(r)$ инвестиции субъектным S -звеном или D_* - S -подсистемой, это S -выход звена во внешний, прошлый социально-экономический мир; надежда $\mathbf{n}(r)$ создать инновацию, S -благо для D - S_* -подсистемы по инвестиционной цене $p=v/n=v_n/1_n$, это S -вход звена из внешнего, прошлого социально-экономического мира [2]. Квант v_n инвестиции эквивалентен единице 1_n новации. Многообразие затрат на «корзину» новационной надежды приводимо к общей, интегральной единице 1_n наблюдения – формирования и согласования надежды \mathbf{n} [3].

Фрактальность инвестиционного стремления, его ноуменного обрамления состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3-6): затратно-продуктовой (\mathbf{v}, \mathbf{n}) , цено-потокной (\mathbf{p}, \mathbf{q}) и т.д. – оно всегда содержит выход во внешний хронологический мир и вход из него. Одномерное инвестиционное стремление: только желание инвестиции или только надежда создать инновацию – является субъектным, а не социальным ноуменом, и не имеет прямого отношения к системной организации инвестиционных стремлений в СЭС. Стремление (\mathbf{v}, \mathbf{n}) (рис. 22) телеологически направлено на последующие объектное управление инвестиционным процессом для преобразования новации в инновацию.

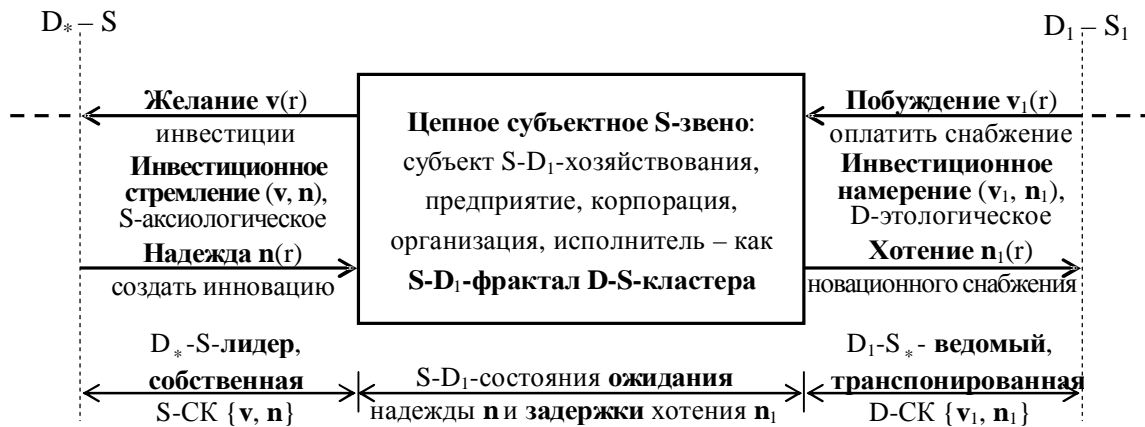
Фрактальность новационного намерения состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3-6) оно, как и намерение потребительского спроса, содержит выход во внешний будущий мир и вход из него. Функционально и телеологически новационное намерение (рис. 25) и потребительское намерение (рис. 13) различается по следующим принципам: S - D_* -принцип – есть хотение \mathbf{n}_0 (S -следствие) снабжения, основанное на побуждении \mathbf{v}_0 (S -причине) купить произведенный продукт \mathbf{n}_0 (рис. 10); D_* - S -принцип – есть хотение \mathbf{n}_1 (D -следствие) получить новационное снабжение, основанное на побуждении \mathbf{v}_1 (D -причине) получить инвестицию \mathbf{v}_1 . Итак, новационное S -намерение методологически симметрично D -намерению экономического спроса.

Новационное намерение (рис. 25) имеет ту же правовую (всегда субъектную) и/или юридическую (всегда объектную) основу, что и намерение снабжения экономического предложения (рис. 10-12). Новационное снабжение телеологически направлено на новую технологическую, производственную или жизнеобеспечивающую деятельность. Цель новационного S -намерения – обосновать инвестиционное стремление к инновационному экономическому предложению и в последующем обеспечить производство предлагаемых инновационных S -благ \mathbf{n} всеми социально, экономически и технологически необходимыми компонентами по всем их степеням экономико-психологической и экономической свобод. Итак, S -намерение $(\mathbf{n}_1, \mathbf{v}_1)$ новационного спроса (рис. 25) методологически симметрично S -намерению снабжения (рис. 10), они представимы в одной основной системе субъектных координат $\{\mathbf{n}, \mathbf{v}\}$.

Хронологический субъектный S -фрактал может быть лидером и/или ведомым как в его стремлении, так и в намерении. Всего возможно четыре комбинации инвестиционно-новационного лидерства и подчиненности (рис. 27), как и в случае хронологического субъектного S -фрактала (рис. 12). Лидером субъект хозяйствования будет тогда, когда он находится в собственной системе координат: стремления $\{\mathbf{v}, \mathbf{n}\}$ к инвестиции; намерения $\{\mathbf{n}_1, \mathbf{v}_1\}$ новационного спроса; выход является ординатой, а вход – абсциссой. Ведомым субъект будет в транспонированных системах новационных координат.



а – социальное S-звено – **D*-S-кластерообразователь** (ср. рис. 10-12) – в **социально-психологических** состояниях со входами ожиданий новационной потребности $n(r)$ и инвестиционного интереса $v_1(r)$. СК – двумерная система социально-психологических координат на хронологических D-S-сечениях

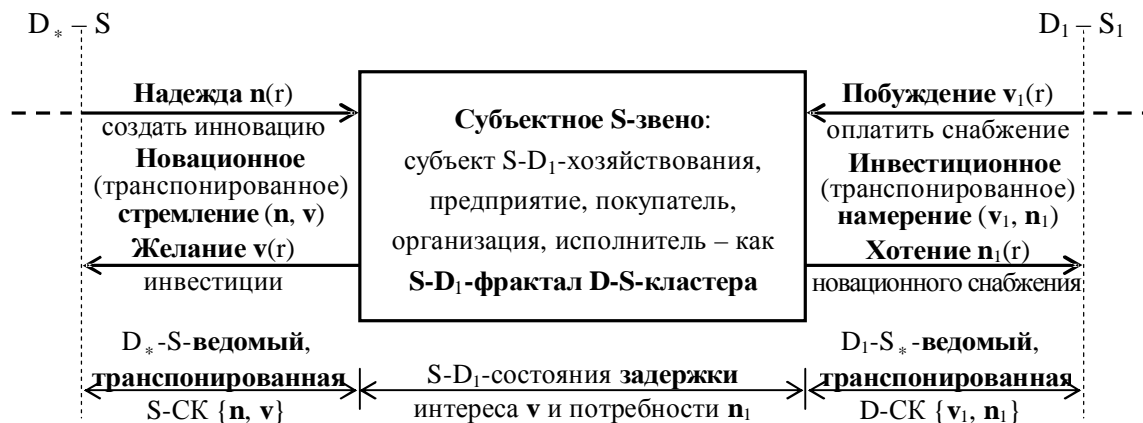


б – **D*-S-кластерообразователь** (а) сформированного инвестиционного и неопределенного новационного будущего с транспонированным, инвестиционным намерением (v_1, n_1) в социально-психологических состояниях с **пассивным входом** новационной потребности n и **выходом** хотения n_1 новационного снабжения

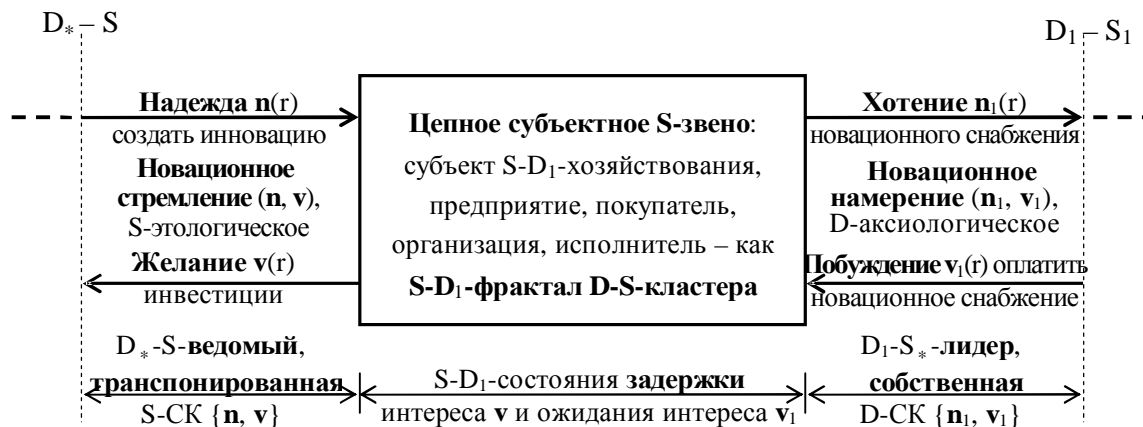


в – социальный **D*-S-подкластер** в **основном** цепном социально-психологическом (разомкнутом) состоянии (v, n) : сформирован выходной инвестиционный интерес $v(r)$, не согласована входная новационная потребность $n(r)$

Рис. 25. Ноуменные модели **социально-психологических** первичных состояний **D*-S-кластерообразователя** в **D*-S-подкластере социального D-S-процесса** изменения «D*-S-настоящее – D1-S1-будущее» инвестиционных интересов $v_*(r)$ и новационных потребностей $n_*(r)$ (ср. рис. 10-12) на **едином** географическом, социальном и рыночном новационном **пространстве г**



а – D_{*}-S-кластерообразователь (рис. 25 а) в транспонированных социально-психологических состояниях с **пассивными выходами** инвестиционного интереса v и потребности n_1 новационного снабжения



б – социальное S-звено – D_{*}-S-кластерообразователь (рис. 25 а) с транспонированным, новационным стремлением (n, v) и **пассивными выходами** инвестиционного интереса v D_{*}-S-подкластера и **входом** инвестиционного интереса v_1 рынка B_s новационного снабжения



в – социальный D_{*}-S-подкластер (рис. 25 в) в **транспонированном** цепном социально-психологическом состоянии (v, n) : согласована новационная потребность $n(r)$, не сформирован системный инвестиционный интерес $v(r)$

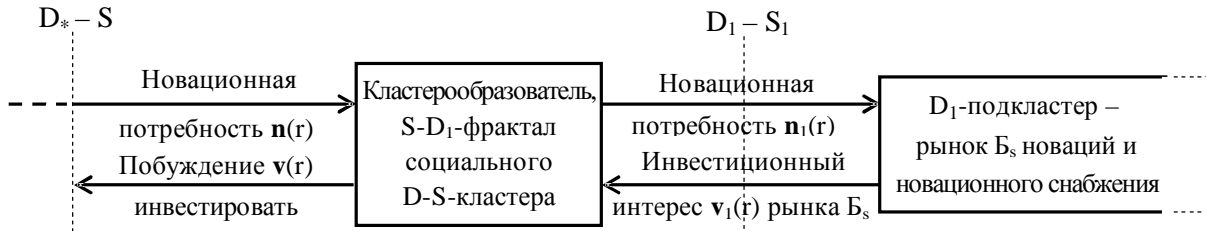
Рис. 26. Ноуменные модели **социально-психологических** концепций фрактального субъектного S-звена как D_{*}-S-кластерообразователя в транспонированном D_{*}-S-подкластере **социального D-S-процесса** изменения новационных потребностей $n_*(r)$ и инвестиционных интересов $v_*(r)$ на двухмерных хронологических поперечных сечениях D_{*}-S-настоящего и D₁-S₁-будущего. Пунктиром отмечены замыкания **активных** входов (а-в) или выхода (б), **пассивные** входы и выходы разомкнуты



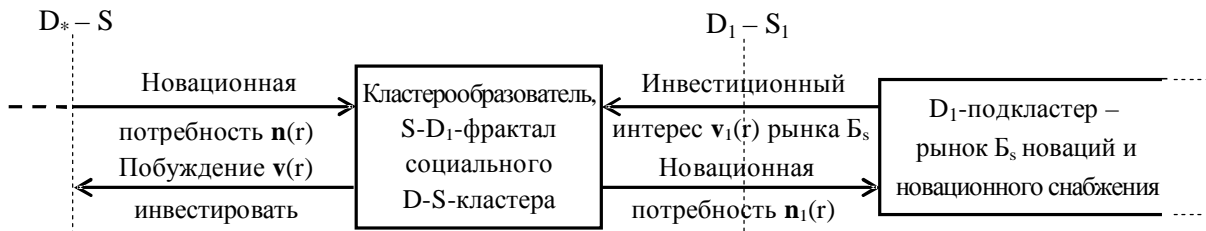
а – социальный D_*-S -подкластер в **основном** цепном социально-психологическом (разомкнутом) состоянии (v, n) : D_*-S -подкластер – **лидер**; ожидаемый $D-S_*$ -подкластер – **ведомый, комплементарный**; D_*-S -кластерообразователь – **лидер** в инвестиционном стремлении (v, n) и **ведомый** в инвестиционном намерении (v_1, n_1) (рис. 25 б, в)



б – социальный D_*-S -подкластер в **основном** социально-психологическом состоянии (v, n) : D_*-S -подкластер – **лидер**; $D-S_*$ -подкластер – **ведомый**; D_*-S -кластерообразователь – **двухсторонний лидер** в инвестиционном стремлении (v, n) и новационном намерении (n_1, v_1) (рис. 25 а)



в – социальный D_*-S -подкластер (а) в **транспонированном** социально-психологическом цепном состоянии (v, n) : D_*-S -подкластер – **ведомый**; ожидаемый $D-S_*$ -подкластер – **лидер**; D_*-S -кластерообразователь – **ведомый** в новационном стремлении (n, v) и **лидер** в новационном намерении (n_1, v_1) (рис. 26 б, в)



г – социальный D_*-S -подкластер (в) в социально-психологическом состоянии (v, n) : D_*-S -подкластер – **ведомый**; $D-S_*$ -подкластер – **лидер**; D_*-S -кластерообразователь – **двухсторонний ведомый** в стремлении (n, v) и намерении (v_1, n_1) (рис. 26 а)

Рис. 27. Тетрада основных классов ноуменных моделей социально-психологических концепций (v_*, n_*) и (n_*, v_*) D_*-S -кластерообразователя в D_*-S -подкластере социального $D-S$ -процесса изменения инвестиционных интересов $v_*(t)$ и новационных потребностей $n_*(t)$ в хронологической последовательности «формирующееся D_*-S -настоящее – проектируемое D_1-S_1 -будущее» на едином пространстве r

Лидер характеризуется выходной характеристикой $v(n)$ и/или $n_1(v_1)$, а ведомый входной характеристикой $n(v)$ и/или $v_1(n_1)$. Кластерообразователь как фрактал, хронологически связующий входные и/или выходные лиганды в кластерной СЭС (рис. 3, 27), как правило, должен быть лидером в своем основном функциональном назначении и хронологии D_* -S-состояний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кнышев Иг.В. Структурные характеристики управления человеческим фактором в социальных и экономических системах: монография / Иг.В. Кнышев. Саратов, 2009. 136 с. Деп. в ВИНТИ РАН 18.05.2009, № 318-B2009.

2. Методологические основы управления в социальных и экономических системах: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. / под науч. ред. Иг.В. Кнышева, М.А. Кукушкина, Р.С. Соболева. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. 147 с.

3. Кнышев Ил.В. Методологические новации в количественном анализе сопряженных социальных и экономических процессов / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2007. 177 с. Деп. в ВИНТИ РАН 15.05.07, № 520-B2007.

Бурдонова Жанна Павловна –

соискатель Саратовского государственного технического университета

Кулинин Игорь Владимирович –

соискатель Российской академии государственной службы при Президенте РФ

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

Н.Е. Бакал, О.С. Игнатов

ФРАКТАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В КЛАСТЕРНОЙ ПОДСИСТЕМЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО СПРОСА

Изложены принципы фрактального структурирования подсистем инвестиционного спроса в кластерной промышленной корпорации. Показаны методы отображения объектных лидера и ведомого в цепных звеньях – фракталах – инвестирования и наращивания инновации.

Экономика, инвестиция, инновация, фрактал, кластер

N.E. Bakal, O.S. Ignatov

FRACTAL MANAGEMENT IN CLUSTER TO AN INVESTMENT DEMAND SUBSYSTEM

Principles of fractal structurizations of subsystems of an investment demand in cluster industrial corporation are stated. Methods of display of the object leader and dependent in chain links – fractals – of investments and innovation accumulation are shown.

Economics, investment, innovation, fractal, cluster

Рассмотрим фрактальную типологизацию звеньев и структурные особенности кластерного управления инвестиционным спросом D (demand, рис. 28-30). Всякое хронологическое D -звено имеет две главные стороны: S -сторону инновационного предложения $(\mathbf{n}_0, \mathbf{v}_0)$ и D -сторону инвестиционного спроса (\mathbf{v}, \mathbf{n}) .

С S -стороны фрактально типологизируемого объектного D -звена предложение $(\mathbf{n}_0, \mathbf{v}_0)$ – это всегда двухмерная характеристика, содержащая выход \mathbf{n}_0 , как правило $n_0 \geq n$, и вход \mathbf{v}_0 в нее: создаваемую инновацию $\mathbf{n}_0(r) = 1/p_0 \cdot \mathbf{v}_0(r)$ под управлением объектного D -звена или $D-S_*$ -подсистемы, это S -выход D -звена во внешний экономический мир; инвестицию $\mathbf{v}_0(t)$ для оплаты сопровождения и производства инновации по инновационной цене $1/p_0 = n_0/v_0 = n_{v_0}/1_{v_0}$, это S -вход D -звена из внешнего экономического мира. Квант n_{v_0} инновации как товара эквивалентен единице 1_v инвестиции.

Фрактальность инновационного предложения состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3-6): продуктово-затратной $(\mathbf{n}_0, \mathbf{v}_0)$, потоко-ценовой $(\mathbf{q}_0, \mathbf{p}_0)$ и т.д. – оно всегда содержит выход во внешний мир и вход из него. Одномерное предложение: только инновация или только инвестиция – является объектным, а не экономическим феноменом, и не имеет прямого отношения к системному управлению в СЭС.

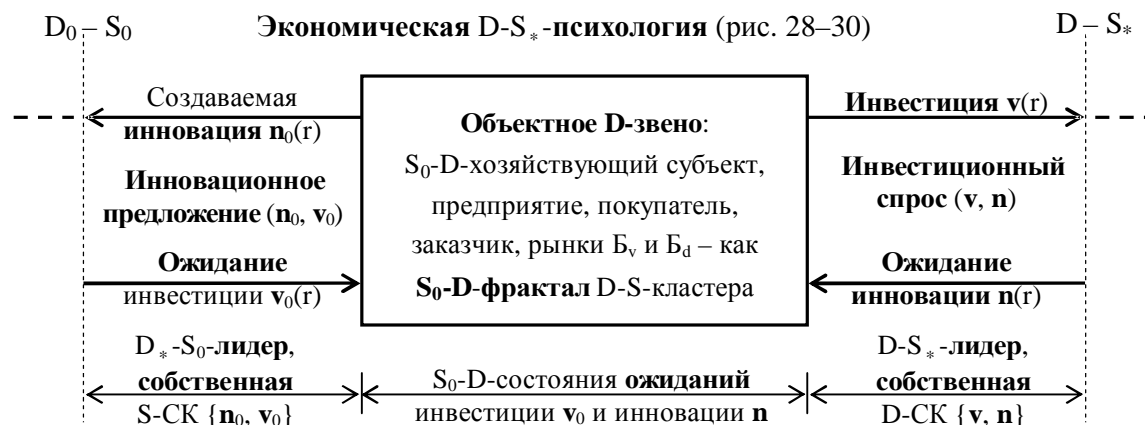
Инновационное предложение (рис. 28) имеет ту же правовую (всегда субъектную) и/или юридическую (всегда объектную) законодательную основу, что и экономическое $S-D_*$ -предложение (рис. 16). Однако инвестиция телеологически направлена на будущую технологическую, производственную или жизнеобеспечивающую инновационную деятельность. Цель инновационного предложения – обосновать экономический, инвестиционный спрос и в последующем обеспечить производство предложенной новации \mathbf{n}_0 всеми социально, экономически и технологически необходимыми компонентами по всем их степеням экономико-психологической и экономической свобод. Итак, инновационное предложение (рис. 28) методологически симметрично хронологическому предложению (рис. 16), они представлены в одной основной системе объектных координат $\{\mathbf{n}, \mathbf{v}\}$.

С D -стороны фрактально типологизируемого объектного D -звена должен существовать инвестиционный спрос (\mathbf{v}, \mathbf{n}) – всегда двухмерная характеристика, содержащая выход \mathbf{v} и вход в нее \mathbf{n} : инвестицию $\mathbf{v}(r) = p\mathbf{n}(r)$ объектного D -звена в последующую D_* - S -подсистему, это D -выход D -звена во внешний экономический мир; инновацию $\mathbf{n}(r) < \mathbf{n}_0(r)$ как создаваемое S -благо по инвестиционной цене $p = v/n = v_n/1_n$, это D -вход звена из хронологически внешнего экономического мира. Квант v_n стоимости эквивалентен единице 1_n создаваемой инновации. Множество затрат на «корзину» инновации \mathbf{n}_0 приводимо к предельной V_0 инвестиционной способности D -звена в заданной валюте 1_v .

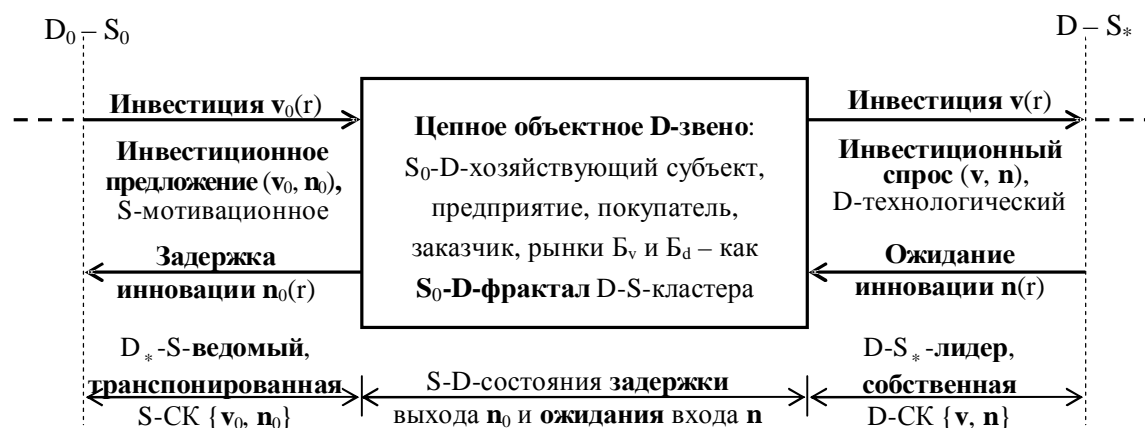
Фрактальность инвестиционного спроса состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3–6) он, как и потребительский спрос, содержит выход во внешний мир и вход из него. Функционально и телеологически инвестиционный спрос (рис. 28) и потребительский спрос (рис. 13) различаются по следующим принципам: $S-D$ -принцип – есть деньги \mathbf{v} (D -следствие) и можно сразу купить продукт \mathbf{n} (D -причина); $D-S$ -принцип – есть инвестиция \mathbf{v} (D -следствие) и надо подождать изготовления инновации \mathbf{n} (D -причины). Итак, инвестиционный спрос (\mathbf{v}, \mathbf{n}) методологически симметричен экономическому потребительскому спросу.

Лидером и/или ведомым объектный D -фрактал может быть как в его инвестиционном спросе, так и в инновационном предложении. Всего возможно четыре комбинации лидерства и подчиненности (рис. 30), как и в случае объектного S -фрактала (рис. 18). Лидером хозяйствующий субъект будет тогда, когда он находится в собственной системе экономических ко-

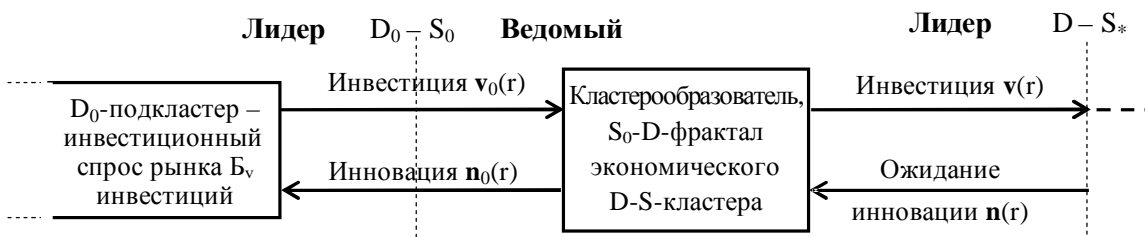
ФРАКТАЛЬНОЕ ХРОНОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИМИ СОСТОЯНИЯМИ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА (рис. 28–33)



а – экономическое D-звено – **D-S_{*}-кластерообразователь** – в разомкнутых, **экономико-психологических** состояниях с **пассивными входами ожиданий** начальной инвестиции $v_0(r)$ и текущей инновации $n(r)$. СК – двухмерная система экономико-психологических координат на хронологических D-S-сечениях D_0-S_0 -прошлого и $D-S_*$ -настоящего

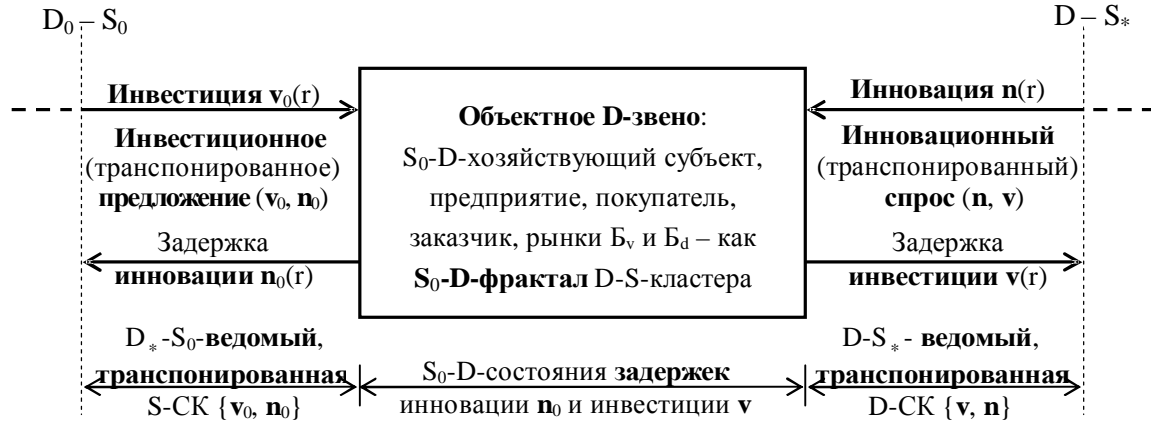


б – D-кластерообразователь (а) с транспонированным, инвестиционным предложением (v_0, n_0) в **экономико-психологических** состояниях с **пассивными выходом** инновации $n_0(r)$ в D_0-S_0 -прошлом и **входом** инновации $n(r)$ в $D-S_*$ -настоящем

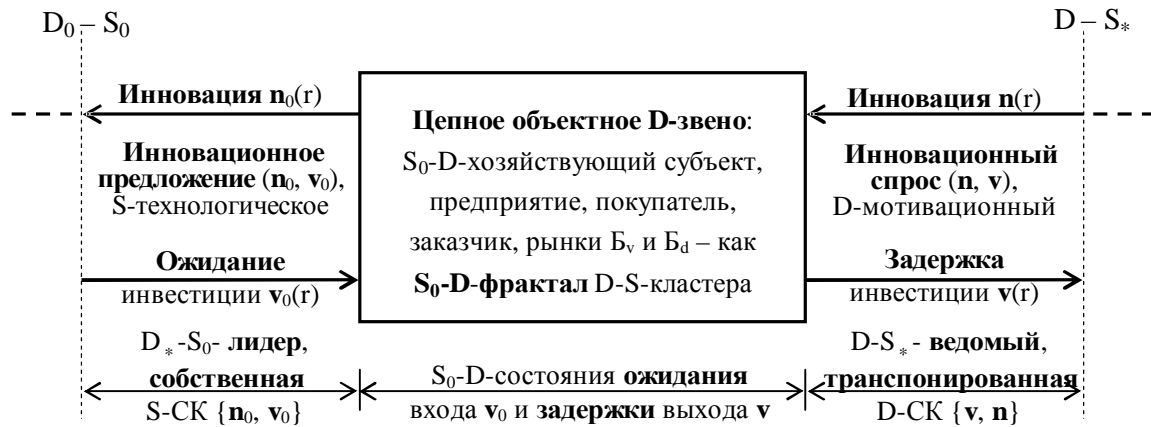


v – экономический D-подкластер в **основном экономико-психологическом** цепном состоянии (v, n) : имеется инвестиция $v(r)$, ожидается инновация $n(r)$

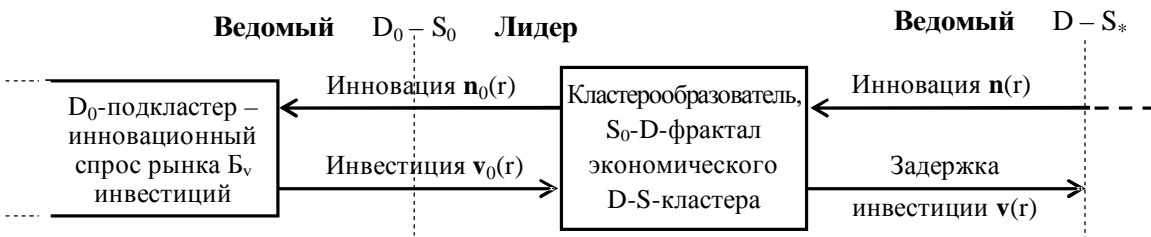
Рис. 28. Феноменные модели **экономико-психологических** концепций фрактального объектного D-звена как $D-S_*$ -кластерообразователя в $D-S_*$ -подкластере экономического D-S-процесса хронологического изменения инвестиции $v_*(r)$ и инновации n_0 на **едином** географическом и рыночном **объектном пространстве** r



а – D-кластерообразователь (рис. 28 а) в транспонированных **экономико-психологических** состояниях с **пассивными выходами** – задержками инновации $n_0(r)$ и инвестиции $v(r)$

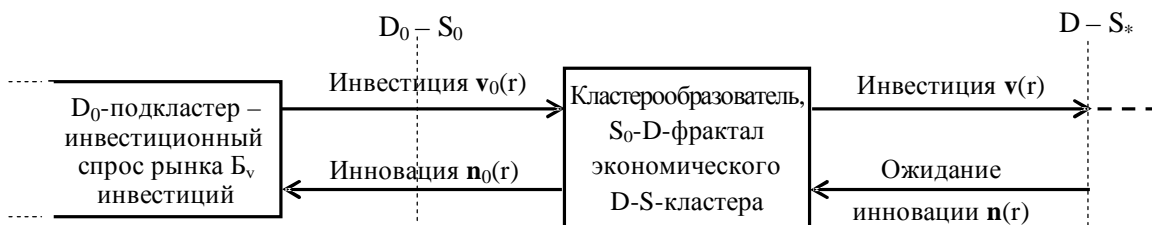


б – **D-S***-кластерообразователь (рис. 28 а) с транспонированным, инновационным спросом (n, v) в **экономико-психологических** состояниях с **пассивными входом** ожидания инвестиции $v_0(r)$ и **выходом** задержки инвестиции v

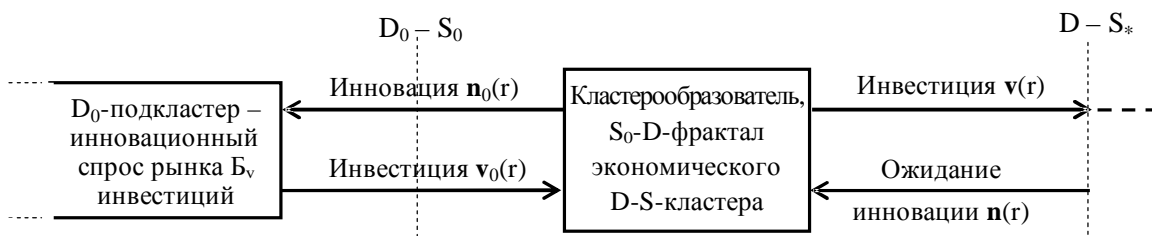


в – экономический D-подкластер (рис. 28 в) в **транспонированном экономико-психологическом** состоянии (n, v) : создается инновация $n(r)$; задержана инвестиция $v(r)$

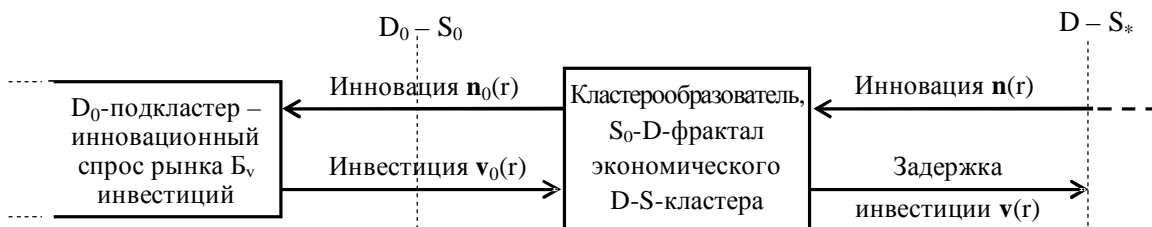
Рис. 29. Феноменные модели **экономико-психологических** концепций D-кластерообразователя в транспонированном цепном **D-S***-подкластере **экономического D-S-процесса** изменения инновации $n_*(r)$ и инвестиции $v_*(r)$. Пунктиром отмечены **активные выходы** (а-в) или **вход** (б), **пассивные входы** и выходы разомкнуты. r – параметр **единого объектного пространства** инновации



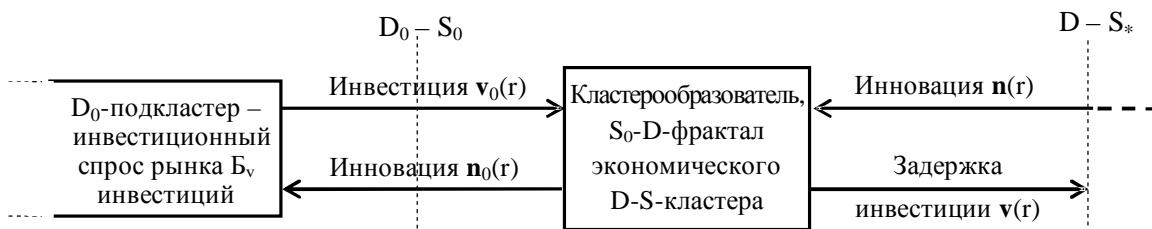
а – экономический D-подкластер в **основном** цепном **экономико-психологическом** состоянии (\mathbf{v}, \mathbf{n}): D-S* -подкластер – **лидер**; ожидаемый D*-S-подкластер – **ведомый**, **комплементарный**; D-S* -кластерообразователь – **ведомый** в инвестиционном предложении ($\mathbf{v}_0, \mathbf{n}_0$) и **лидер** в инвестиционном спросе (\mathbf{v}, \mathbf{n})



б – D-подкластер (а) в **основном экономико-психологическом** состоянии (\mathbf{v}, \mathbf{n}) D-S* -кластерообразователя – **двухстороннего лидера** в инновационном предложении ($\mathbf{n}_0, \mathbf{v}_0$) и инвестиционном спросе (\mathbf{v}, \mathbf{n}) (рис. 28 а)



в – экономический D-подкластер (а) в **транспонированном** цепном **экономико-психологическом** состоянии (\mathbf{n}, \mathbf{v}): D-S* -подкластер – **ведомый**; ожидаемый D*-S-подкластер – **лидер**; D-S* -кластерообразователь – **лидер** в инновационном предложении ($\mathbf{n}_0, \mathbf{v}_0$) и **ведомый** в инновационном спросе (\mathbf{n}, \mathbf{v}) (рис. 29 б, в)



г – D-подкластер (а) с **транспонированным**, инновационным спросом (\mathbf{n}, \mathbf{v}). D-S* -кластерообразователь – **двухсторонний ведомый** в инвестиционном предложении ($\mathbf{v}_0, \mathbf{n}_0$) и инновационном спросе (\mathbf{n}, \mathbf{v}) (рис. 29 а)

Рис. 30. Тетрада основных классов феноменных моделей сопряженных экономико-психологических концепций ($\mathbf{v}_*, \mathbf{n}_*$) и ($\mathbf{n}_*, \mathbf{v}_*$) D-S* -кластерообразователя в составе D-S* -подкластера экономического D-S-процесса изменения инвестиции $\mathbf{v}_*(t)$ и инновации $\mathbf{n}_*(t)$ в хронологической последовательности «свершившееся D₀-S₀-прошлое – D-S* -настоящее – проектное D* -S-будущее»

ординат: инновационного предложения $\{\mathbf{n}_0, \mathbf{v}_0\}$; инвестиционного спроса $\{\mathbf{v}, \mathbf{n}\}$; выход является ординатой, а вход – абсциссой. Ведомым хозяйствующий субъект будет в транспонированных системах экономических координат. Лидер характеризуется выходной характеристикой $\mathbf{v}(\mathbf{n})$ и/или $\mathbf{n}_0(\mathbf{v}_0)$, а ведомый входной характеристикой $\mathbf{n}(\mathbf{v})$ и/или $\mathbf{v}_0(\mathbf{n}_0)$. Кластерообразователь как фрактал, связующий входные и/или выходные хронологические лиганды в кластерной СЭС (рис. 3, 30), как правило, должен быть лидером в своем основном функциональном, инвестиционном, инновационном назначении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Феноменологические модели объектов менеджмента: сб. науч. статей / под ред. Р.С. Соболева. Пенза: Изд-во Приволжского Дома знаний, 2002. 140 с.
2. Человеческий фактор в управлении социальными и экономическими системами: сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. М.А. Кукушкина, А.А. Большакова. Пенза: РИО ПГСХА, 2006. 148 с.
3. Кукушкин М.А. Управление человеческим фактором в социальных и экономических системах / М.А. Кукушкин. Саратов: Научная книга, 2007. 347 с.

Бакал Наталия Евгеньевна –
соискатель Саратовского государственного технического университета

Игнатов Олег Сергеевич –
соискатель Российской академии государственной службы при Президенте РФ

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

А.Е. Бобиров, А.С. Игнатов

ТИПОЛОГИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ В КЛАСТЕРНОЙ ПОДСИСТЕМЕ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Изложены принципы фрактального структурирования подсистем инновационного предложения в кластерной промышленной корпорации. Показаны методы отображения объектных лидера и ведомого в цепных звеньях – фракталах – инновационного воспроизводства.

Экономика, инновация, управление, фрактал, кластер

A.E. Bobirov, A.S. Ignatov

TYPIFICATION STRUCTURES IN CLUSTER TO A SUBSYSTEM OF THE INNOVATIVE OFFER

Principles of fractal structurizations of the innovative supply subsystems in cluster industrial corporation are stated. Methods of display of the object leader and dependent in chain links – fractals – of innovative reproduction are shown.

Economics, innovation, management, fractal, cluster

Рассмотрим особенности кластерной типологизации – фрактализации – структуры в управлении хронологическим инновационным предложением (рис. 31-33) по сравнению с кластерным управлением хронологическим экономическим предложением S (supply) в экономическом инвестиционно-инновационном D - S -процессе (D - S – demand – supply) преобразования новации в инновацию. Всякое хронологическое S -звено имеет две главные стороны: S -сторону новационного предложения (\mathbf{n}, \mathbf{v}) и D -сторону инвестиционного спроса ($\mathbf{v}_1, \mathbf{n}_1$) новационного снабжения.

С S -стороны фрактально типологизируемого S -звена новационное предложение (\mathbf{n}, \mathbf{v}) (рис. 36) – это всегда двухмерная характеристика, содержащая выход \mathbf{n} и вход \mathbf{v} в нее: новацию $\mathbf{n}(r)=1/p \cdot \mathbf{v}(r)$, которая на хронологическом D_* - S -сечении (D - S -настоящем) преобразуется хронологическим объектным S -звеном или D_* - S -подсистемой в инновацию, это S -выход звена во внешний экономический, становящийся инновационным, мир; инвестиция $\mathbf{v}(r)$ по инновационной цене $1/p=n/v=n_v/1_v$, это S -вход звена из внешнего экономического, инвестиционного мира. Квант n_v инновации эквивалентен единице 1_v инвестиции. Многообразие компонент «корзины» инновации \mathbf{n} приводимо к ее общей единице 1_n измерения на приемке-сдаче заказчику M_d .

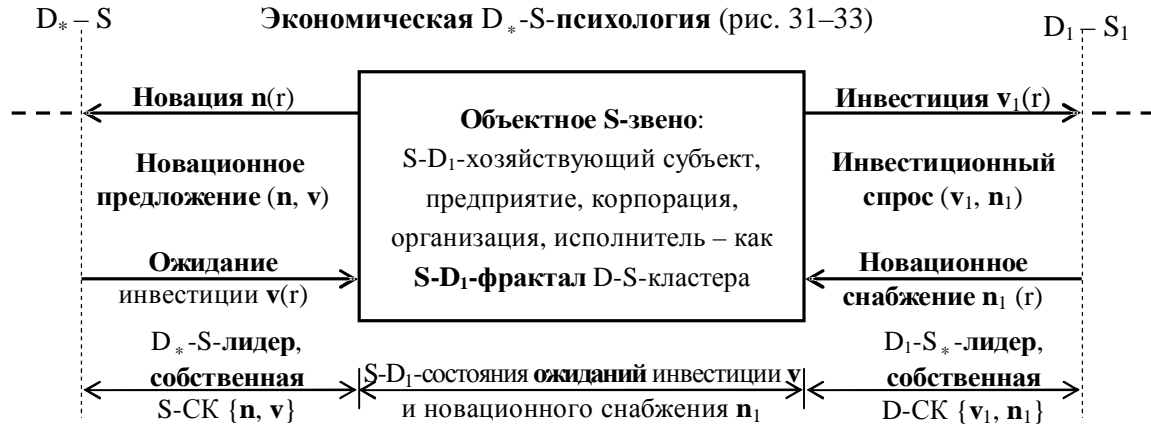
Фрактальность новационного предложения (\mathbf{n}, \mathbf{v}) состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3–6): товарно-денежной (\mathbf{n}, \mathbf{v}), потоко-ценовой (\mathbf{p}, \mathbf{q}) и т.д. – оно всегда содержит выход во внешний мир прошлого и вход из него в будущее новации. Одномерное предложение: только новация или только инвестиция – является объектным, а не экономическим феноменом, и не имеет прямого отношения к системному – с прямой и обратной связями – управлению в СЭС.

Новационное предложение (рис. 31) телеологически направлено на последующие объектные владение, потребительское или технологическое пользование и/или распоряжение инновацией как товаром, услугой или выполненной работой.

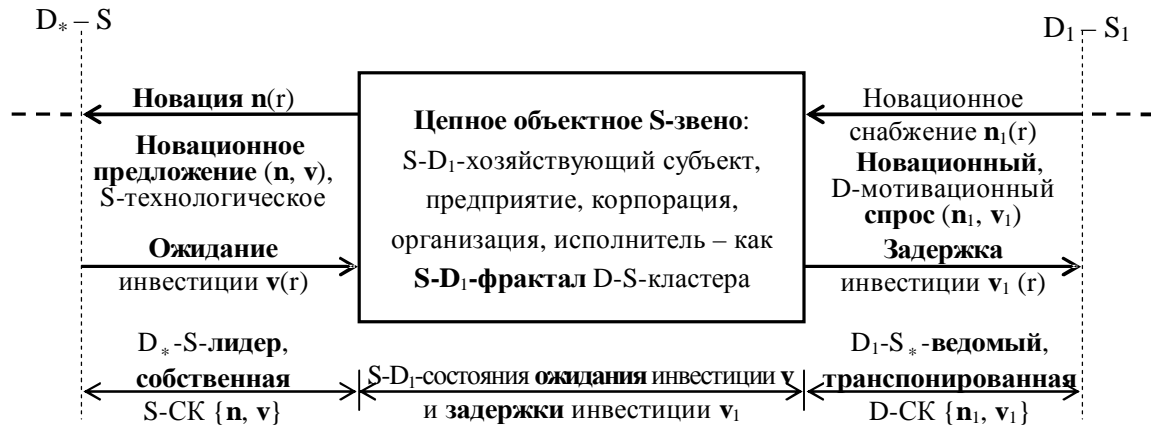
С D -стороны фрактально типологизируемого объектного S -звена должен существовать инвестиционный спрос ($\mathbf{v}_1, \mathbf{n}_1$) как инвестирование новационного снабжения – всегда двухмерная характеристика, содержащая выход \mathbf{v}_1 и вход в нее \mathbf{n}_1 : инвестицию $\mathbf{v}_1(r)=p\mathbf{n}_1(r)$ объектным S -звеном или D_1 - S_{1*} -подсистемой, это D_1 -выход S -звена во внешний, будущий экономический мир; снабжение $\mathbf{n}_1(r)$ создаваемой инновации $\mathbf{n}(r)$ по новационной цене $p=v_1/n_1=v_n/1_n$, это D_1 -вход S -звена из внешнего, будущего экономического мира снабжения, как правило, также новационного в его технологической сущности. Квант v_n инвестиции снабжения эквивалентен единице 1_n новационного и стандартного продукта.

Фрактальность инвестиционного спроса состоит в том, что независимо от его двухмерной концепции (табл. 3–6) оно содержит выход во внешний хронологический мир и вход из него.

Лидером и/или ведомым объектный S -фрактал может быть как в его новационном предложении, так и в инвестиционном спросе. Всего возможно четыре комбинации хронологического лидерства и подчиненности (рис. 33), как и в случае других фракталов (рис. 10-30). Лидером хозяйствующий субъект будет тогда, когда он находится в собственной системе координат: предложения $\{\mathbf{n}, \mathbf{v}\}$; спроса $\{\mathbf{v}_1, \mathbf{n}_1\}$; выход является ординатой, а вход – абсциссой. Ведомым субъект будет в транспонированных системах экономических координат. Лидер характеризуется выходной характеристикой $\mathbf{n}(\mathbf{v})$ и/или $\mathbf{v}_1(\mathbf{n}_1)$, а ведомый входной характеристикой $\mathbf{v}(\mathbf{n})$ и/или $\mathbf{n}_1(\mathbf{v}_1)$. Кластерообразователь как фрактал, связующий входные и/или выходные хронологические лиганды в кластерной СЭС (рис. 3), как правило, должен быть двойным лидером в своем основном функциональном и хронологически согласованном назначении.



а – экономическое S-звено – **D*-S-кластерообразователь** (ср. рис. 10–12) – в основных **экономико-психологических** состояниях с **пассивными** входами ожиданий инвестиции $v(r)$ и новационного снабжения $n_1(r)$. S-CK, D-CK – двухмерные системы координат предложения и спроса на хронологических D-S-сечениях

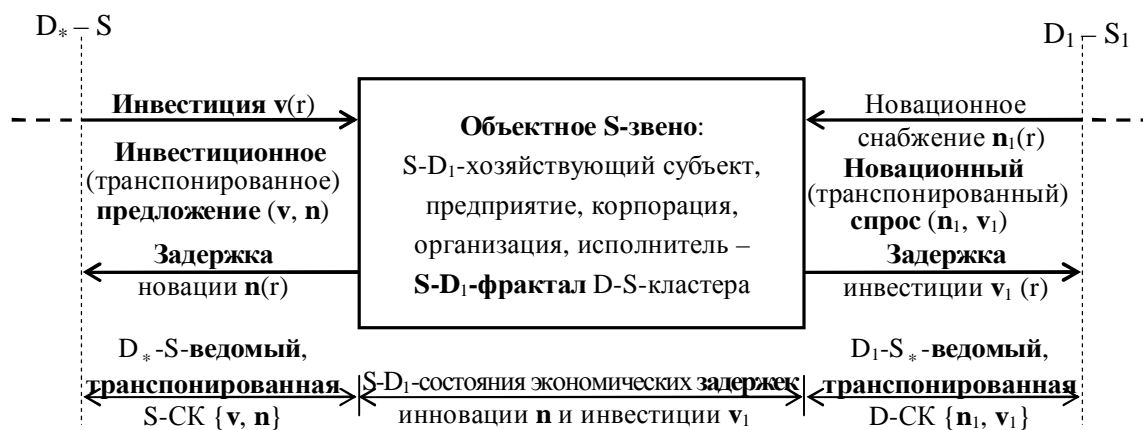


б – S-кластерообразователь (а) с транспонированным, новационным спросом (n, v) и **пассивными входом** инвестиции $v(r)$ и **выходом** инвестиции $v_1(r)$

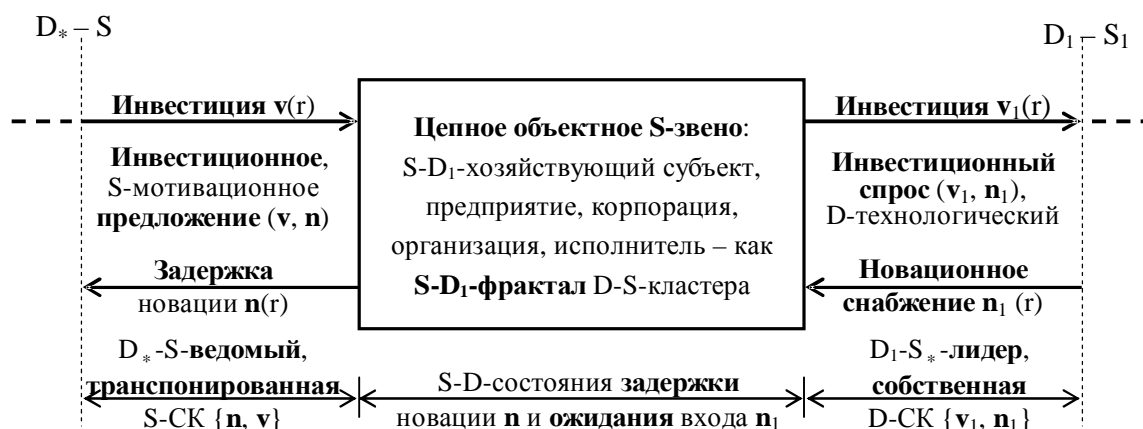


в – экономический S-подкластер в **основном экономико-психологическом** (разомкнутом) состоянии (n, v) : сдачи новации $n(r)$, ожидания инвестиции $v(r)$

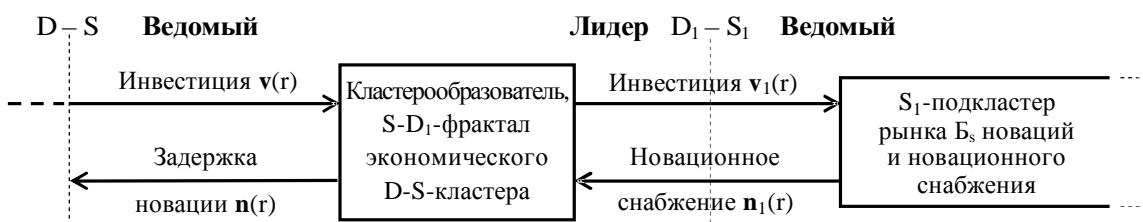
Рис. 31. Феноменные модели **экономико-психологических** концепций D^*-S -кластерообразователя в $D-S^*$ -подкластере **экономического S-D-процесса** преобразования новации $n(r)$ в инновацию $n_0(r)$ и изменения инвестиции $v_*(r)$ в **едином** географическом и экономическом **пространстве г** для всех хронологических D-S-состояний



а – S-кластерообразователь (рис. 31,а) в **транспонированных экономико-психологических состояниях с пассивными выходами** новации $n(r)$ и инвестиции $v_1(r)$

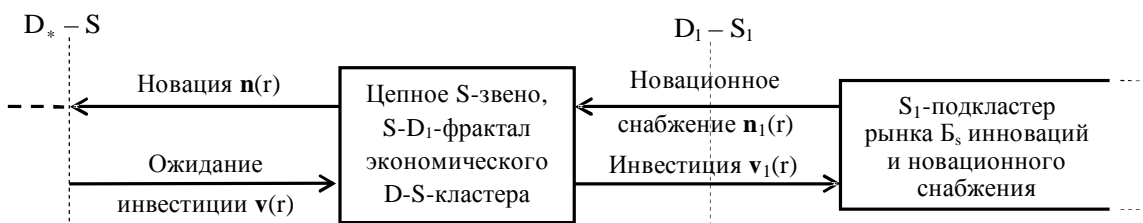


б – экономическое цепное S-звено – **D* -S-кластерообразователь** (рис. 31,а) с транспонированным, инвестиционным предложением (v, n) и **пассивными выходом** инновации $n(r)$ и **входом** новационного снабжения $n_1(r)$

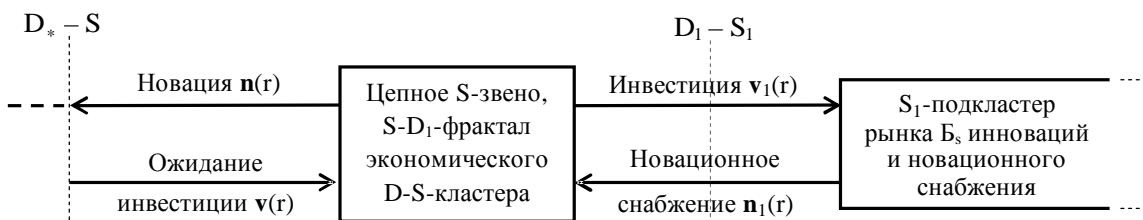


в – экономический S-подкластер в **транспонированном экономико-психологическом состоянии (v, n)** : осуществлена инвестиция $v(r)$; задержана инновация $n(r)$ (см. рис. 31,в)

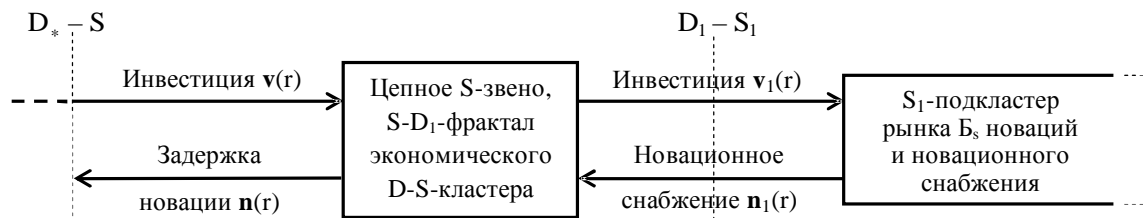
Рис. 32. Феноменные модели **экономико-психологических концепций** фрактального объектного S-звена как S-кластерообразователя в **D-S* -подкластере** транспонированного **экономического S-D-процесса** изменения инвестиции v_* и новации n_* – создаваемой части инновации n_0 – в **едином географическом, социальном и экономическом пространстве г**



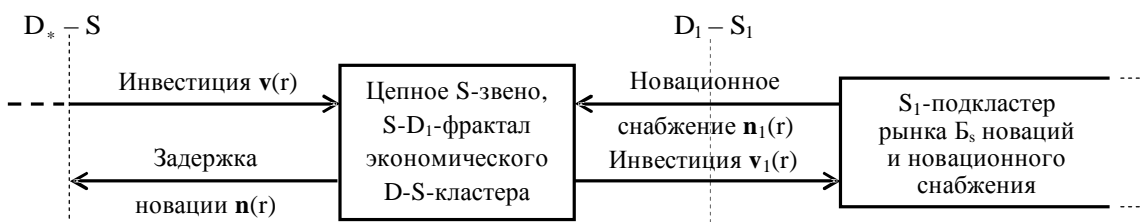
а – экономический D_* - S -подкластер в **основном цепном экономико-психологическом** (разомкнутом) состоянии (\mathbf{n}, \mathbf{v}) с транспонированным, новационным спросом $(\mathbf{n}_1, \mathbf{v}_1)$: D_* - S -подкластер – **лидер**; ожидаемый D - S_* -подкластер – **ведомый**, комплементарный; D_* - S -кластерообразователь – **лидер** в новационном предложении (\mathbf{n}, \mathbf{v}) и **ведомый** в новационном спросе $(\mathbf{n}_1, \mathbf{v}_1)$ (рис. 31,б,в)



б – экономический D_* - S -подкластер (а) в **основном экономико-психологическом** состоянии (\mathbf{n}, \mathbf{v}) D_* - S -кластерообразователя – **двухстороннего лидера** в новационном предложении (\mathbf{n}, \mathbf{v}) и инвестиционном спросе $(\mathbf{v}_1, \mathbf{n}_1)$ (рис. 31,а)



в – экономический D_* - S -подкластер (а) в **транспонированном цепном экономико-психологическом** состоянии (\mathbf{v}, \mathbf{n}) : D_* - S -подкластер – **ведомый**; ожидаемый D - S_* -подкластер – **лидер**; D_* - S -кластерообразователь – **ведомый** в инвестиционном предложении (\mathbf{n}, \mathbf{v}) и **лидер** в инвестиционном спросе $(\mathbf{v}_1, \mathbf{n}_1)$ (рис. 32,б,в)



г – D_* - S -подкластер (а) в **транспонированном экономико-психологическом** состоянии (\mathbf{v}, \mathbf{n}) D_* - S -кластерообразователя – **двухстороннего ведомого** в инвестиционном предложении (\mathbf{v}, \mathbf{n}) и новационном снабжении $(\mathbf{n}_1, \mathbf{v}_1)$ (рис. 32,а)

Рис. 33. Тетрада основных классов феноменных моделей экономико-психологических концепций $(\mathbf{n}_*, \mathbf{v}_*)$ и $(\mathbf{v}_*, \mathbf{n}_*)$ D_* - S -кластерообразователя в составе D_* - S -подкластера экономического D - S -процесса изменения новации в инновацию $\mathbf{n}_*(r)$ и инвестиции $\mathbf{v}_*(r)$ в хронологической объектной последовательности «формирующееся D_* - S -настоящее – проектное D_1 - S_1 -будущее» на **едином пространстве \mathbf{r}**

ЛИТЕРАТУРА

1. Кнышев Ил.В. Базовые структуры экономического движения: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2004. 109 с. Деп. в ВИНТИ РАН 07.04.04, № 570-В2004.
2. Методологические основы управления в социальных и экономических системах: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. / под науч. ред. Иг.В. Кнышева, М.А. Кукушкина, Р.С. Соболева. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. 147 с.
3. Кнышев Ил.В. Аксиоматические основы управления в сопряженных социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2007. 245 с. Деп. в ВИНТИ РАН 24.12.07, № 1216-В2007.

Бобиров Александр Евгеньевич –

соискатель Российской академии государственной службы при Президенте РФ

Игнатов Алексей Сергеевич –

соискатель Пензенского государственного университета архитектуры и строительства

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 165.0:303.01:330.101

О.С. Гришанова

РЕСУРСЫ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ РОССИИ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ

Выявлены ресурсы общеобразовательных учреждений при осуществлении приоритетных направлений социальной политики Российской Федерации в Саратовской области. Проанализированы причины актуализации проблемы и соответствующего дискурса.

Социальная политика, образовательная политика, ресурсы, здоровый образ жизни

O.S. Grishanova

RESOURCES OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS AT REALISATION OF PRIORITY DIRECTIONS OF SOCIAL POLICY OF RUSSIA: REGIONAL ASPECT

This article is the attempt to reveal the resources of the institutions of general education in time of realization the superior trends of social policy in Russian Federation, in Saratov region. The causes of the problem's actualization and corresponding discourse are analyzed.

Social policy, educational policy, resources, the health mode of life

Государственная политика страны включает один из наиболее важных компонентов – социальную политику. Конституцией Российской Федерации ст. 9 декларируется, что «Российская Федерация – социальное государство, политика которого направлена на создание условий, обеспечивающих достойную жизнь и свободное развитие человека» [1]. Таким образом, государственная социальная политика представляет собой действия государства, осуществляемые в социальной сфере с определенными целями, которые соотносятся с конкретно-историческими обстоятельствами, а также подкрепляются необходимыми организационными и пропагандистскими усилиями, а также финансовыми ресурсами и рассчитанными на определенные этапные социальные результаты [2].

Социальная политика, по мнению Т. Сидориной, – «сложный системный объект, система мер и механизмов, поддерживаемая необходимым законодательным оформлением, которая обеспечивает решения на рынке труда, в области здравоохранения, образования, пенсионном обеспечении и других сферах, представляющих социальные потребности общества и его слоев». Тем самым в новом столетии социальная политика «сформировалась как область научных исследований, направление внутривластной деятельности государства – государственная социальная доктрина, определяющая стратегию и цели развития общества; а также сфера деятельности различных негосударственных институтов» [3].

В современном обществе, подчеркивает И. Григорьева, «существует множество причин актуализации проблем социальной политики и соответствующего дискурса. Во-первых, давно и основательно обсуждается кризис идеи и практик современных социальных государств и через механизмы социальной политики ищутся выходы из кризиса. Во-вторых, в развитых социальных государствах происходит стабилизация экономического роста, однако нет ни одной страны, где бы проблемы чрезмерной дифференциации уровня жизни, а иногда и бедности перестали существовать» [4].

Важными приоритетными направлениями социальной политики, считает И. Григорьева, на сегодняшний день, являются здоровье и образование человека, как непосредственные составляющие его развития. Особенно эти направления значимы с тем ростом благосостояния, пределы которого обнаруживают себя на разнообразных уровнях. Однако, «эти задачи не могут быть решены средствами социальной политики, рассматривающей человека как свой объект, они требуют активного отношения людей к своему здоровью (здоровому образу жизни) и социально-профессиональному статусу. Люди и социальные группы должны быть включены в социальную политику в качестве равноправных акторов – партнеров государства. Здесь также возникает новая задача – согласование взаимодействий и интересов множества субъектов, складывающихся в формирующееся в России гражданское общество с его механизмами самоорганизации и самоуправления, и традиционных управленческих воздействий государства и экономики» [5].

По мнению Ф. Зиятдиновой, «сегодня усиливается значение образовательной политики, осуществляемой государством, которая в социологии рассматривается как часть социальной политики. Образовательная политика включает в себя стратегию и тактику деятельности в сфере образования, средства, формы и методы достижения образовательных целей и задач. Эта политика, как лакмусовая бумага, проявляет отношение государства к образованию как социальному институту, влияющему на интересы больших масс людей, практически каждого члена общества. Являясь инструментом обеспечения фундаментальных прав и свобод личности, условием обеспечения социально-экономического, научно-технического, культурного развития общества, образовательная политика государства проецирует и формирует облик общества завтрашнего дня» [6].

Как полагает А. Овсянников, образование с точки зрения системы функционирует в обществе с двойственной позиции. «С одной стороны, она предназначена для удовлетворения потребностей населения в образовании и воспитании. Она развивает способности личности. При исполнении этой роли, естественно, главным субъектом деятельности является

школьник, воспитанник, студент, аспирант, слушатель – потребители услуг системы образования. Эффективность исполнения этой деятельности оценивается способностью системы удовлетворять потребности людей в образовании в течение всей их жизни (непрерывность образования), развивать понимающую, знающую, умеющую и духовную личность, обучать людей жизни в условиях тотальной неопределённости и вариативности. С другой стороны, система образования предназначена для удовлетворения потребностей общества в социализации молодых людей, освоении ими социально-одобряемых образцов поведения, людьми определённой институционализированной системы ценностей. Профессиональная система образования предназначена для удовлетворения потребностей многообразных деятелей рынка в специалистах. Она готовит профессионалов, способных выдержать конкуренцию на рынке труда, способных к решению актуальных задач воспроизводства товаров, услуг, знаний, образцов поведения, ценностей духовной жизни. При таком подходе к системе образования потребителями её услуг являются государство и экономические деятели рынка (работодатели). Соответственно, и эффективность исполнения этой роли оценивается её способностью удовлетворить спрос на специалистов, потребности в социальном человеке, гражданине. Такое двойственное положение ставит перед системой образования крайне важную задачу поиска оптимального решения в системе двух критериев оценки системы образования» [7].

Выделение образования в качестве приоритетного направления социальной политики и вливание в эту сферу достаточно больших финансовых средств диктуется целым рядом обстоятельств. Во-первых, образование является всеобщим и обязательным для каждого гражданина. Во-вторых, в системе образования личность формируется в среднем 20 лет, в течение которых при правильно организованном с точки зрения государственных интересов, процессе воспитания можно подготовить удобного гражданина, который относится к своему здоровью как к ценности и ведет здоровый образ жизни.

Как подчеркивает А. Левитская, «сохранение и укрепление здоровья учащихся, их физическое, психическое развитие, здоровое питание принадлежат к приоритетным направлениям государственной политики и рассматриваются в качестве необходимой гарантии успеха всех социальных и экономических реформ, проводимых в нашей стране». В Послании к Федеральному Собранию Президент РФ Д.А. Медведев подчеркнул важность школьного образования в формировании здоровья человека на всю последующую жизнь [8].

В современных условиях отечественного государства процесс трансформации социального развития общества и система образования носят противоречивый характер. С одной стороны, система образования должна предоставлять учащимся новые образовательные возможности, реализация которых сопровождается интенсификацией процесса образования, что тем самым, определяется многими учеными и исследователями, одним из факторов ухудшения здоровья подрастающего поколения. Так, по мнению М. Безруких, «сама организация школьного обучения в России, традиционно ориентированная на получение большого количества информации и обширных теоретических знаний разных наук, постоянная интенсификация учебного процесса в сочетании с неблагоприятными условиями организации учебного процесса не могут способствовать сохранению и укреплению здоровья. А если приплюсовать к этим факторам высокую степень различных стрессовых воздействий, связанных с недостаточным знанием педагогов возрастных и индивидуальных особенностей ребенка, отсутствие системной физкультурно-оздоровительной работы и низкий уровень общей культуры здоровья в обществе и в семье, то удивляться цифрам плохого здоровья не приходится» [9].

С другой стороны, информатизация современного общества, те возможности, которые сейчас есть у детей и подростков в плане досуговых практик, влекут за собой негативные тенденции в развитии социальных характеристик здоровья, распространение среди молодежи вредных привычек, сопряженных с риском для здоровья. Проведенное нами исследование в 2006-2008 гг., включающее анкетный опрос 1200 учащихся 9-х классов о влиянии школы на здоровье детей, по отношению школьников к своему здоровью и здоровому образу жизни,

анализу распространения среди учащихся вредных привычек, организации профилактической работы в общеобразовательных учреждениях, показало следующую картину. При ответе на вопрос: «Как влияет школа на здоровье учащихся?» ответы распределились таким образом. Почти 35% респондентов отметили, что школа влияет на здоровье детей позитивно. Для 20% влияние на здоровье школы почти не оказывает. 23% респондентов затруднились с выбором ответа. Однако 22% опрошенных считают влияние школы на здоровье учащихся негативным. Различий при ответах на данный вопрос по гендерному признаку не наблюдается.

Признание негативного влияния общеобразовательного учреждения на здоровье учащихся связано с тем, насколько в данном учреждении развит здоровьесберегающий подход и использование здоровьесберегающих технологий в образовательном и воспитательном процессе. В тех учреждениях, где администрация и сами педагоги признают важность и серьезность сохранения и укрепления здоровья учащихся, а также проводят системную комплексную работу респондентами по снижению негативного действия школьных факторов риска на здоровье детей, отмечается позитивное влияние на здоровье подрастающего поколения.

В контексте темы диссертационного исследования в 2006-2008 гг. нами было проведено эмпирическое исследование более 600 педагогов общеобразовательных учреждений Саратовской области с различным стажем и квалификационной категорией с целью выявления готовности работы по организации здоровьесберегающего пространства в общеобразовательном учреждении. Анализ ответов респондентов показал следующее. Значимость цели формирования здорового образа жизни в общеобразовательном учреждении характерна лишь для 17% респондентов, у 14% опрошенных такая цель не сформирована вовсе, а у 15% она не приоритетна в образовательной деятельности. Мотив организации здоровьесберегающего пространства в педагогической деятельности присутствует у 29% педагогов, но в то же время 29% педагогов испытывают максимальные трудности при работе в этом направлении. Обращает на себя внимание тенденция снижения личностной инициативы педагога в решении данных проблем с возрастанием стажа педагогической деятельности. Таким образом, можно сделать предварительные выводы о неготовности педагогических кадров к осмыслению целей стоящих перед современным образованием и деятельности по созданию здоровьесберегающей среды образовательного учреждения.

В интервью с педагогом одного из общеобразовательных учреждений Саратовской области, комментирующей здоровьесберегающую деятельность учреждения и применение здоровьесберегающих технологий в образовательном и воспитательном процессе, прозвучала следующая реплика: *«Здоровьем мы в школе занимаемся, конечно. Но много есть таких учителей, которые делают это от раза к разу. Либо, чтобы аттестовали, или же в портфолио на стимулирующую больше баллов набрать. Как-то это все бессистемно проводится и толку мало. Вот если бы система была...»*. Отметим, что Саратовская область является одним из немногочисленных регионов, в потенциале которого существуют ресурсы для обеспечения должного внимания к вопросам здоровья и здорового образа жизни подрастающего поколения. С 1995 г. в общеобразовательных учреждениях экспериментальных районов области начала реализовываться региональная образовательная программа «Основы здорового образа жизни» и по приказу министерства образования Саратовской области №684 от 03.08.01 «О введении региональной программы «Основы здорового образа жизни» во всех дошкольных учреждениях и начальных классах общеобразовательных школ с 2000-2001 учебного года введено преподавание региональной программы «Основы здорового образа жизни». По решению коллегии министерства образования области со второго полугодия 2001-2002 учебного года программа введена в 5-7-х классах общеобразовательных школ. По приказу министерства образования Саратовской области №54 от 24.08.2002 г. Программа «Основы здорового образа жизни» введена в 8-9 х классах общеобразовательных учреждениях области с 2002-2003 учебного года.

Программа «Основы здорового образа жизни» является научной, комплексной и последовательной системой обучения и воспитания здорового образа жизни в период с 3 до 17 лет и призвана позитивно повлиять на сложившуюся в обществе систему, так как позволит сформировать новое отношение к здоровью на уровне установок, навыков и умений. Цели регионального курса «Основы здорового образа жизни»: формирование личности, способной реализовать себя максимально эффективно в современном мире, творчески относящейся к возникающим проблемам, владеющей навыками саморегуляции и безопасного поведения [10].

Кроме того, с 2008 г. в Саратовской области в рамках комплексного проекта модернизации образования начались системные изменения в сфере региональной образовательной политики и экономического развития области в целом. Также Саратовская область включена в пилотные федеральные проекты кластерного управления развитием региона, разработки и апробации региональной стратегии здорового образа жизни. Таким образом, следует отметить, что, на сегодняшний день столь масштабная деятельность Саратовского региона по сохранению и укреплению здоровья подрастающего поколения принесет желаемые результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конституция Российской Федерации. М., 2003.
2. Волгин Н.А. Социальная политика / Н.А. Волгин. М., 2002.
3. Сидорина Т.Ю. Структура российского общества: основные понятия / Т.Ю. Сидорина // Мир России. 2005. № 4. С. 49-63.
4. Григорьева И. А. Социальная политика: основные понятия / И.А. Григорьева // Журнал исследований социальной политики. 2003. Т.1. № 1. С. 29-44.
5. Григорьева И.А. Человек в социальном государстве: согласование интересов / И. А. Григорьева. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2002.
6. Зиятдинова Ф.Г. Российская образовательная политика в свете зарубежного опыта [Текст] / Ф.Г. Зиятдинова // Социологические исследования. 2006. № 5. С. 51-58.
7. Овсянников А.А. система образования в России и образование России / А.А. Овсянников // Мир России. 1999. 3. С. 73-132.
8. Левитская А.А. о мерах по совершенствованию деятельности в сфере сохранения и укрепления здоровья обучающихся, организации их питания в общеобразовательных учреждениях / А.А. Левитская // Здоровьесберегающее образование. 2009. № 1. С. 6-11.
9. Безруких М.М. В школу с букетом болезней / М.М. Безруких / М.М. Безруких // Российская газета. Федеральный выпуск № 4309. 2007. 6 марта.
10. Павлова М.А. Образование в области здоровья. Основы здорового образа жизни / М.А. Павлова. Саратов: ЗАО «Сигма-плюс», 2002. 244 с.

Гришанова Оксана Сергеевна –

аспирант кафедры социальной антропологии и социальной работы Саратовского государственного технического университета

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

Иг.В. Кнышев

**АКСИОМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД
В КЛАСТЕРНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Предложен аксиоматический метод алгоритмизации субъектных и объектных отношений в кластерных социальных и экономических системах. Разработаны методы алгоритмизации структурных и системных факторов целостности с учетом управленческих и управляющих воздействий на дуальные системы.

Экономика, соционика, аксиома, система, кластер

Ig.V. Knyshev

AXIOMATIC METHOD IN CLUSTER SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

The axiomatic method of algorithmization of subject and object relations in cluster social and economic systems is offered. Methods of algorithmization of structural and system factors of integrity taking into account administrative and operating impacts on dual systems are developed.

Economics, socionomics, axiom, system, cluster

Широко известна проблема содержательного учета человеческого фактора, организации и управления им – субъектными и объектными отношениями – в социальных и экономических системах (СЭС). В гуманитарных науках считалось, что такая проблема вряд ли будет решена на содержательном уровне в текущем тысячелетии.

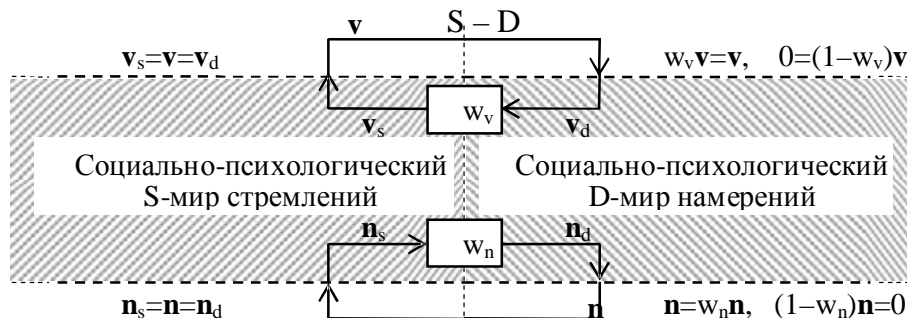
Однако, следуя кибернетическим и синергетическим подходам, достаточно сильно упорядоченным, модифицированным и развитым саратовской методологической школой, доказаны методологическая симметрия и структурная асимметрия [1] субъектных и объектных отношений в сопряженных СЭС, а также раскрыты методологические возможности их анализа-синтеза не менее содержательного, чем в естественно-научной и технической сферах [2]. Под содержательностью субъектных и объектных отношений – дуальных состояний и свойств – будем понимать, исходя из терминологии общей, кибернетической по сути теории управления, их наблюдаемость и измеряемость, идентифицируемость и вычисляемость, алгоритмируемость и управляемость.

Цель статьи – показать естественные смысл, содержание, сущность и аксиоматические основания единой методологии изучения субъектных и исследования объектных отношений, их анализа, синтеза, проектирования и управления ими в СЭС, построенных на принципах «предложение (supply) – спрос (demand)» и «спрос – предложение» – S-D- и D-S-принципах. Аксиоматический метод в кластерных СЭС показан на рис. 34-37, информативность которых (с учетом рис. 1-33) не требует дополнительных пояснений.

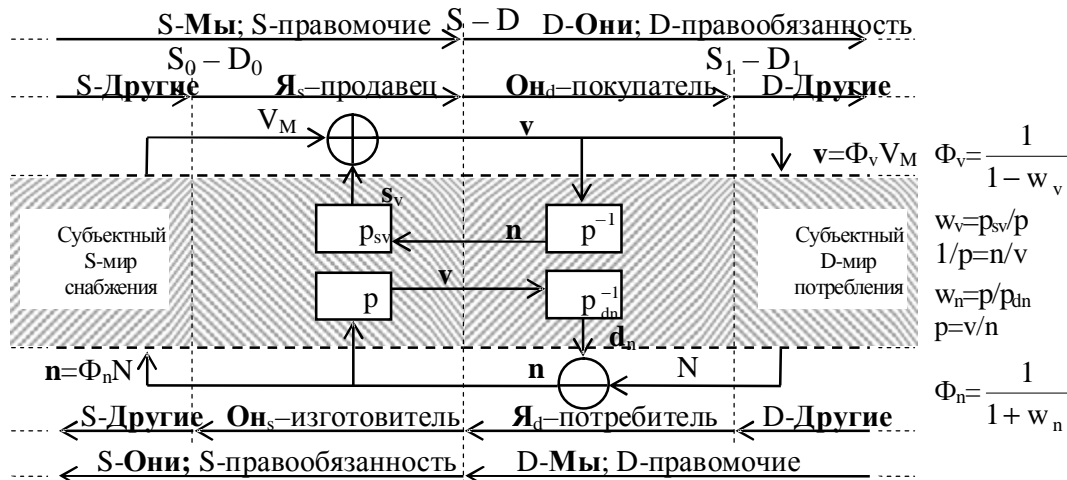
Разработанные методология, методы, аппараты: алгоритмический, геометрический, структурный, системный – и инструменты как согласованные научная парадигма и мировоззрение, знания, умения и навыки могут быть применены для анализа, синтеза и проектирова-



а – внутренние (2, 7) и внешние (1, 3, 6, 8) **социально-психологические** (1-3, 6-8) и **социальные** (4, 5) S- и D-миры состояний (1, 3, 4, 5, 6, 8) и свойств (2, 7) первичной **социальной S-D-системы**

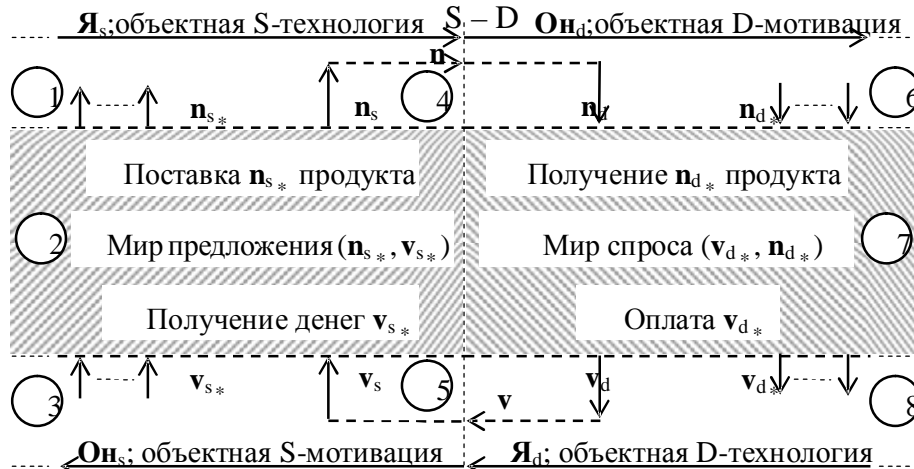


б – возникновение номенологических факторов w_v и w_n **социальной целостности** как структурных передаточных функций $w_v = v_s/v_d$ и $w_n = n_d/n_s$ в собственных состояниях интереса $0 = (1 - w_v)v$ и потребности $(1 - w_n)n = 0$; $1 \pm w_* = 0$ – характеристические уравнения

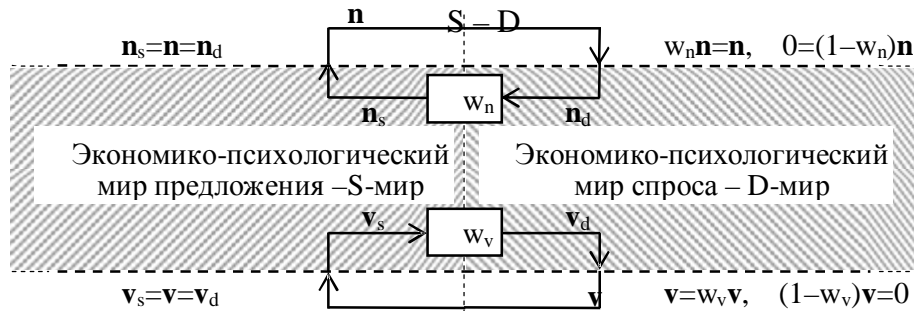


v – сегментация факторов w_v , w_n на **иммитансы** S- и D-свойств: затратно/продуктовое сопротивление $p_{sv} = s_v/n$ стремлению (s_v, n) , продуктивно/затратную проводимость $1/p_{dn} = d_n/n$ намерения (d_n, v) – с учетом входа V_M желания денег и входа N предельного хотения продукта

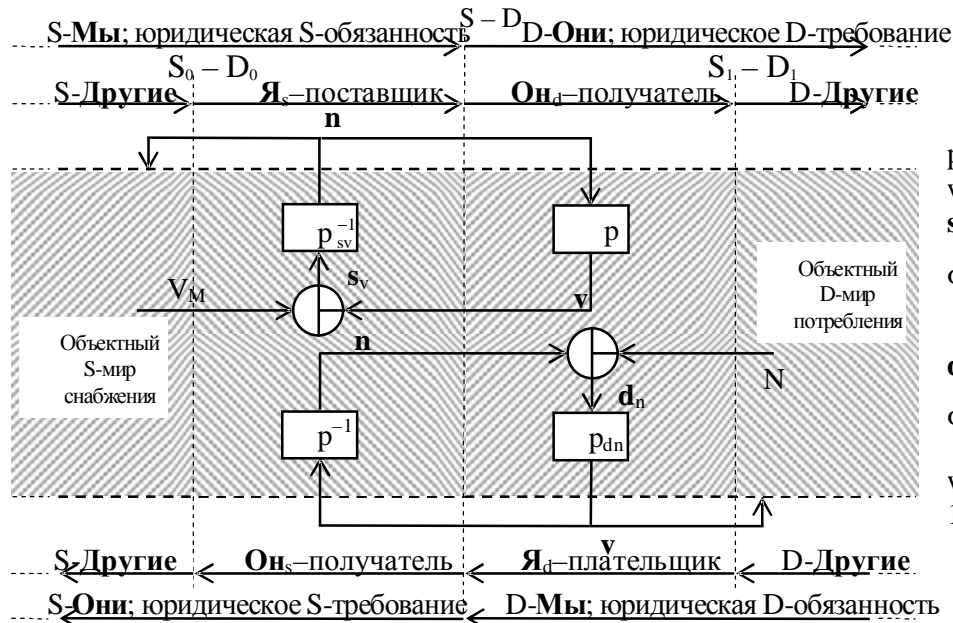
Рис. 34. Принципы алгоритмизации структурных w_v , w_n и системных Φ_v , Φ_n факторов социальной целостности, управленческих воздействий V_M , N и переменных $v = \Phi_v V_M$, $n = \Phi_n N$ управляемого состояния **социального S-D-движения** интересов v и потребностей n



а – внутренние (2, 7) и внешние (1, 3, 6, 8) **экономико-психологические** (1-3, 6-8) и **экономические** (4, 5) миры состояний (1, 3, 4, 5, 6, 8) и свойств (2, 7) первичной экономической S-D-системы



б – возникновение феноменологических факторов w_n и w_v **экономической целостности** как структурных передаточных функций $w_n = n_s/n_d$ и $w_v = v_d/v_s$ в собственных состояниях предложения $0 = (1 - w_n)n$ и спроса $(1 - w_v)v = 0$; $1 \pm w_* = 0$ – характеристические уравнения



$$p = v/n$$

$$w_s = p/p_{sv}$$

$$s_v = -\Phi_s V_M$$

$$\Phi_{sv} = \frac{1}{1 - w_s}$$

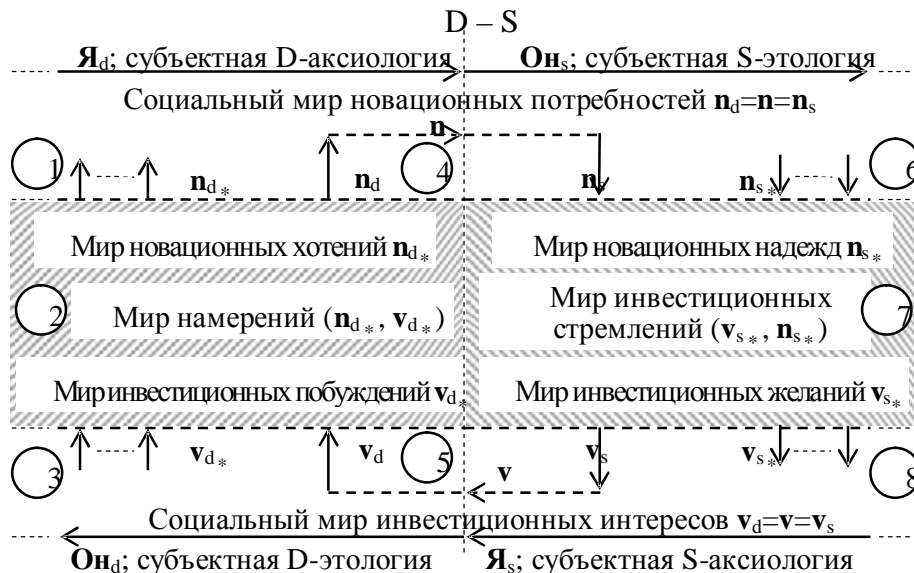
$$d_n = \Phi_d N$$

$$\Phi_d = \frac{1}{1 + w_d}$$

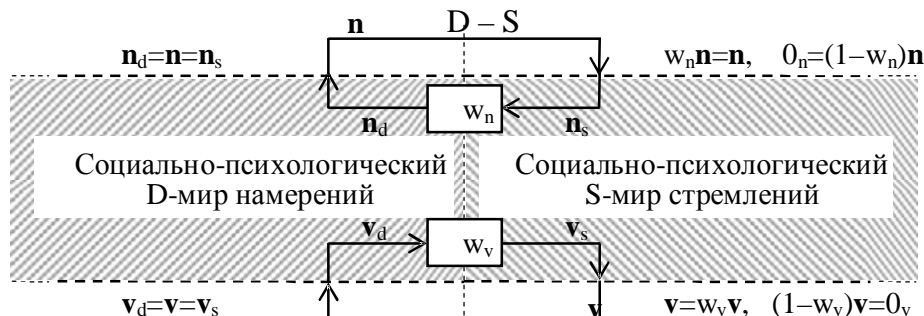
$$w_d = p_{dn}/p$$

$$1/p = n/v$$

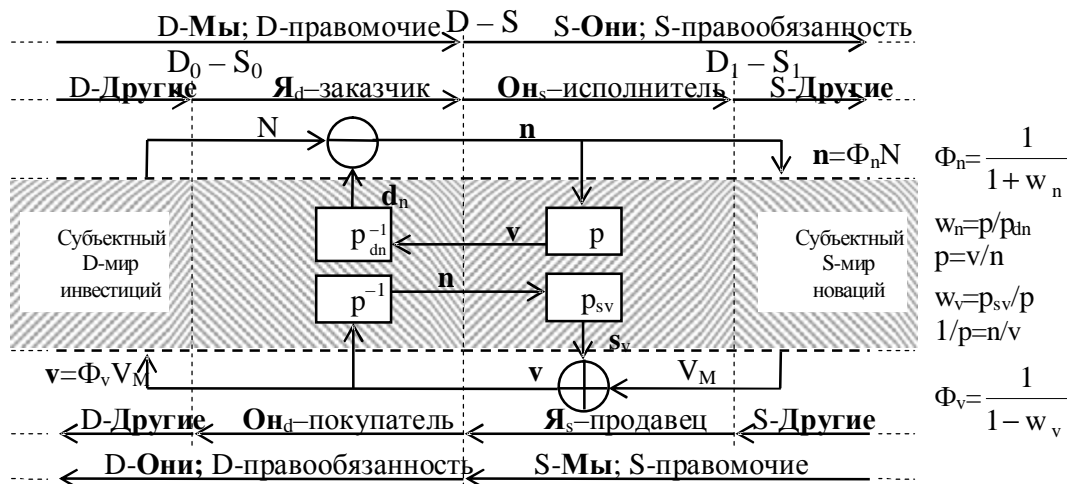
в – сегментация факторов w_s, w_d на **иммитансы** S- и D-свойств: товарно/денежную проводимость $1/p_{sv} = n/s_v$ предложения (n, s_v) , денежно/товарное сопротивление $p_{dn} = v/d_n$ спросу (v, d_n) – с учетом оплаты V_M снабжения и входа N предельного спроса продукта
Рис. 35. Принципы алгоритмизации структурных w_s, w_d и системных Φ_s, Φ_d факторов целостности, управляющих воздействий V_M, N и управляемых переменных $s_v = -\Phi_s V_M, d_n = \Phi_d N$ состояния **экономического S-D-движения** товаров n и денег v



а – внутренние (2, 7) и внешние (1, 3, 6, 8) социально-психологические (1-3, 6-8) и социальные (4, 5) D- и S-миры состояний (1, 3, 4, 5, 6, 8) и свойств (2, 7) хронологической социальной D-S-системы

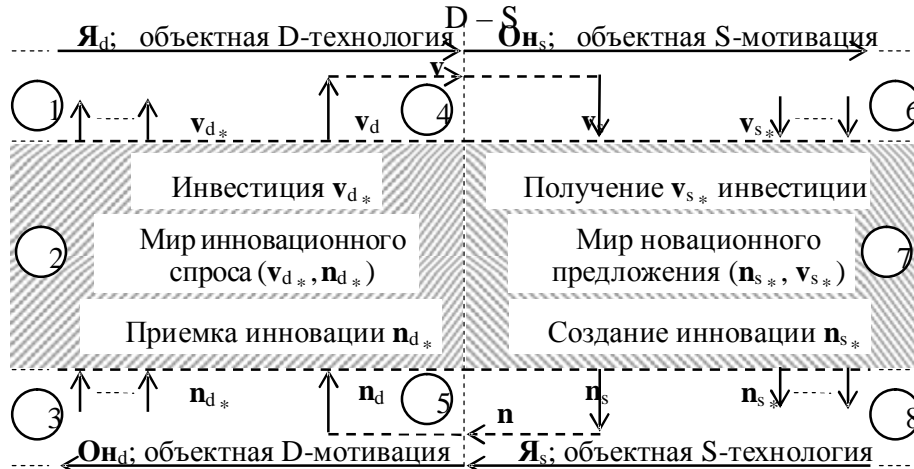


б – возникновение факторов w_n и w_v социальной D-S-целостности как передаточных функций $w_n = n_d/n_s$ и $w_v = v_s/v_d$ в собственных состояниях потребности $(1 - w_n)n = 0$ и инвестиционного интереса $0 = (1 - w_v)v$; $1 \pm w_* = 0$ – характеристические уравнения

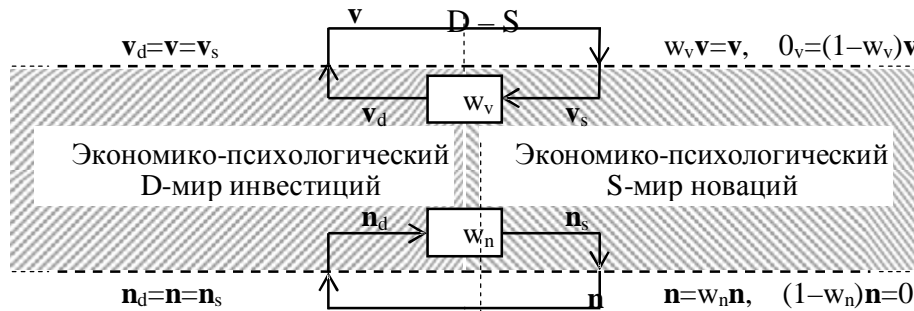


в – сегментация факторов w_n, w_v на иммитансы D- и S-свойств: продуктово/затратную проводимость $1/p_{dn} = d_n/v$ намерения (d_n, v) , затратно/продуктовое сопротивление $p_{sv} = s_v/n$ стремлению (s_v, n) – с учетом входа N начального хотения новации и желания V_M S-снабжения

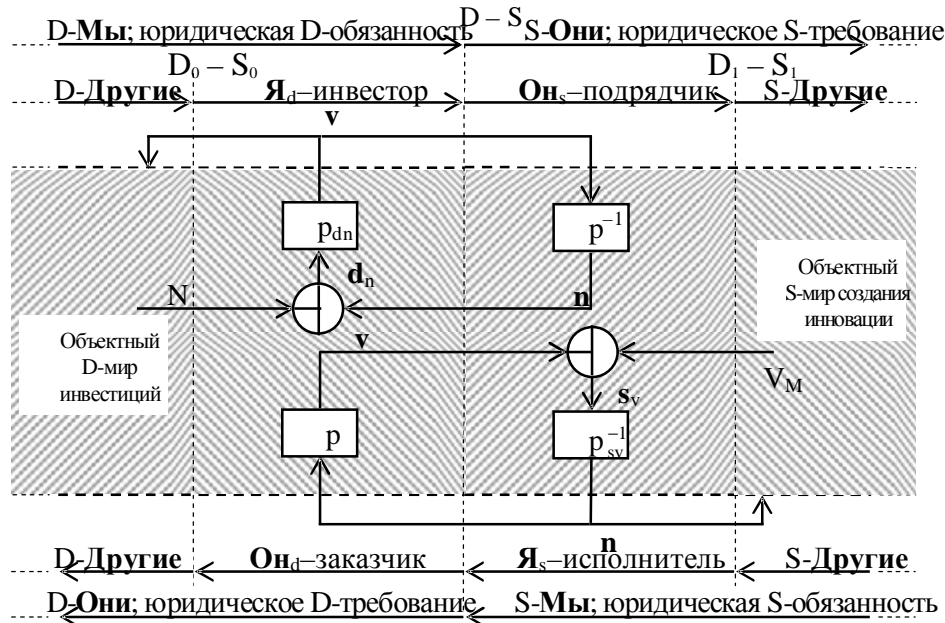
Рис. 36. Принципы номенологической алгоритмизации структурных w_n, w_v и системных Φ_n, Φ_v факторов целостности, управленческих воздействий N, V_M и управляемых состояний $n = \Phi_n N, v = \Phi_v V_M$ социального D-S-процесса изменений (n, v)



а – внутренние (2, 7) и внешние (1, 3, 6, 8) экономико-психологические (1-3, 6-8) и объектные (4, 5) миры состояний (1, 3, 4, 5, 6, 8) и свойств (2, 7) хронологической экономической D-S-системы



б – возникновение экономических факторов w_v и w_n D-S-целостности как передаточных функций $w_v=v_d/v_s$ и $w_n=n_s/n_d$ в собственных состояниях инвестиции $0=(1-w_v)v$ и инновации $(1-w_n)n=0$; $1 \pm w_* = 0$ – характеристические уравнения



в – сегментация факторов w_d , w_s на **иммитансы** D- и S-свойств: денежно/товарное сопротивление $p_{dn}=v/d_n$ инновации (v, d_n) , товарно/денежную проводимость $1/p_{sv}=n/s_v$ инвестиции (n, s_v) , – с учетом входа N спроса инновации и инвестиции V_M снабжения
 Рис. 37. Принципы феноменологической алгоритмизации структурных w_d, w_s и системных Φ_d, Φ_s факторов целостности, управляющих воздействий N, V_M и управляемых состояний $d_n=\Phi_d N, s_v=-\Phi_s V_M$ **экономического D-S-процесса** изменений (v, n)

ния взаимоотношений: системных состояний и свойств – человека [3], коллектива, предприятия и кластера любой масштабности, государственных образований, рынка, социума и природных факторов в любой СЭС.

Аксиоматические принципы анализа-синтеза социальных и экономических взаимоотношений изложены на минимальных системных моделях социального движения (рис. 34) субъектных носителей – финансовых интересов и материальных потребностей, – сопряженного с экономическим движением (рис. 35) объектных носителей: товаров и денег. Такие компактные данные о состояниях и свойствах организации и управления в СЭС необходимы руководству подразделений, предприятий, кластеров, отраслей, государственных и общественных образований.

Каждый человек и любое предприятие существуют в пространстве – хорологически – и изменяются во времени – хронологически – в субъектной и/или социальной и объектной и/или экономической реальностях. Системные – с прямой и обратной связями – взаимоотношения: социальные взаимосвязи и экономические взаимодействия, их состояния и свойства – людей, предприятий, государственных образований, рынков, социумов и природных факторов образуются на социальном движении (рис. 34) или в процессе (рис. 36) изменения интересов и потребностей и на экономическом движении (рис. 35) или в процессе (рис. 37) изменения товаров и их стоимости.

Поэтому методология, теория и проектирование управления конкурентоспособностью в СЭС должны обеспечивать формирование, анализ и синтез, как минимум, четырех моделей взаимосвязанных кластеров: хорологических социального и экономического движений соответствующих носителей (рис. 34, 35), хронологических социального и экономического процессов изменения соответствующих им носителей (рис. 36, 37).

Проблема аксиоматизации и разработки упорядоченного модельного тезауруса сознания и когниталитета в социальных системах, сопряженных с аксиоматикой и тезаурусом мышления и менталитета в экономических системах, а также задачи анализа-синтеза управления тетрадой разума: хорологической и хронологической парами «сознание и мышление» как хорологическим и хронологическим интеллектами – в СЭС, были поставлены только в начале текущего века. Для этого потребовались ряд открытий и множество упорядочений адекватных представлений о дуальных ноуменологии и феноменологии управления в СЭС, о единой системной эйдологии социальных и экономических хорологических движений субъектных и объектных носителей и хронологических процессов изменений характеристик соответствующих субъектов, объектов и носителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методологические основы управления в социальных и экономических системах: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. / под науч. ред. Иг.В. Кнышева, М.А. Кукушкина, Р.С. Соболева. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. 147 с.
2. Междисциплинарная методология гуманитарных и естественных наук: сб. науч. статей / под науч. ред. Иг.В. Кнышева. Саратов: Научная книга, 2008. 244 с.
3. Человеческий фактор в управлении социальными и экономическими системами: сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. М.А. Кукушкина, А.А. Большакова. Пенза: РИО ПГСХА, 2006. 148 с.

Кнышев Игорь Валентинович –

кандидат экономических наук,

руководитель службы внутреннего контроля ООО «Экологические проекты», г. Москва

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 165.0:303.01:330.101

Ил.В. Кнышев

ФИЛОСОФСКИЕ МОДЕЛИ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Изложена суть междисциплинарной парадигмы управления субъектными и объектными отношениями в кластерных социальных и экономических системах. Рассмотрены взаимоотношения сознания и мышления, когниталитета и менталитета. Введено понятие гуманомики.

Методология, ноуменология, феноменология, эйдология, парадигма

И. V. Knyshev

PHILOSOPHICAL MODELS IN SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

The essence of an interdisciplinary paradigm of management by subject and objective relations in cluster social and economic systems is stated. Mutual relations of consciousness and thinking, cognitivity and mentality are considered. The concept humanonic is entered.

Methodology, noumenology, phenomenology, eidology, paradigm

Методы создания системных моделей (рис. 34-37) и расширения аксиоматического модельного тезауруса сознания и когниталитета, мышления и менталитета, хронологического и хронологического интеллектов: сознаний и мышлений, – а также объединяющего их разума для анализа-синтеза организации и управления ими в СЭС стали достаточно полными, когда определился цельный комплекс их содержательного представления (рис. 10-37):

– научная парадигма мировосприятия, миропонимания, мировоззрения, миропреобразования в единой: ноуменологической и феноменологической – методологии и трех главных ее дуальных формах: концептуальной – для состояний структур и систем; конструктивной – для структурных, системных и эмерджентных (первичных многоуровневых: дуальных, тетрадных, октадных и т.д.) свойств; эйдологической – для философских моделей, свободных от концептов и конструктов, «чистых» эйдосов;

– научная идеология объединения и различения триадологических (исходящих из теологической философии): ноуменологических, феноменологических и эйдологических – основ всех наук, связанных с сознанием и мышлением человека и общества, в общей науке – гуманологии и гуманомике субъектной и объектной реальностей;

– знание единых методов для формирования дуальных систем как взаимосвязанных состояний и свойств субъектной и объектной реальностей в любых СЭС;

– умение пользоваться единым аппаратом анализа и синтеза тетрады субъектной и объектной реальностей: хронологических социального и экономического движений, хронологических социального и экономического процессов (рис. 10-33);

– навыки применения единых инструментов проектирования управления со-знанием субъектной реальности и со-мышлением в объектной реальности СЭС (рис. 34-37).

Для полноты аксиоматического модельного тезауруса управления в СЭС возникла прямая необходимость объединения методологически симметричных – для субъектных и объектных отношений – методов описания, аппаратов анализа-синтеза и инструментов проектирования: вербальных и символических; синтагматических (в формализации основных и комплементарных объектов и предметов исследования) и синтаксических (в хронологическом

и хронологическом синтаксисе структур); понятийно-категориальных и полиаксиоматических; алгоритмических и топологических; алгебраических и геометрических; структурных и системных; кибернетических (в системном управлении) и синергетических (в организации, самоорганизации и дезорганизации, а также в эмерджентной – многоуровневой – организации) – отношений в СЭС.

Комплексного междисциплинарного обмена аппаратами и инструментами их применения почти не существовало в междисциплинарной: философской и теологической; социологической, социально-психологической, субъектной психологической и правовой; экономической, экономико-психологической, объектной психологической и юридической; естественной и технической (хорошо алгоритмизированной) – науке, некоей метанауке прошлых веков. Не было такой науки (в том числе содержательных метафизики, метатеории, метаязыка и иных их форм), поскольку не существовало соответствующих ей единых парадигмы, мировоззрения и методологии.

Для каждого класса аппарата анализа-синтеза СЭС необходимо развивать свою аксиоматику: алгоритмическую, геометрическую, структурную, системную – как полиаксиоматический подход к теории организации и управления в СЭС, а также к их экономико-психологической и экономической, социально-психологической и социальной, правовой и юридической, философской и философско-теологической составляющим, почти всегда содержащимся в управлении любыми сопряженными СЭС.

В разнородных, казалось бы, науках стало вполне реальным междисциплинарное объединение мировоззрения и методологии, обобщенной, в первую очередь, на цепных тетрадах разума «мировоззрение – знание – умение – навыки» и его исследовательских ресурсов «методология – методы – аппарат – инструменты»:

- дуальных (в осознании ноуменологии субъектной реальности и осмыслении феноменологии объектной реальности), тетрадных (в содержательном представлении хорологии и хронологии субъектной и объектной реальностей в СЭС) и октадных (в системном сопряжении взаимоотношений основных и комплементарных носителей хорологических социального и экономического движений, хронологических социального и экономического процессов) мировоззрения и его методологии (рис. 10-33);

- эйдологических, концептуальных и конструктивных знаний методов анализа-синтеза первичных (и любых – в рамках законов гуманомики – производных от них) дуальных, тетрадных и октадных систем (рис. 34-37);

- аппарата параллельных, междисциплинарных изучения, исследования, анализа и синтеза организации и управления в СЭС и умения пользоваться таким аппаратом;

- инструментов расчета и проектирования любого конкретного управления в СЭС на всем их многообразии и навыков применять такие инструменты.

В философии также стали возможными полиаксиоматический подход, систематизация тезауруса, эйдологические анализ, синтез и проектирование тетрады обобщенных движения и процесса. Результаты философского проектирования могут быть распространены на любую из групп гуманитарных, естественных и технических наук: экономику, объектную и экономическую психологию; социологию и социологию, субъектную и социальную психологию; право и правономику, юриспруденцию и юрисдикцию; математику, физику, химию; биологию, генетику; электротехнику, механику и многие другие области содержательного анализа-синтеза.

Философские модели управления в СЭС явились обобщающим полиаксиоматическим фундаментом для обоснования единых законов, закономерностей (вариантов закона) в гуманомике, моделей и теории «человеческого фактора» – гуманонологии для управления в СЭС:

- эйдологии индивидуальных и коллективных первосознания и первомышления, протокогниталитета и протоменталитета;

- конструкций предсознания и предмышления;

- концепций осознания субъектной и осмысления объектной реальностей;
- хорологических и хронологических ноуменологии сознания, когниталитета и феноменологии мышления, менталитета;
- взаимосвязанных эйдологий, конструкций и концепций хорологического и хронологического интеллектов (рис. 38, 39);
- целостного и эмерджентного – многоуровневого – разума.

Если нет структурно устойчивых стремлений, намерений и соответствующих социально-психологических S- и D-пассионарностей, то не следует ожидать эффективных S-D-движения или D-S-процесса в пассионарно слабых звеньях (рис. 10-33).

Новые научные парадигма и идеология (рис. 1-37) конкурентоспособности основаны на следующих главных принципах дуального управления в СЭС:

- единой методологии изучения субъектных и исследования объектных хорологических и хронологических реальностей;
- методологической симметрии социальных и экономических систем;
- масштабной инвариантности цепных звеньев – фракталов – в кластерных СЭС;
- структурной асимметрии тетрадной: в субъектных и объектных хорологической и хронологической реальностях – и октадной: на сопряженных системных парах основных и комплементарных концептов в сечениях тетрады реальностей – параллельных алгоритмизаций S-D_{*} - и S_{*}-D-, D-S_{*} - и D_{*}-S-состояний и свойств.

Фундаментальные методологическая перспектива, теоретическая новизна и практическая ценность свойства S-D- и D-S-модельности (рис. 34-37) аксиоматического S-D- и D-S-тезаурусов заключаются в том, что они отражают обобщенные смысл, содержание и сущность единых методов анализа, синтеза и проектирования организации и управления в любых дуальных и сопряженных: социальных и экономических – системах.

Фундаментальные методологическая новизна, теоретическая значимость и прикладная ценность свойства S-D- и D-S-аксиоматичности модельного S-D- и D-S-тезаурусов состоят в достигнутой упорядоченности множества взаимосвязанных методов содержательного анализа-синтеза, основанных на научной парадигме единой методологии и методологической симметрии, для методологического объединения следующего междисциплинарного комплекса научных направлений: ноуменологии субъектной реальности субъектов хозяйствования; феноменологии объектной реальности хозяйствующих субъектов; эйдологии единой: субъектной, ноуменологической и объектной, феноменологической – на эйдетической реальности сущностных, «чистых», свободных от концептов и конструкторов, дуальных систем и чистого, эйдологического разума как перворазума.

Ноуменология сознания и когниталитета отражает формирование и согласование в системе двухмерных ветвящихся цепей: независимых рыночных, корпоративных долгосрочных или кластерных взаимосвязанных – социальной активности: «первосознание (эйдологическая модель «никто») – предсознание (конструктивная модель «кто-нибудь») – осознание (концептуальная модель «некто») – согласование (модель предсистемной организации) – сознание (ноуменологическая модель «конструктивное и концептуальное кто») – поведение субъекта – субъектные последствия» – и взаимоотношений в ней (рис. 38, 39).

Феноменология мышления и менталитета отражает формирование, согласование и преобразование в системе двухмерных ветвящихся цепей: независимых рыночных, корпоративных долгосрочных или кластерных взаимодействующих – экономической активности: «первомышление (эйдологическая модель «ничто») – предмышление (конструктивная модель «что-нибудь») – осмысление (концептуальная модель «нечто») – согласование (модель предсистемной организации) – мышление (феноменологическая модель «конструктивное и концептуальное что») – деятельность – объектные последствия» – и хорологических и хронологических взаимоотношений в ней (рис. 38, 39).

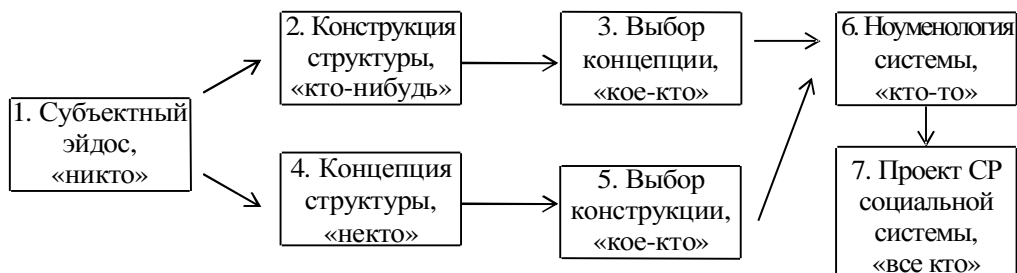


Рис. 38. Альтернативная **идеология** формирования эйдологической, конструктивной, концептуальной и ноуменологической моделей **субъектной реальности** (СР)

для проектирования социальной системы, сопряженной экономической системе, в философской цепи «никто → кто-нибудь или некто → кое-кто → кто-то → кто → все кто»:

- 1 – эйдос СР системы, не идентифицированы ее состояния и свойства; ноуменологический никто;
- 2 – конструкция структуры, идентифицированы собственные, управляемые субъектные конструкты всех звеньев структуры, а также характеристики целостности – структурный w и системный $\Phi=1/(1\pm w)$ ноэтипы; ноуменологический кто-нибудь с неизвестной концепцией;
- 3 – выбор концепции структуры на известной ее конструкции – идентификация всех управляемых ноуменов как переменных состояния, концептов; ноуменологический кое-кто;
- 4 – концепция структуры – идентификация концептов и согласование состояний всех управляемых структурных связей; ноуменологический некто с полуопределенной конструкцией;
- 5 – выбор конструкции структуры по известной ее концепции; ноуменологический кое-кто;
- 6 – формирование системных **управленческой ноэтики, социотипов и целостной ноуменологии**; ноуменологический кто-то;
- 7 – проектирование СР системы – определенного ноуменологического «все кто»;
- 1, 2, 3, 6, 7 – путь «эйдос – конструкция – концепция – ноуменология – проект СР системы»;
- 1, 4, 5, 6, 7 – путь «эйдос – концепция – конструкция – ноуменология – проект СР системы»

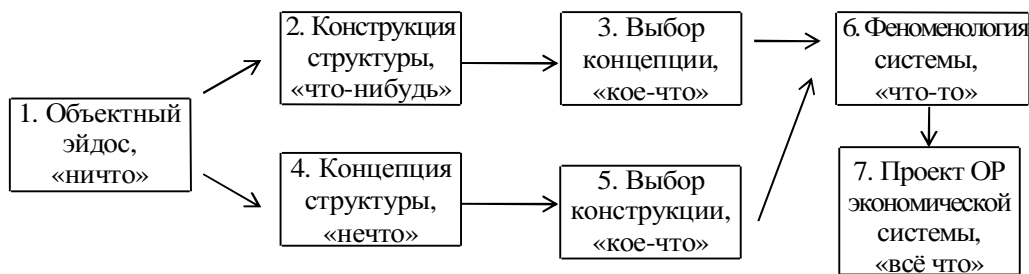


Рис. 39. Альтернативная **идеология** формирования эйдологической, конструктивной, концептуальной и феноменологической моделей **объектной реальности** (ОР)

для проектирования экономической системы, сопряженной социальной системе, в философской цепи «ничто → что-нибудь или нечто → кое-что → что-то → что → вс? что»:

- 1 – эйдос ОР системы; 2 – конструкция; структурный $w_.$ и системный $\Phi_.=1/(1\pm w_.)$ генотипы; 3 – определенная собственная концепция экономической структуры; 4 – полуопределенная собственная концепция структуры; 5 – конструкция и собственная концепция структуры; 6 – системные **управляющая ноэтика, фенотипы и целостная феноменология** системы; 7 – проект ОР экономической системы; звенья 6 на рис. 38 и 6 на рис. 39 – **сопряженная целостность, эмерджентность социальной и экономической систем**

Субъектный и объектный эйдосы – это социально- и экономико-психологические подсистемы или социальная и экономическая системы с неидентифицированными концепциями и конструкциями: «чистыми» концептами структурных связей и конструктами структурных звеньев, кроме аддитивных звеньев (обобщенных категорий суммирования «+», инвертирования «-» и суммирования с инвертированием).

На множествах различающихся толкований эйдологии и ее категорий сформированы вербальные основания многих философских учений, направлений и школ. Следуя положениям сравнительной философии, древнеиндийским понятиям буддхи и атмана, древнегреческим понятиям логоса, архе и эйдоса соответствует – относительно их современного изложения – наиболее вербально развитая в древнекитайской философии даосизма категория дао. Дао – всеединое, которое может быть заполнено любой экстенсивной или интенсивной энергией ци; великое, всепроникающее, вездесущее, совершенное; дао не имеет ни имени, ни формы; оно покоится и, однако, все время заполняется и освобождается, все время движется. Дао вечно единое, неизменное, непреходящее, существующее всегда и во веки веков. Однако наглядного представления вполне эклектичных буддхи, эйдоса и дао до появления новой научной парадигмы не ожидалось. Более того, такое представление считалось невозможным.

Например, социально-психологический $S-D_*$ -эйдос – это субъектное $S-D_*$ -всё и одновременно $S-D_*$ -никто, социальное $S-D_*$ -никто, имеющее универсальный ноуменологический смысл; субъектное ноуменологическое (в даосизме такого понятия нет) эйдологическое $S-D_*$ -дао заполняется последующей – в процессе $S-D_*$ -осознания – социальной концептуальной сущностью. В излагаемой научной парадигме субъектный $S-D_*$ -эйдос – корень всего, мать всех субъектных $S-D_*$ -сознаний (и последующих объектных $S-D_*$ -мышлений) и любой $S-D_*$ -ноуменологии в субъектной реальности. Обычно субъектная $S-D_*$ -подсистема – лидер, а $S-D_*$ -дао – это субъектный, творческий в субъектной (и созидающий в объектной) реальности, мужской $S-D_*$ -ян, при этом S_* -D-дао – субъектная, «женская» инь (рис. 10–21).

Сопряженный субъектному, экономико-психологический $S-D_*$ -эйдос – это объектное $S-D_*$ -всё и одновременно $S-D_*$ -ничто; экономическое $S-D_*$ -ничто, имеющее универсальный феноменологический смысл; объектное феноменологическое эйдологическое $S-D_*$ -дао заполняется в процессе $S-D_*$ -осмысления последующей объектной, экономической концептуальной сущностью. Объектный $S-D_*$ -эйдос – корень всего, мать всех объектных $S-D_*$ -мышлений, $S-D_*$ -вещей в объектной реальности и любой $S-D_*$ -феноменологии. Обычно объектная $S-D_*$ -подсистема – лидер, а $S-D_*$ -дао – это созидающий объектный, творческий в мышлении, «мужской» $S-D_*$ -ян, при этом S_* -D-дао – субъектная, «женская» инь.

Без применения кибернетических –

естественных этиологических структурных и системных – методов отображения и алгоритмизации состояний и свойств хорологического движения и хронологических процессов эйдосы, архе, атманы или дао были невидимы, непостигаемы и неопределяемы. В новой научной парадигме эйдос или дао видимы хорологическим и хронологическим сознанием и мышлением, определены, постигаемы разумом и является его первоосновой, аксиоматическим протофундаментом. Чем глубже познает наука субъектную и объектную реальности, тем сильнее проявляется ее связь с православной теологией. Эйдология исходит из конструкции субъектной и объектной реальностей. На их конструкциях реализуется всё многообразие концепций ноуменного и феноменного миров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вестник СГТУ. 2008. №2 (33). Вып. 2. – 272 с.
2. Кнышев Иг.В. Развитие методов сопряженного управления в социальных и экономических системах: дис. ... канд. экон. наук / Иг.В. Кнышев. Саратов, 2006. 244 с.
3. Кнышев Ил.В. Философские основания управления в социальных и экономических системах: монография / Ил.В. Кнышев. Саратов, 2009. 354 с. Деп. в ВИНТИ РАН 26.10.2009, № 649-В2009.

Кнышев Илья Валентинович –

соискатель Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

Иг.В. Кнышев, М.А. Кукушкин

КЛАССИФИКАЦИЯ ДОЛГОСРОЧНЫХ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ КЛАСТЕРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ КОРПОРАЦИИ

Изложены принципы классификации и рассмотрены основные классы долгосрочных конкурентных преимуществ кластерной промышленной корпорации, предложены методы проектирования конкурентоспособности корпорации.

Экономика, система, кластер, корпорация, конкуренция

Ig.V. Knyshev, M.A. Kukushkin

CLASSIFICATION OF LONG-TERM COMPETITIVE ADVANTAGES CLUSTER OF INDUSTRIAL CORPORATION

Principles of classification are stated and the basic classes of long-time competitive advantages of cluster industrial corporation are considered, methods of designing of competitiveness of corporation are offered.

Economics, system, cluster, corporation, competition

Рассмотрим основные принципы классификации и реализации долгосрочных конкурентных преимуществ кластерной корпорации. Причинно-следственные взаимосвязи характеристик (рис. 1-39) экономических и социальных конкурентных преимуществ кластерной промышленной корпорации, классификация которых представлена в табл. 8, достигаются на хронологических лигандах развития снабжения, сходящихся на развивающемся кластерообразователе, самом кластерообразователе и расходящихся от него хронологических лигандах развития спроса, сбыта и потребления.

Классификация долгосрочных конкурентных преимуществ кластерной промышленной корпорации

Признаки классификации	Классы, типы и виды конкурентий и конкурентоспособностей
Дуальность	Экономические, объектные и социальные, субъектные
Распределенность и разветвленность конкурентных состояний и цепных свойств конкурентоспособности	Пространственные – на всех хозяйствующих субъектах всех лигандов. Хронологические – для всех состояний любого кластерного субъекта в прошлом и будущем кластера
Правовая и юридическая ответственность акторов: формировавателей, согласователей, преобразователей – движения и процессов	Технологическое опережение конкурентов; социальные доверие и партнерство; рыночные сознание и кооперация элит ; корпоративная и кластерная честность ; самоограничение и солидарность социума
Конкурентоспособность субъектных и объектных носителей	Социальная конкурентоспособность стремлений и намерений всех субъектных акторов кластера; опережающая конкурентоспособность объектных носителей конкуренции: товаров, услуг, работ
Степень новационной, инвестиционной и инновационной свобод	Для всех акторов : физических и юридических лиц; государственных организаций; отраслевого, национального и глобального рынков; социумов; природы
Новационная и инновационная управляемости кластеров	Новационные аксиологические и инвестиционные поведенческие; инновационные преобразования объектных технологий и мотиваций
Инновационная определенность	Устойчивость к реструктуризациям лигандов и сменам лидеров, стохастическим, нелинейным и случайным воздействиям на инновационные процессы
Глубина свойств конкурентоспособности	По всем экстенсивным и интенсивным состояниям в их будущей хронологии
Кооперативность и многослойность обеспечивающих новациями кластеров	В науке : методология, теория, открытия, изобретения мировой значимости. В образовании : образовательные центры мирового уровня, профессиональная переподготовка, знание конкурентов. Во внедрении новаций : опережающая конкурентов оперативность, экспансия рынка и подготовка потребителей

Экономическая система инвестиционно-инновационного процесса (рис. 8 а) развития хозяйствующего субъекта образуется на инвестиционной связи подсистемы инвестора (рис. 9 а) с подсистемой исполнителя инновации или подрядчика (рис. 9 б) и на инновацион-

ной связи подсистемы исполнителя с подсистемой инвестора в любой текущий момент времени инновационного развития. Такая экономическая связь всегда является системной: один ее объектный хронологический компонент относится к прямой связи состоявшегося инвестиционного прошлого с планируемым инвестиционным будущим, а другой – к обратной связи планируемого инновационного будущего как еще не созданной части новации с состоявшимся прошлым – созданной частью инновации (рис. 22-33).

Аналогично хронологической экономической системе, хронологическая социальная система (рис. 8 б) образуется на двух структурных связях: связи новационной потребности подсистемы социального спроса (его новационного намерения, рис. 9 в) с подсистемой социального предложения новатора или подрядчика (инвестиционного стремления для создания инновации, рис. 9 г) и связи инвестиционного интереса подсистемы инвестиционного стремления с подсистемой новационного намерения.

Такая социальная хронологическая связь так же, как и экономическая, является системной: ее новационный компонент относится к прямой связи, а инвестиционный – к обратной, обеспечивая механизм конструктивной связи согласованного прошлого с формируемым социальным будущим субъекта хозяйствования.

Хронологические взаимоотношения: экономические взаимодействия хозяйствующих субъектов и социальные взаимосвязи субъектов хозяйствования – как дуальная пара хронологических системных: прямых и обратных – связей основаны на обратном принципе «спрос (demand) – предложение (supply)», отображенном на рис. 8, 9 в форме поперечных хронологических сечений, разделяющих «состоявшееся прошлое – настоящее – проектное будущее». Тогда состояния таких взаимодействий и взаимосвязей определяются идентификаторами ориентированных структурных связей, которые названы хронологическими переменными состояниями, концептами. Системная пара концептов в поперечном сечении названа его двухмерной хронологической концепцией: экономической или социальной, – которые задаются и достигаются в дуальных и хронологических сопряженных экономической и социальной системах корпорации.

Методы формирования, согласования, проектирования и реализации хронологических состояний и темпов развития экономической и социальной структур корпорации, исходя из единых методов кластерного секционирования, основаны на кибернетическом понимании целостностных хронологических кластерных экономической и социальной систем (рис. 8).

На таких системах реализуются механизмы инновационного, экономического по сути (рис. 8 а, 9 а,б), процесса изменения объектных состояний каждого хозяйствующего субъекта в кластере и новационного, социального по сути (рис. 8 б, 9 в, г), процесса изменения состояний в каждом субъекте хозяйствования. Последний является социальной стороной хозяйствующего субъекта и обратно. Как показали диссертационные исследования, именно результаты формирования и согласования социальных новационных отношений на хронологической социальной системе развития кластера (рис. 8 б) являются фундаментом успешной реализации хронологической экономической системы (рис. 9 а) инновационного воспроизводства конкурентоспособности кластерной промышленной корпорации.

В качестве основных методов проектирования состояния экономической и социальной структур кластерной промышленной корпорации автором разработаны следующие основные методы: секционирования звеньев кластера; идентификации переменных состояния управляемых системных связей между звеньями; определения имитаторов – параметров или конструкторов – свойств звеньев и лигандов кластера; идентификации управляющих и управленческих состояний по всем степеням свободы звеньев кластера; расчета (посредством решения кластерных алгоритмов состояния) величин переменных состояния – концептов и концепций – кластера в зависимости от его параметров и граничных условий; вычисления характеристик экономических и социальных целостностей, а также эмерджентности кластера. Доказано, что для анализа таких характеристик, синтеза и проектирования кластеров це-

лесообразно максимально использовать ресурсы общенаучных теорий управления и оптимизации, модифицированные к проблемам экономики и организации кластеров, к практическим задачам проектирования экономического и социального управления кластерной промышленной корпорацией.

Проектное секционирование: на лиганды, кластерообразователь и звенья в них – экономического и социального кластера имеет существенные особенности по сравнению с методами сечений в естественных науках. Отличаются и методы расчетной параметризации свойств: выявления экономических и социальных сопротивлений и проводимостей – для эквивалентных замещений лигандных подсистем, входных и выходных характеристик звеньев кластера.

Для секционирования пространственного кластера разработан метод объектных, экономических и субъектных, социальных сечений. Пространственные сечения представляют собой условные оболочки, которые охватывают экономическое или социальное звено кластера на заданном пространстве, выделяя состояния экономических и социальных пространственно распределенных входов снабжения и выходов сбыта секционируемых звеньев. Хронологическое сечение является условной временной оболочкой, охватывающей экономические и социальные состояния изменяющегося звена: хозяйствующего субъекта и субъекта хозяйствования – кластера на заданном интервале времени, выделяя состояния экономических и социальных хронологически распределенных выходов сдачи-приемки созданной части инновации и входов очередного этапа преобразования новации в инновацию.

Методы проектирования и расчета характеристик стратегического управления долгосрочными конкурентными преимуществами кластерной промышленной корпорации основаны на анализе хронологического ряда перспективных, разрабатываемых пространственных экономических и социальных систем кластера, сравнение их с кластерными системами конкурентов и выборе приемлемого, лучше оптимального (для этого нужна модификация общенаучной теории оптимизации под сопряженную экономическую и социальную кластерную оптимизацию), варианта будущего состояния пространственного кластера, согласованного с рыночными лигандами снабжения (как будущими входами) и лигандами рынков сбыта (как будущими выходами) промышленной корпорации.

Для проектирования механизмов стратегического, хронологического по своей сути управления конкурентоспособностью кластерной промышленной корпорацией разработаны методы количественного анализа влияния человеческого, социальных и экономических факторов для всех вышерассмотренных степеней социальной и экономической свобод.

На каждом прошлом (здесь и тогда), текущем (здесь и сейчас) и планируемом (здесь в будущем) сечениях и этапах развития хронологически распределенной социальной системы любого субъекта хозяйствования в кластере должны быть хронологически устойчиво организованы три основных объекта изучения, исследования и/или проектирования:

1) подсистема новационного намерения инвестора (рис. 9 в): хотения новации, новой собственности корпорации и ее надежного кластерного функционирования в зависимости от побуждения инвестировать реализацию новации – создание инновации собственными силами звена, лиганда, корпорации или с помощью новаторов, подрядчиков, исполнителей и внешних инвестиций;

2) подсистема новационного стремления новатора, исполнителя, подрядчика (рис. 9 г): желания инвестиции в зависимости от обоснованной надежды создать инновацию;

3) социальная система новационной потребности, связывающей хотение инвестора с надеждой новатора, и инвестиционного интереса, связывающего желание исполнителя с побуждением инвестора (рис. 8, 9).

В этом состоит первичная сущность влияния человеческого и социального факторов на процессы развития конкурентоспособности корпорации и ее лигандов в кластере: без согласованных новационных намерений и стремлений (рис. 9 в, г), а также системных сопряженных новационных потребностей и инвестиционных интересов (рис. 8 б) весьма риско-

ванна или невозможна инновационная экономика. В таком случае потребуется множество экономических усилий по устранению социальных «подводных камней» на пути развития корпорации: нехотения новаций, непобуждения их инвестировать, нежелания недостаточных инвестиций, прожектёрских инновационных надежд. Проведен анализ недостаточной обусловленности новационных намерений и стремлений на четырех важнейших взаимосвязанных стратегических уровнях управления: государственном, региональном, муниципальном и корпоративном – в сравнении с японской, германской и иными моделями инновационного развития кластерных промышленных корпораций.

Видов и форм экономического и социального проектирования кластерного управления долгосрочными конкурентными преимуществами промышленной корпорации должно быть не меньше, чем их классов (табл. 8), а также классов кластерных систем, признаков их существования, отношений в лигандах и кластерообразователе (табл. 1-3). Существенную роль в удержании конкурентоспособности всего кластера имеет развитие носителей степеней экономической и социальной свобод на каждом хозяйствующем субъекте – он же и субъект хозяйствования – во всех кластерных лигандах и кластерообразователе.

Без патентно защищенных конструктивных и технологических новаций невозможно собственное инновационное развитие крупных промышленных корпораций. Путь «отверточных технологий» выполняет функцию повышения отечественной культуры и технологической дисциплины производства. Но на этом пути допустима технологическая рационализация и, как правило, недопустимо творческое, требующее существенных изменений, вмешательство в поставляемые на сборку узлы.

Основной путь новационного и инновационного развития корпорации – это «наука – открытия – изобретения – конструкция – технология – внедрение – рационализация – новые изделия». На современном уровне технологической цивилизации и транснациональных промышленных корпораций установилось международное разделение научного, изобретательского, новаторского, конструкторского и производящего труда.

С целью обеспечения конкурентоспособности конкурирующих, а не монопольно доминирующих промышленных корпораций необходимо стремительное внедрение новшеств в производство по методу Г. Форда: в пятницу рабочие автомобильного завода ушли на выходные, за выходные дни полностью реконструируется технологическое состояние завода, с понедельника завод выпускает новую марку автомобиля. Предварительно всё должно быть подготовлено для такого кластерного – в современной терминологии – субъектного и объектного экспресс-менеджмента.

Сравнительно быстрый выход отечественной инновационной экономики на новационный путь развития и инновационное воспроизводство требует активного массового применения социального и экономического кластерного экспресс-менеджмента по всем новационным цепям «открытия – изобретения – конструкции – технологии – ресурсы – производство – спрос – потребление».

Таким образом, разработана концепция методов: определения причинно-следственных связей, типов и содержания экономических и социальных отношений, возникающих в управлении и организации конкурентоспособности под воздействием внешних и внутренних факторов управления; анализа кластерного состояния экономической и социальной структур промышленной корпорации; оценки возможностей проектирования механизмов стратегического управления конкурентоспособностью с помощью количественного анализа влияния человеческого, социальных и экономических факторов для различных уровней управления; проектирования и расчета характеристик стратегического управления долгосрочными конкурентными преимуществами в социальном и экономическом кластерах корпорации, а также методов их сопряжения с рынками снабжения (как входами) и рынками сбыта (как выходами) промышленной корпорации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Человеческий фактор в управлении социальными и экономическими системами: сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. М.А. Кукушкина, А.А. Большакова. Пенза: РИО ПГСХА, 2006. 148 с.

2. Методологические основы управления в социальных и экономических системах: сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. / под науч. ред. Иг.В. Кнышева, М.А. Кукушкина, Р.С. Соболева. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. 147 с.

3. Междисциплинарная методология гуманитарных и естественных наук: сб. науч. статей / под науч. ред. Иг.В. Кнышева. Саратов: Научная книга, 2008. 244 с.

Кнышев Игорь Валентинович –

кандидат экономических наук, руководитель службы внутреннего контроля ООО «Экологические проекты», г. Москва

Кукушкин Михаил Александрович –

кандидат философских наук, доцент, докторант Российской академии государственной службы при Президенте РФ

Статья поступила в редакцию 26.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 165.0:303.01:330.101

Ил.В. Кнышев

**МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ПАРАДИГМА КОНКУРЕНТНОГО УПРАВЛЕНИЯ
В КЛАСТЕРНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Изложена суть междисциплинарной парадигмы управления конкурентоспособностью субъектных и объектных отношений в кластерных социальных и экономических системах. Приведены определения сознания, мышления, когнитивитета, менталитета. Введено объединительное понятие гуманомики в гуманологии.

Методология, ноуменология, феноменология, эйдология, парадигма

Il.V. Knyshev

**INTERDISCIPLINARY PARADIGM OF COMPETITIVE MANAGEMENT IN CLUSTER
SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS**

The essence of an interdisciplinary paradigm of control by competitiveness of subject and object relations in cluster social and economic systems is stated. Definitions of consciousness, thinking, cognitivity, mentality are resulted. The unifying concept of humanonics in humanology is entered.

Methodology, noumenology, phenomenology, eidology, paradigm

Для политиков, экономистов, социологов, философов, правоведов в предсодержательной эпохе управления в кластерных социальных и экономических системах (СЭС) были и еще будут важны яркие слоганы и метафоризации: умная экономика, экономика знаний и т.д. Однако умная экономика невозможна без сознательной социномики, экономика знаний несостоятельна без осмысления объектной реальности и осознания субъектной реальности. Первосознание, предсознание, осознание и сознание интересов и потребностей являются первичными по отношению к первому мышлению, предумышлению, осмыслению, мышлению в разумных хорологических и хронологических организации социальных компонентов и управлении экономическими компонентами в кластерных СЭС. Современные ноуменологические, феноменологические и эйдологические исследования и их результаты в теории и проектировании СЭС [1] показали, что назрела необходимость разумных реорганизации, организации и управления всех уровней образования с целью новатизации сознания субъектных акторов и мышления объектных акторов в любых, в том числе и кластерных, развивающихся отечественных СЭС.

Саратовской методологической школой созданы основы содержательной теории управления конкурентоспособностью в кластерных социальных и экономических системах (СЭС), активно наращиваются базовые модели (рис. 1-39) и типовые методы проектирования (табл. 1-8) таких СЭС [2]. Формируемая общенаучная теория становится междисциплинарным фундаментом не только для СЭС, но и для экономики, социологии, психологии, права, юриспруденции, философии, этики, морали и ряда других сопряженных наук гуманитарной сферы в целом. За последнее десятилетие установлены, с одной стороны, структурные и концептуальные разграничения этих наук, а с другой – пограничные конструктивные условия их единого эйдологического объединения в соответствующих классах СЭС [3].

Переход от описательного и эклектического интуиционизма в области управления СЭС к единой содержательной методологии стал возможным на базе следующих фундаментальных результатов, определивших дуальное и тетрадное мировоззрение на/в СЭС:

- сформировалась новая научная междисциплинарная парадигма методологической симметрии и структурной асимметрии изучения, исследования, анализа, синтеза и проектирования дуального управления субъектной и объектной реальностями и их дуальными отражениями: сознанием и мышлением – в триадологических сущностях: концептуальной, конструктивной и эйдологической;

- формализовано целостное, системное понимание сущностей главной сопряженной тетрады разума: ноуменологии хорологического и хронологического когниталитетов, феноменологии хорологического и хронологического менталитетов – как формирателя человеческих, социальных и экономических фактов (характеристик состояния, его переменных – концептов) и факторов (характеристик свойств – конструктов);

- открыты и доказаны методологические: ноуменологические, феноменологические, эйдологические и, в целом, философские, – основания объединения и, одновременно, адекватного – с учетом предметных специфик наук – разделения единых междисциплинарных методов, аппаратов и инструментов эмерджентного – тетрадного целостного – исследования, анализа и синтеза дуальных субъектных и объектных взаимоотношений: состояний, их концептов и концепций; свойств, их конструктов и конструкций; системных целостностей, пассионарностей, эмерджентностей, – которые должны быть изучаемы в теории СЭС и иных вышеобозначенных науках;

- разработаны аксиоматика, этиология и общая теория сопряженных: субъектных или социальных и объектных или экономических – тетрадных отношений, применимые для всего практического многообразия организации и управления в СЭС;

- обосновано прямое применение комплексных: вербальных, математических (алгоритмических, геометрических, топологических), структурных (причинно-следственных, в этиологии естественных переменных состояния) и системных – методов как необходимых и

достаточных средств для развития основ проектирования тетрадного: хорологического и хронологического, субъектного и объектного – управления в СЭС.

Под сознанием и когниталитетом, применительно к субъектному управлению в СЭС, будем понимать, с одной стороны, индивидуальную (в субъекте) и коллективную (в группе, социуме) способность отражать собственный и внешний ноуменные миры субъектной реальности: хорологической в хорологическом сознании, хронологической в хронологическом сознании, – а с другой стороны, процесс формирования ноуменологических моделей субъектной реальности: их производство, хранение, распределение, обмен и потребление – в пределах социально-психологических ресурсов субъекта хозяйствования. Сознание – это соционическое: концептуальное и конструктивное – заполнение первичной базовой и затем расширительно формируемой субъектом эйдологии субъектной реальности в СЭС.

Во внутренних хорологическом и хронологическом мирах субъекта хозяйствования всегда имеются ресурсы собственной субъектной или социальной психологии для приема, переработки, генерации, хранения и передачи субъектной информации: ноуменологических структур и баз данных о субъектных отношениях внутренних и внешних миров субъекта. В процессе осознания: преобразования, генерации и согласования – ноуменологических моделей формируются смысл, содержание и сущность взаимосвязей внутренних и внешних хорологических и хронологических миров субъекта в пределах ресурсов и пассионарностей субъектной или социальной психологии субъекта хозяйствования.

Под мышлением и менталитетом применительно к объектному управлению в СЭС будем понимать, с одной стороны, индивидуальную (в субъекте) и коллективную (в группе, социуме) способность отражать собственный и внешний феноменные миры объектной реальности: хорологической в хорологическом мышлении, хронологической в хронологическом мышлении, – а с другой стороны, процесс формирования феноменологических моделей объектной реальности: их производство, хранение, распределение, обмен и потребление в пределах экономико-психологических ресурсов хозяйствующего субъекта. Мышление – это экономическое: концептуальное и конструктивное – заполнение первичной базовой и расширительно формируемой субъектом эйдологии объектной реальности в СЭС.

Будем также считать, что во внутренних хорологическом и хронологическом мирах хозяйствующего субъекта всегда имеются ресурсы собственной объектной или экономической психологии для приема, переработки, генерации, хранения и передачи информации: феноменологических структур и баз данных об объектных отношениях внутренних и внешних миров субъекта. В процессе осмысления: преобразования, генерации и реализации – феноменологических моделей формируются смысл, содержание и сущность взаимодействий внутренних и внешних хорологических и хронологических миров субъекта в пределах ресурсов и пассионарностей экономической психологии хозяйствующего субъекта.

Применительно к управлению субъектными и объектными взаимоотношениями в СЭС, разум: сознание и мышление, когниталитет и менталитет – это, с одной стороны, индивидуальная (в субъекте) и коллективная (в группе, социуме) способность отражать собственные и внешние ноуменные и феноменные миры субъектной и объектной реальностей: пространственных в хорологическом интеллекте, хороинтеллекте как сопряженном осознании и осмыслении пространственных взаимоотношений; хронологических в хронологическом интеллекте, хрооинтеллекте как сопряженном осознании и осмыслении временных изменений субъекта. С другой стороны, это процесс формирования ноуменологических моделей субъектной реальности и феноменологических моделей объектной реальности: их производство, генерация, хранение, распределение, обмен и потребление – в пределах социально- и экономико-психологических ресурсов субъекта хозяйствования – он же хозяйствующий субъект. Разум – это концептуальные и конструктивные заполнения соционикой и экономикой формируемых сопряженных эйдологии субъектной реальности и эйдологии объектной реальности в СЭС, что соответствует принципам теологической философии.

Во внутренних хорологическом и хронологическом мирах субъекта хозяйствования и одновременно хозяйствующего субъекта всегда должны быть ресурсы собственной субъектной и объектной, социальной и экономической психологии для приема, переработки, генерации, хранения и передачи информации: ноуменологических и феноменологических моделей и баз данных о субъектных и объектных отношениях внутренних и внешних миров субъекта. В процессе субъективации и объективации: преобразования, генерации, согласования и реализации – единых ноуменологических и феноменологических моделей формируются смысл, содержание и сущность взаимоотношений: хорологических и хронологических социальных взаимосвязей и экономических взаимодействий – внутренних и внешних миров разума в пределах ресурсов субъектной и объектной, социальной и экономической психологии хозяйствующего субъекта и его среды.

Внешний мир: наблюдаемые и идентифицируемые субъектная и объектная среды, реальности – является, с одной стороны, оперативной и детальной памятью для разума, а с другой стороны, полем для социальной: аксиологической (субъектной мотивационной) и этологической (поведенческой, субъектной технологической) – и экономической: технологической (деятельностной, объектной поведенческой) и мотивационной (объектной аксиологической) – активностей субъектных и объектных акторов.

Без оперативного мировосприятия человек становится почти всегда беспомощным. Разум – это концентрация того, что внутри нас осуществляет этиологическое построение субъектной и объектной эйдологии, концептуальное и конструктивное ее заполнение, выборку нужной оперативной ноуменологической и феноменологической информации, принятие решений и формирует управление нашей внутренней и внешней субъектной и объектной активностью. Соотношение субъектного и объектного в разуме оценивается в тетрадной системе «СЭС – среда» на основе аксиоматических, вполне алгоритмизируемых законов гуманомики и общества, его объектной морали и субъектной нравственности.

Применительно к организации и управлению в СЭС хорологический интеллект – это отображение в разуме распределенных в пространстве субъектных и объектных отношений; это совместные и сопряженные хорологические сознание и мышление, пространственные когниталитет и менталитет. Хронологический интеллект – это отображение в разуме хронологии изменений субъектных и объектных отношений; это совместные и сопряженные хронологические сознание и мышление, когниталитет и менталитет.

Исследованиями базовых триадологических: концептуальных, конструктивных и эйдологических – моделей эйдологического, ноуменологического и феноменологического управления в СЭС доказано, что тетрадные: хорологические (на пространственном множестве сопряженных субъектов и объектов) и хронологические (на временном множестве состояний сопряженного субъекта и объекта) субъектные и объектные – взаимоотношения (состояния и свойства) любых движений и процессов в СЭС могут проектироваться алгоритмически также, как это происходит в прикладных электротехнике, механике и многих других инженерных областях. В этом нет никакого механицизма, физикализма и т.д. Есть доказательство единства главного догмата – триадологии – теологической философии и триадологии научной модели: концепции, конструкции и эйдоса (логоса, дао) – субъектной и объектной реальности. В этом состоит первичное единство теологии и науки.

Таким образом, в саратовской методологической школе возникла и обоснована на множестве ноуменологических, феноменологических и эйдологических моделей потребность в создании нового научного направления – гуманомики в гуманологии. Гуманомика – это развивающаяся научная дисциплина, изучающая содержательные закономерности организации, управления и дезорганизации в кластерных и сетевых СЭС с учетом сопряженных субъектных и объектных отношений, сознания и мышления, когниталитета и менталитета, хорологического и хронологического интеллектов, конкурентоспособных человеческих, социальных и экономических характеристик: фактов и факторов, состояний и свойств. При

этом к содержательным закономерностям субъектных и объектных отношений, сознания и мышления отнесем идентифицируемые и алгоритмизируемые (субъективизируемые и объективизируемые) типовые концептуальные и конструктивные их модели, а также базовые этиологические – причинно-следственные в субъектной и объектной хиральности – эйдологические модели.

Гуманомика – это алгоритмическая база построения, анализа, синтеза и проектирования в гуманологии, изучающей смысл, содержание и сущность организации, управления и дезорганизации в кластерных и сетевых СЭС с учетом конкурентоспособных человеческих, социальных и экономических характеристик: хорологических, хронологических и акмеологических; управленческих и управляемых аксиологических и поведенческих (этологических); управляющих и управляемых мотивационных и технологических состояний и свойств. В гуманомике активно используется синергетический подход: в организации и самоорганизации, дезорганизации и самодезорганизации субъектов хозяйствования и хозяйствующих субъектов, – а также кибернетический подход в выявлении, анализе, синтезе и проектировании подсистемных, системных, кластерных, сетевых и эмерджентных характеристик: ноэтипов и генотипов; управляемых ноэтик и фенетик; управленческих ноэтик и управляющих фенетик – управления любым сопряженным социальным и экономическим хорологическим движением и/или хронологическим процессом в СЭС. Гуманомика развивает и обобщает кибернетику, синергетику, социономику, экономику, правономику, психономику, биономику и ряд других этиологически алгоритмизируемых гуманитарных и естественно-научных составляющих, непременно присутствующих в СЭС. Гуманомика не заменяет и не отменяет соответствующие науки, а наполняет их этиологической и триадологической содержательностью, объединяет в синтетической форме сопряженные и эмерджентные – многоуровневые – организацию и управление в СЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вестник СГТУ. 2008. №2 (33). Вып. 2. 272 с.
2. Кнышев Иг.В. Развитие методов сопряженного управления в социальных и экономических системах: дис. ... канд. экон. наук / Иг.В. Кнышев. Саратов, 2006. 244 с.
3. Междисциплинарная методология гуманитарных и естественных наук: сб. науч. статей / под науч. ред. Иг.В. Кнышева. Саратов: Научная книга, 2008. 244 с.

Кнышев Илья Валентинович –

соискатель Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

УДК 330.46:332.012.2.001

А.М. Кукушкин

ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК В СТРАНАХ МИРА

Проведен анализ финансового обеспечения исследований и разработок по ряду стран мира, а также ранжирование стран по общему показателю финансового обеспечения НИОКР в 1996 и 2007 г.г.

Исследование, финансирование, ранжирование, страна, мир

A.M. Kukushkin

FINANCIAL MAINTENANCE OF RESEARCHES AND WORKINGS OUT IN THE WORLD COUNTRIES

The analysis of financial maintenance of researches and workings out on a number of the countries of the world, and also ranging of the countries on the general indicator of financial maintenance of research and development in 1996 and 2007 is carried.

Research, financing, merit ranking, country, world

Мировой экономический кризис, начавшийся в 2008 г., позволил более ясно увидеть накопившиеся диспропорции и повысил актуальность вопросов изменения структуры экономики России.

При переходе экономики от сырьевой модели к инновационной важную роль играет сфера научных исследований и разработок. Постсоветский период характеризовался существенными изменениями в институциональной структуре, численности и составе кадров науки, уровне финансирования, качестве материально-технической базы для исследований и разработок. При этом наблюдавшиеся изменения не были результатом целенаправленного реформирования научной системы, напротив, в основном являлись следствием сокращения расходов на науку. Современную научную систему Российской Федерации можно считать в целом сохранившей советские черты, но лишившейся многих элементов и значительной части финансовой поддержки. Очевидно, она не соответствует настоящей и будущей целевой структуре экономики.

Осуществление государственной политики в области исследований и разработок предполагает, в частности, оценку ресурсов научной деятельности. В соответствии с международной методологией [1, 2], принято выделять два вида ресурсов науки: финансовые и человеческие. Каждый из видов ресурсов как предмет статистики науки является достаточно разработанным, существует развитая система показателей финансовых и человеческих ресурсов НИОКР.

Однако изучение видов ресурсов науки по отдельности не позволяет оценить их сбалансированность в научной системе страны. Одним из способов решения данного вопроса может выступать соотношение финансовых и человеческих ресурсов.

Основным показателем финансирования науки являются совокупные внутренние расходы на исследования и разработки (СВРН)¹, которые представляют собой все внутренние расходы на исследования и разработки, выполненные на территории страны за определенный период, включая исследования, выполненные внутри страны на средства иностранных источников, за исключением исследований, проведенных за рубежом. СВРН формируются суммированием внутренних затрат на научную деятельность, осуществленную в четырех секторах: коммерческом, государственном, частном некоммерческом и вузах, и являются основой для международных сопоставлений расходов на НИОКР.

Важнейшим показателем человеческих ресурсов в сфере научной деятельности выступает число исследователей в эквиваленте полной занятости (ЭПЗ), которое представляет собой произведение числа работников, выполняющих НИОКР, на долю времени, фактически затраченного на исследования и разработки. Показатель измеряется, строго говоря, в человеко-годах, однако для упрощения в качестве единицы измерения указывается только "чело-

¹ В международной практике используется аббревиатура *GERD* – *gross domestic expenditure on research & development*.

век", т.е. число исследователей. Например, если в лаборатории вуза исследованиями по штату занимаются двое ученых, но один из них половину своего рабочего времени уделяет преподаванию, то эквивалент полной занятости будет равен 1,5 человеко-года. Иными словами, показатель ЭПЗ можно выразить как фактическое число исследователей.

Таким образом, для определения сбалансированности обеспечения науки ресурсами может быть использовано соотношение:

$$Pf_i = \frac{GERD_i}{FTE_i},$$

где Pf_i – общий показатель финансового обеспечения НИОКР в i -й стране, $GERD_i$ – совокупные внутренние расходы на исследования и разработки i -й страны, FTE_i – число исследователей в эквиваленте полной занятости в i -й стране¹.

Общий показатель финансового обеспечения НИОКР рассчитывается в сопоставимых ценах, например в долларах США по паритету покупательной способности, поэтому его единица измерения – доллары США на одного фактического исследователя.

Расчет данного соотношения для 35 – 58 стран за период с 1996 по 2007 год позволяет сделать ряд заключений.

Ранжирование стран по показателю финансового обеспечения НИОКР (табл. 9) позволяет предложить некоторые диапазоны значений показателя Pf_i , на основе которых из исходной совокупности можно выделить страны, имеющие высокоразвитую научную систему, постоянно генерирующую результаты мирового уровня.

В соответствии с методикой расчета паритета покупательной способности полученные данные нельзя анализировать в динамике. Однако, не прибегая к количественным оценкам, следует отметить, что для абсолютного большинства наблюдаемых стран расходы на науку в расчете на 1 исследователя увеличиваются. При этом почти всегда рост показателя сопровождался увеличением как объема финансирования, так и численности исследователей, что позволяет сделать вывод об опережающем росте расходов на исследования и разработки по сравнению с ростом численности персонала НИОКР.

По имеющимся данным, вероятный верхний диапазон значений показателя финансового обеспечения НИОКР для государств, обладающих высокоразвитой научной системой, в 1996 году составлял \$90-100 тыс. на 1 исследователя: Южная Корея (\$103,5 тыс.), Япония (93,0), Германия (91,7), Ирландия (90,7), Франция (89,5). В 2007 году этот интервал составлял уже \$100-190 тыс. на 1 исследователя: Сингапур (\$186,9 тыс.), Швеция (159,2), Япония (157,4), Южная Корея (154,6), Германия (141,1), Великобритания (113,1), Финляндия (112,4), Турция (103,5).

Таким образом, на основе данных об уровне финансового обеспечения исследований и разработок за 1996-2007 годы можно сделать предположение о существовании некоторой минимальной величины расходов на 1 исследователя, которая отделяет успешную национальную науку мирового уровня от менее результативных научных систем. В 1996 году такое пороговое значение составляло \$90 тыс. на 1 исследователя, в 2007 году – \$110 тыс. на 1 исследователя.

Уровень финансового обеспечения НИОКР в России (в 1996 году – \$7,5 тыс., в 2007 году – \$25,7 тыс. на 1 исследователя), несмотря на увеличение относительно 1996 года, уступает практически всем наблюдаемым странам, что свидетельствует о выраженном дисбалансе – недостаточном объеме финансирования либо избыточности научных кадров.

¹ Pf – procurement of funds, $GERD$ – gross domestic expenditure on research and development, FTE – full-time equivalence data (англ.).

Показатель финансового обеспечения НИОКР в 1996 и 2007 годах

Страна	1996 год			2007 год		
	СВРН, \$ тыс. по ППС	Численность персонала НИОКР в ЭПЗ, человек	Pf_i , \$ тыс. на 1 исслед- ля	СВРН, \$ тыс. по ППС	Численность персонала НИОКР в ЭПЗ, человек	Pf_i , \$ тыс. на 1 исслед- ля
Япония	82 979 517	891 783	93,0	147 585 472	937 865	157,4
Южная Корея	14 038 947	135 703	103,5	41 654 790	269 409	154,6
Германия	41 606 135	453 679	91,7	69 677 953	493 858	141,1
Дания	2 426 931	32 148	75,5	5 015 673	46 029	109,0
Турция	1 564 864	21 983	71,2	6 559 206	63 377	103,5
Испания	5 319 402	87 263	61,0	17 955 053	201 108	89,3
Чехия	1 261 564	23 501	53,7	3 802 677	49 192	77,3
Венгрия	636 924	19 776	32,2	1 818 799	25 954	70,1
Китай	19 919 511	804 000	24,8	104 901 360	1 736 160	60,4
Польша	1 978 649	83 348	23,7	3 453 124	75 309	45,9
Румыния	956 370	59 907	16,0	1 320 842	28 977	45,6
Латвия	57 264	4 744	12,1	251 175	6 378	39,4
Россия	8 398 274	1 113 244	7,5	23 490 545	912 291	25,7
Болгария	234 784	26 158	9,0	417 101	16 940	24,6

Источник: Институт статистики ЮНЕСКО www.uis.unesco.org

ЛИТЕРАТУРА

1. Frascati Manual. Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development. Paris: OECD, 2002. Интернет-сайт ОЭСР www.oecd.org.

2. Manual for Statistics on Scientific and Technological Activities. Paris, 1984. Интернет-сайт Института статистики ЮНЕСКО www.uis.unesco.org.

Кукушкин Александр Михайлович –

кандидат экономических наук, помощник руководителя Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по городу Санкт-Петербургу и Ленинградской области, г. Санкт-Петербург

Статья поступила в редакцию 25.09.09, принята к опубликованию 25.11.09

Правила оформления статей

1. Статья, представляемая в редакцию журнала «Вестник СГТУ», должна быть тщательно отредактирована и распечатана в одном экземпляре через 1 интервал на белой бумаге форматом А4, поля: верхнее, нижнее, левое, правое – 2,0 см; ориентация книжная; шрифт Times New Roman, высота 12. Одновременно текст статьи представляется на дискете (1,44 Мбайт) в формате текстового редактора «MS Word 97» или по электронной почте vestnik@sstu.ru.

2. Статья должна обосновывать актуальность темы, отражать теоретические и (или) экспериментальные результаты и содержать четкие выводы.

3. В начале статьи в левом верхнем углу ставится индекс УДК. Далее на первой странице данные идут в такой последовательности:

- инициалы и фамилии авторов,
- полное название статьи (шрифт жирный, буквы прописные),
- краткая (5-7 строк) аннотация (курсив),
- ключевые слова.

Далее авторы, название статьи, аннотация и ключевые слова повторяются на английском языке. Затем идет текст самой статьи и список литературы, который повторяется на английском языке. Статья завершается сведениями об авторах: ф.и.о. (полностью), ученая степень, ученое звание, место работы (полностью), должность, контактные телефоны. Сведения об авторах также повторяются на английском языке.

4. Объем статьи не должен превышать 10 страниц текста, содержать не более 5 рисунков или фотографий; объем обзора – 25 страниц, 10 рисунков; объем краткого сообщения – не более 3 страниц, 2 рисунков.

Иллюстрации (рисунки, графики) должны быть расположены в тексте статьи и выполнены в одном из графических редакторов (формат tif, pcc, jpg, pcd, msp, dib, cdr, cgm, eps, wmf). Допускается также создание и представление графиков при помощи табличных процессоров «Excel», «Quattro Pro», «MS Graph». Каждый рисунок должен иметь номер и подпись. Рисунки и фотографии должны иметь контрастное изображение.

Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок.

5. Формулы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул **Microsoft Equation 3.0**. Каждая формула должна иметь номер.

6. Размерность всех величин, принятых в статье, должна соответствовать Международной системе единиц измерений (СИ). Не следует употреблять сокращенных слов, кроме общепринятых (т.е., и т.д., и т.п.). Допускается введение предварительно расшифрованных сокращений.

7. Список литературы должен быть оформлен по ГОСТ 7.1-2003 и включать: фамилию и инициалы автора, название статьи, название журнала, том, год, номер или выпуск, страницы, а для книг – фамилии и инициалы авторов, точное название книги, место издания (город), издательство, год издания, количество страниц.

8. Специалисты в технических отраслях к статье прилагают экспертное заключение.

9. Рукопись статьи рецензируется ведущим ученым в данной области, как правило, доктором наук.

10. Электронная версия опубликованной статьи размещается в системе РИНЦ.

11. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи.

12. Статьи, не отвечающие перечисленным требованиям, к рассмотрению не принимаются, рукописи и дискеты авторам не возвращаются. Датой поступления рукописи считается день получения редакцией окончательного текста. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

13. Для публикации и своевременной подготовки журнала необходимо заполнить регистрационную карту участника, представляемую на отдельном бумажном носителе и в электронном виде.

14. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Регистрационная карта, публикующегося в журнале «Вестник СГТУ»		
Фамилия	Имя	Отчество
Полное название статьи		
Ученая степень	Ученое звание	Должность с указанием кафедры, отдела, лаборатории
Электронная почта	Служебный телефон/факс	Домашний адрес и телефон
Наименование направляющей статью организацию		

Отрасль научной статьи	
------------------------	--

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Спицын И.Л., Байбурин В.Б. Стенд для испытаний акустического анализатора контроля выноса песка из газовых скважин.....	13
Байбурин В.Б., Волков Ю.П., Коннов Н.П., Захаренко А.А. Современные математические методы анализа ДНК бактерий.....	16
Беспалова Н.В. Моделирование оптического поля в ближней зоне.....	20
Пластун И.Л., Мантуров А.О., Мисюрин А.Г., Байбурин В.Б. Нестационарное резонансное самовоздействие лазерного сигнала, модулированного по частоте.....	24
Белов А.П., Васечко А.А., Губенков Е.Д., Матвеева И.А., Тютманов М.Д. Метрологические характеристики зондовых систем для бесконтактного измерения поверхностных микрораспределений заряда.....	28
Байбурин В.Б., Бровкова М.Б., Власов А.А. Хаотичность траекторий зарядов в условиях постоянного магнитного поля и стоячей электрической волны.....	31
Деревягин Г.А., Байбурин В.Б. Распространение акустического сигнала в жёстком цилиндрическом канале.....	33

ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Казаков К.В., Львов А.А., Пыльский В.А. Алгоритм двухканального оценивания параметров квазигармонических сигналов.....	38
Машкин В.А., Львов А.А. Высокоточные измерения переменного тока, основанные на применении метода Монте-Карло.....	41
Шевченко А.А., Гуреев В.В., Пыльский В.А., Львов А.А. Метод компенсации ошибки измерения сопротивления резистивных датчиков температуры в токовой петле.....	45
Шевченко А.А., Гуреев В.В. Математическая модель мультисенсорного термометра сопротивления.....	49
Киселёв В.В., Светлов М.С. Оценка качества канала вещания системы цифрового эфирного телевидения стандарта DVB-T.....	52
Мучкаев В.Ю., Царев В.А. Методика расчета электродинамических параметров секторного двухзазорного резонатора.....	54
Захаров А.А., Сорока В.Д., Сотников В.В. Алгоритм распознавания типовых неисправностей силового кабеля подземных электрических сетей.....	59
Алексеев А.В., Попов Г.А. Об оценке излучаемой мощности в симметричных слабонаправляющих планарных волноводах со ступенчатым профилем показателя преломления.....	62
Колесникова О.В., Львов П.А. Расчет коэффициента отражения генератора методом двенадцати полюсного рефлектометра.....	68
Токарев В.Г., Качанов О.М., Куреньков А.И. К вопросу о степени затухания волн Лэмба в пластине при контакте с жидкостью.....	72
Пеньков Р.С., Руденко А.Е. Об одном из способов выбора метода модуляции.....	75
Северов А.А., Львов А.А. Алгоритм оценки параметров математических моделей линейных и нелинейных систем.....	77
Седов И.В. Моделирование системы в присутствии нелинейных искажений.....	81

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Дунаева Т.Ю., Мантуров А.О. Верификация феноменологической модели кинетики СВЧ термообработки на примере процесса сушки растительного сырья.....	84
Миргородская Е.Е., Митяшин Н.П., Нугаев Э.К. Адаптивные системы стабилизации выходного напряжения силовых преобразователей на основе инверторов тока.....	87

Кузьмиченко Б.М., Карпук Р.В., Митяшин Н.П. Сравнение эффективности роботов на основе линейного шагового двигателя с магнито-воздушным подвесом с одним и двумя индукторами.....	90
Билуков Р.А., Астапович Ю.М. Разработка нечёткой модели управления процессом низкотемпературной сепарации природного газа.....	92
Васильев Д.А., Ивашенко В.А. Прогнозирование активных нагрузок промышленных предприятий на основе кластеризации данных.....	96
Петров Д.Ю., Лукьянов Д.В., Ефимов И.В. Управление жизненным циклом мехатронных систем.....	98
Петров Д.Ю., Рыбко В.В. Подход к разработке комплекса мобильных роботов.....	102
Петров Д.Ю., Крайнов О.А. Построение автоматизированной системы управления производством шихты.....	105
Лисицкий Д.Л. Выбор структуры системы автоматического управления траекторным движением мобильного робота.....	108
Петров С.В., Шиловский А.С. Качество управления транспортным средством «Сегвей».....	110
Давидюк Н.В., Белов С.В. Общая схема решения задачи эффективного размещения средств обнаружения на объекте защиты.....	113
Никишин В.Б. Разработка, исследование и внедрение систем аттестации магистральных трубопроводов на основе применения инерциального микромеханического модуля в составе средств внутритрубной диагностики.....	118

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Сайкин А.И., Россошанский Е.В., Бондарев О.И. Интервальная оценка начальных моментов к-го порядка случайных величин с укорачиванием интервалов.....	123
Сайкин А.И., Россошанский Е.В. Сверхэффективная оценка начальных моментов старших порядков в задачах аппроксимации неизвестных распределений распределениями пуассоновского типа.....	126
Мантуров А.О., Глуховская Е.Е., Тимошенко Ю.А. Моделирование простой схемы передачи информации на основе нелинейного неавтономного осциллятора.....	128
Суягинов С.И., Торгашова О.Ю., Шворнева О.Е., Пересунькина А.В. Алгоритм идентификации параметров подсистем кардиоваскулярной системы.....	131
Степанов М.Ф., Брагин Т.М., Степанов А.М. Особенности моделирования интеллектуальных самоорганизующихся систем автоматического управления с использованием средств параллельных вычислений.....	134
Мусатов М.В., Львов А.А. Анализ моделей метода наименьших квадратов и методов получения оценок.....	137
Спиридонов С.В., Светлов М.С. Анализ информационной надежности систем цифрового телерадиовещания.....	141
Светлов М.С., Руденко А.Е., Пеньков Р.С. Об одном из способов оценки параметров интерактивной сети цифрового телерадиовещания.....	144
Ткаченко И.М., Захаров А.А. Эффект случайной идентификации в тестовых структурах на основе трехпараметрической логистической модели А. Бирнбаума.....	146
Каширин В.Г., Захаров А.А., Сенокосова Т.Г., Калашникова Е.Н. Формирование данных социологического опроса методом линейного программирования.....	151
Бржозовский Б.М., Захарченко М.Ю., Захарченко Ю.Ф. Математическое моделирование резонансных процессов при прохождении звуковых волн через струю жидкости в акустическом вибрационном датчике для автоматизированных систем контроля и управления станочным оборудованием.....	155

Варежников А.С., Мусатов В.Ю., Сысоев В.В. Особенности применения самоорганизующихся нейронных сетей для анализа отклика однокристалльной мультисенсорной системы идентификации газов.....	158
Большаков А.А., Казмирова Н.Е., Златорев А.М., Золотько И.Н., Иноходова И.Н., Горбунова Л.А. Выявление и анализ факторов, оказывающих наибольшее влияние на результаты лечения больных инфильтративным туберкулезом легких методами статистического анализа.....	162
Большаков А.А., Лобанов В.В. Построение гибридных информационных систем и методы оценки их надежности.....	167
Глазков В.П., Непран Л.П., Кулик А.А., Фролов Н.И. Система для разгрузки нижних конечностей человека.....	170
Глазков В.П., Егоров И.В., Миссюра С.А., Пчелинцева С.В., Фролов Н.И. Нейросетевое управление манипулятором с гибкими звеньями на основе сигналов с тензодатчиков.....	173
Большаков А.А., Петров С.В. Модель прогнозирования функционирования больших систем.....	178
Большаков А.А., Золотько К.Н., Петров С.В., Степанов М.Ф. Оценка показателей результативности системы управления качеством образования.....	181
Большаков А.А., Глазков В.П., Золотько К.Н., Степанов М.Ф. Информационная система мониторинга результативности деятельности вуза.....	185
Большаков М.А. Бизнес-модель системы показателей для управления логистикой многопрофильной компании.....	189
Мясникова Н.Е., Проскуряков Г.М. Математическая модель стабилметрической платформы.....	192
Вешнева И.В., Мельников Л.А. Концепция разработки модели экспертной системы управления качеством образования на основе теории нечетких множеств.....	195
Кушников В.А., Кушникова Е.В. Архитектура прикладного программного обеспечения для формального анализа свойств целей и синтеза критериев управления сложными социальными и экономическими системами.....	199
Кушников В.А., Мурзин С.И. Разработка моделей целей управления сложными социальными и экономическими системами на основе знаковых оргграфов.....	202
Мокрова Н.В. Выбор оптимального числа подсистем при реализации декомпозиционного управления.....	205
Сердюкова Л.О. Особенности инфраструктуры региональных инновационных систем ...	208
Долинина О.Н., Печенкин В.В., Тарасова В.В. Использование графовых моделей для визуализации социальных сетей образовательной организации.....	210
Елисеев Д.В. Новый подход к сравнению ранговых последовательностей.....	214
Гевлич И.К., Захаров А.А. Компьютерная поддержка управления качеством школьного образования.....	216

УПРАВЛЕНИЕ В КЛАСТЕРНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Кукушкин М.А. Формирование долгосрочных конкурентных преимуществ кластерной промышленной корпорации.....	220
Колесникова Л.А., Кукушкин М.А. Социальная и экономическая природа кластерной промышленной корпорации.....	224
Большаков А.А. Субъектные акторы и степени их свободы в кластерных социальных и экономических системах.....	229
Бурдонова Ж.П., Кузнечиков О.Е. Социальное движение и процесс в кластерной промышленной корпорации.....	234

Большаков А.А., Соболев Р.С. Объектные акторы и степени их свободы в кластерных социальных и экономических системах	238
Бобиров А.Е., Заигралов Ю.А. Экономические движение и процесс в кластерной промышленной корпорации	243
Кнышев Ил.В. Первичные закономерности субъектных и объектных отношений в кластерных социальных и экономических системах	245
Боробов В.Н., Кукушкин М.А. Экономические и социальные взаимоотношения в кластерной промышленной корпорации	253
Большаков А.А., Чечнев Л.Ю. Дуальная алгоритмизация управления в кластерных социальных и экономических системах	258
Квятковская И.Ю., Чечнев Д.Ю. Принципы моделирования субъектных и объектных отношений в социальных и экономических системах	264
Проталинский О.М., Чечнев Л.Ю. Условия системности сопряженных социальных и экономических характеристик	268
Кнышева Н.В., Кукушкин А.М. Признаки кластерной промышленной корпорации	271
Бурдонова Ж.П., Кукушкин А.М. Границы кластерности социальной и экономической системы	275
Кнышев Иг.В. Фракталы и масштабная инвариантность в кластерных социальных и экономических системах	277
Захаров А.А., Соболев Р.С. Кластерная организация намерения спроса	284
Соболев Р.С., Степанов М.Ф. Фрактальность экономического предложения	289
Бакал Н.Е., Бровкова М.Б. Фрактальность экономического спроса	294
Кнышева Н.В., Кузничиков О.Е. Кластерная организация новационного намерения	299
Бурдонова Ж.П., Кулинин И.В. Фрактальность инвестиционного стремления.....	305
Бакал Н.Е., Игнатов О.С. Фрактальное управление в кластерной подсистеме инвестиционного спроса	310
Бобиров А.Е., Игнатов А.С. Типологизация структуры в кластерной подсистеме инновационного предложения	315
Гришанова О.С. Ресурсы общеобразовательных учреждений при осуществлении приоритетных направлений социальной политики России: региональный аспект	320
Кнышев Иг.В. Аксиоматический метод в кластерных социальных и экономических системах	325
Кнышев Ил.В. Философские модели в социальных и экономических системах.....	331
Кнышев Иг.В., Кукушкин М.А. Классификация долгосрочных конкурентных преимуществ кластерной промышленной корпорации.....	336
Кнышев Ил.В. Междисциплинарная парадигма конкурентного управления в кластерных социальных и экономических системах	341
Кукушкин А.М. Финансовое обеспечение исследований и разработок в странах мира	345

CONTENTS

PROBLEMS OF NATURAL SCIENCES

Spitsyn I.L., Baiburin V.B. The testing stand for the acoustic analyzer of control of carrying out sand and solid inclusion from gas wells.....	13
Baiburin V.B., Volkov Uy.P., Konnov N.P., Zakcharenko A.A. Modern mathematical analysis of bacterial DNA	16
Bespalova N.V. Near-field optical scattering modeling	20
Plastun I.L., Manturov A.O., Misurin A.G., Baiburin V.B. Non-stationary resonance self-action in frequency-modulated laser beam	25
Belov A.P., Vasechko A.A., Gubnikov E.D., Matveeva I.A., Tjutmanov M.D. The metrological characteristics of the noncontact probe for surface charge microdistribution measurement.....	28
Baiburin V.B., Brovkova M.B., Vlasov A.A. Chaotic trajectory of charge in condition of constantly magnetic field and stagnant electric wave.....	31
Derevyagin G.A., Baiburin V.B. Propagation of acoustic signal in a rigid cylindrical pipeline.....	33

ELECTRONICS, RADIOENGINEERING AND INSTRUMENT MARKING

Kazakov K.V., L'vov A.A., Pylskiy V.A. An dual-channel estimation algorithm of quasiharmonic signal parameters	38
Mashkin V.A., L'vov A.A. High-precision measurements of alternating current based on the Monte Carlo method.....	42
Shevchenko A.A., Gureev V.V., Pylskiy V.A., L'vov A.A. The method for compensation of measuring uncertainties of temperature resistive sensors included in a current loop	46
Shevchenko A.A., Gureev V.V. A mathematical model of multisensor resistive thermometer	49
Kiselev V.V., Svetlov M.S. Estimation of quality of the channel of the announcement of system of digital RVTV of standard DVB-T	52
Muchkaev V.Y., Tsarev V.A. The calculation method of electrodynamic parameters of sector double-gap cavity	55
Zaharov A.A., Soroka V.D., Sotnikov V.V. Recognition algorithm of standard derangements in power cable of underground electrical networks	59
Alekseev A.V., Popov G.A. About the estimation of radiated power in symmetric planar waveguides with step-index refractive profile	63
Kolesnikova O.V., L'vov P.A. Measurement of equivalent source reflection coefficient by method of six-port reflectometer	68
Tokarev V.G., Kachanov O.M., Kurenkov A.I. To the issue of degree of Lamb waves attenuation in the plate contacting with liquid	72
Pen'kov R.S., Rudenko A.E. About one way of choice method of modulation	75
Severov A.A., L'vov A.A. Estimation's algorithm of a mathematical models' parameters of linear and nonlinear systems	78
Sedov I.V. System modeling in the presence of nonlinear distortions.....	82

AUTOMATION AND MANAGEMENT

Dunaeva T.Y., Manturov A.O. The verification of kinetic microwave thermal treatment phenomenological model on herbal drying process	84
Mirgorodskaya E.E., Mityashin N.P., Nugaev E.K. Adaptive stabilization systems of power converters output voltage on the basis of independent current inverters	87

Kuzmichenko B.M., Karpuk R.V., Mityashin N.P. Comparison of efficiency of robots on the basis of the linear step-by-step engine with magnet-air suspender with one and two inductors.....	90
Bilyukov R.A., Astapovich U.M. Elaboration of the fuzzy control model by the process of low-temperature treatment of natural gas	93
Vasiliev D.A., Ivaschenko V.A. Forecasting of industrial enterprises active loads based on data clustering.....	96
Petrov D.Yu., Lukianov D.V., Ephimov I.V. Life cycle of mechatronic systems management.....	98
Petrov D.Yu., Rybko V.V. Lead-up to elaboration of complex mobile's robots	102
Petrov D.Yu., Kraynov O.A. Construction automated control system by production of Glass-charge.....	105
Lisitskiy D.L. The choice mobile robot control system structure for moving trajectories	109
Petrov S.V., Shilovsky A.S. The control's quality in the segwey carrier	111
Davidyuk N.V., Belov S.V. The general pattern of solving the problem of effective detectivity sensors disposition on the protected object.....	113
Nikishin V.B. Development, research and introduction of attestation systems of the inertial micromechanical module In structure of in-line diagnostics means	118

INFORMATION TECHNOLOGIES

Saikin A.I., Rossoshanskiy E.V., Bondarev O.I. K-th moment interval estimation of variates with intervals shorting.....	123
Saikin A.I., Rossoshanskiy E.V. K-th moment superefficient estimation in the problem of poisson type distribution approximation of unknown distributions	126
Manturov A.O., Gluhovskaya E.E., Timoshenko Y.A. The modeling of the information transmission circuit on the basis of driven nonlinear oscillator	129
Suyatinov S.I., Torgashova O.Yu., Shvorneva O.E., Peresun'kina A.V. Parametric identification algorithm of cardiovascular system components	131
Stepanov M.F., Bragin T.M., Stepanov A.M. Features of modelling intellectual self-organising systems of automatic control with usage of resources of parallel calculations ..	134
Musatov M.V., L'vov A.A. Analysis of ls models and method of obtaining estimates	138
Spiridonov S.V., Svetlov M.S. The analysis of information reliability of digital tele-radio broadcasting systems	141
Svetlov M.S., Rudenko A.E., Pen'kov R.S. About one of ways of the estimation of parameters interactive networks of digital tele-radio broadcasting.....	144
Tkachenko I.M., Zaharov A.A. Effect of accidentally identification in the test structures on base the triparametric logistics model of a.bernbaum	146
Kashirin V.G., Zaharov A.A., Senokosova T.G., Kalachnikova E.N. Designing of structure of data for the sociological Inquiry by means of a linear programming problem	151
Brgozovskiy B.M., Zakharchenko M.Yu., Zakharchenko Yu.F. Mathematical modeling of resonant processes with the passage of sound waves through liquid jet in acoustics vibration sensors for the automated control systems machine - tools	155
Varegnikov A.S., Musatov V.Yu., Sysoev V.V. Features of self-organizing neural networks application for the analysis of the response of single-crystal multisensor system for gas identification.....	159
Bolshakov A.A., Kazimirova N.E., Zlatorev A.M., Zolotko I.N., Inohodova, Gorbunova L.A. Revealing and the analysis of factors making the greatest impact on results of treatment sick infiltrative tuberculosis of lungs methods of the statistical analysis	162
Bolshakov A.A., Lobanov V.V. The hybrid information systems making and the estimation methods its reliability.....	167

Glazkov V.P., Nepran L.P., Kulik A.A. , Frolov N.I. The bottom binitnesses of the person unloading system	171
Glazkov V.P., Egorov I.V., Missyura S.A., Pchelintseva S.V., Frolov N.I. Neural control of flexible robot arm based on load cells signals	173
Bolshakov A.A., Petrov S.V. Model of forecasting of functioning of the big systems	178
Bolshakov A.A., Zolotko K.N., Petrov S.V., Stepanov M.F. Estimation of indicators of productivity of the control system of quality of formation.....	182
Bolshakov A.A., Glazkov V.P., Zolotko K.N., Stepanov M.F. Information system of monitoring of productivity of activity of high school	185
Bolshakov M.A. Business model of indicators system for logistics management of the versatile company.....	189
Myasnikova N.E., Proskuryakov G.M. Mathematical model of the stabilometric platform	192
Veshneva I.V., Melnikov L.A. The conception of development of expert system for quality of education monitoring on the basis of the fuzzy sets theory.....	195
Kushnikov V.A., Kushnikova E.V. Architecture of the applied software for the formal analysis of properties of the purposes and synthesis of criteria of management by difficult social and economic systems	199
Kushnikov V.A., Murzin S.I. Working out of models of the purposes of management by difficult social and economic systems on the basis of sign graphs	202
Mokrova N.V. Choice of optimal quantity of subsystem at realization of decomposition management	205
Serdyukova L.O. Especially infrastructure of regional innovation systems	208
Dolinina O.N., Pechenkin V.V., Tarasova V.V. Using of graph models for visualization of social networks of educational establishments.....	210
Eliseev D.V. New way to compare range sequences	215
Gevlich I.K., Zaharov A.A. The computer support of the management of the education quality.....	217

CONTROL IN CLUSTER SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

Kukushkin M.A. Formation of long-term competitive advantages cluster industrial corporation	220
Kolesnikova L.A., Kukushkin M.A. The social and economic nature cluster industrial corporation	224
Bolshakov A.A. Subject actors and degrees of their freedom in cluster social and economic systems	229
Burdonova Z.P., Kuznechikov O.E. Social movement and process in cluster industrial corporation	234
Bolshakov A.A., Sobolev R.S. Object actors and degrees of their freedom in the cluster social and economic systems.....	238
Bobirov A.E., Zaigralov J.A. Economic movement and process in cluster industrial corporation	243
Knyshev II.V. Primary laws of subject and objective relations in cluster social and economic systems.....	245
Borobov V.N., Kukushkin M.A. Economic and social mutual relations in cluster industrial corporation	253
Bolshakov A.A., Chechnev L.U. Dual algorithmization of management in cluster social and economic systems	258
Kvyatkovskaya I.J., Chechnev D.J. Principles of modelling of subject and objective relations in social and economic systems	264

Protalinsky O.M., Chechnev L.J. Conditions of the systems of the interfaced social and economic characteristics.....	268
Knysheva N.V., Kukushkin A.M. Signs cluster industrial corporation.....	271
Burdonova Z.P., Kukushkin A.M. Borders cluster social and economic system.....	275
Knyshev Ig.V. Fractals and scale invariancy in cluster social and economic systems.....	277
Zakharov A.A., Sobolev R.S. Cluster the organization of intention of demand.....	284
Sobolev R.S., Stepanov M.F. Fractal the economic offer.....	289
Bakal N.E., Brovkova M.B. Fractal economic demand.....	294
Knysheva N.V., Kuznechikov O.E. Cluster the organization novation intentions	289
Burdonova Z.P., Kulinin I.V. Fractal investment aspiration.....	305
Bakal N.E., Ignatov O.S. Fractal management in cluster to an investment demand subsystem...	314
Bobirov A.E., Ignatov A.S. Typification structures in cluster to a subsystem of the innovative offer	315
Grishanova O.S. Resources of educational institutions at realisation of priority directions of social policy of Russia: regional aspect.....	320
Knyshev Ig.V. Axiomatic method in cluster social and economic systems	325
Knyshev Il.V. Philosophical models in social and economic systems	331
Knyshev Ig.V., Kukushkin M.A. Classification of long-term competitive advantages cluster of industrial corporation.....	336
Knyshev Il.V. Interdisciplinary paradigm of competitive management in cluster social and economic systems.....	341
Kukushkin A.M. Financial maintenance of researches and workings out in the world countries	345

Факультету электронной техники и приборостроения (ФЭТиП) Саратовского государственного технического университета исполнилось в 2009 году 50 лет. Примите самые искренние и сердечные поздравления с этой торжественной, праздничной датой.

Факультет – один из лидеров СГТУ, внес большой вклад в развитие образования и науки. С ФЭТиП связаны имена выдающихся ученых, известные изобретения. Существенный интеллектуальный потенциал, уникальные возможности для исследований и талантливый профессорско-преподавательский состав позволяют успешно работать на приоритетных направлениях науки, техники и технологий. Кафедры факультета всегда уделяли большое внимание повышению качества подготовки специалистов. Многие делается и в настоящее время для модернизации процесса обучения студентов, магистрантов и аспирантов.

Главное достижение и предмет гордости – это выпускники ФЭТиП, которым наш университет «дал путевку в жизнь». Они составили кадровую основу электронной промышленности г. Саратова и области.

Поздравляю весь профессорско-преподавательский состав ФЭТиП и желаю всем Вам доброго здоровья и дальнейших успехов во всех начинаниях!

Ректор, профессор



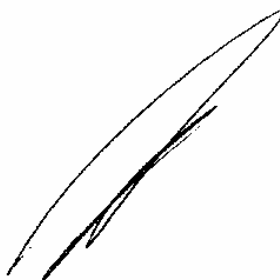
И.Р. Плевэ

Сердечно поздравляю факультет электронной техники и приборостроения Саратовского государственного технического университета с 50-летием!

Ваш факультет вносит достойный вклад в подготовку высококвалифицированных кадров для развития промышленности и экономики страны и Саратовского региона. Использование научных разработок факультета на предприятиях способствовало повышению эффективности производства и конкурентоспособности отечественной продукции.

Желаем коллективу факультета дальнейшей плодотворной работы, здоровья, благополучия и новых творческих успехов на благо России!

Первый проректор, профессор



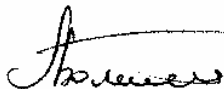
А.А. Сытник

Уважаемые сотрудники факультета электронной техники и приборостроения!

Примите теплые слова поздравления в связи с юбилейной датой образования факультета. В современных условиях, в которых приходится развиваться российской системе образования, наш факультет стабильно сохраняет и прочно удерживает достойную репутацию и обеспечивает высокий уровень профессиональной подготовки. Как выпускник нашего вуза, сохраняю самые лучшие воспоминания о том времени, когда учился в его стенах, высоко ценю полученные знания, которые стали фундаментом всей моей работы.

Искренне желаю коллективу факультета здоровья, душевного подъема, плодотворной реализации инициатив, личного счастья и благополучия!

Декан ФЭТиП, профессор



А.А. Большаков